

TerraBrasil 2008

São Luís – Maranhão – Brasil
3 a 8 de novembro de 2008

Arcada Convento das Mercês – Ama Cristhina Fraklin da Rocha



**VII Seminário Ibero-americano de Construção com Terra
II Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil**

VII Seminário Ibero-americano de Construção com Terra

II Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil



TERRABRASIL 2008

3 a 8 de Novembro de 2008 – São Luís – Maranhão

PROMOÇÃO E ORGANIZAÇÃO



COORDENAÇÃO GERAL

Eng^a. MSc. Célia Neves

CEPED/UNEB/PROTERRA – Brasil

Prof^a. MSc. Marcia Tereza Campos Marques

UEMA– Brasil

Prof. Dr. Marco Antônio Penido de Rezende

UFMG – Brasil

Prof. Dr. Obede Borges Faria

UNESP – Campus de Bauru – Brasil

COMISSÃO CIENTÍFICA

Prof^a. Dra. Ana Paula da Silva Milani

UFMS – Brasil

Prof^a. MSc. Bárbara Irene Wasinski Prado

UEMA – Brasil

Eng^a. MSc. Célia Neves

CEPED/UNEB/PROTERRA – Brasil

Prof^a. Dra. Cybèle Santiago

UFBA – Brasil

Prof^a. Dra. Eugenia María Azevedo Salomão

UMSNH – México

Hist. Juana Font

PROTERRA – Espanha

Prof. Dr. Humberto Varum

DEC/UA – Portugal

Prof. Dr. Luis Fernando Guerrero Baca

UAX – México

Prof^a. MSc. Marcia Tereza Campos Marques

UEMA– Brasil

Arq. MSc. Márcio V. Hoffmann

Fato Arquitetura – Brasil

Prof. Dr. Marco Antônio Penido de Rezende

UFMG – Brasil

Arq. MSc. Maria Fernandes

CEAUCP – Portugal

Prof^a. Dra. Maria Isabel Correia Kanan

IPHAN-SC – Brasil

Arq. MSc. Mariana Correia

ESG – FCO – Portugal

Prof. Dr. Obede Borges Faria

UNESP – Campus de Bauru – Brasil

Arq. MSc. Rodolfo Rotondaro

UBA/CONICET – Argentina

Dra. Arq. Rosa Amélia Flores Fernandez

PROTERRA – Canadá

Prof^a MSc. Sanadja Medeiros

UEMA - Brasil

Dra. Arq. Silvia Cirvini

INCHIUSA/CONICET – Argentina

Prof. Dr. Walter Canales Sant'ana

UEMA – Brasil

Prof^a. Dra. Wilza Gomes Reis Lopes

UFPI – Brasil

COMISSÃO ORGANIZADORA

Arq. Anna Cristhina Franklin C. de Moraes

UEMA – Brasil

Prof. MSc. Érico Peixoto Araújo

UEMA – Brasil

Profa. MSc. Grete Soares Pflueger

UEMA – Brasil

Profa. MSc. Marcia Tereza Campos Marques

UEMA – Brasil

Prof. Marcos Fernandes Marques

UEMA – Brasil

Prof. Dr. Porfírio Candanedo Guerra

UEMA – Brasil

ORGANIZAÇÃO

UEMA - Universidade Estadual do Maranhão

PROTERRA - Rede Ibero-Americana de Arquitetura e Construção com Terra

REDE TERRABRASIL - Rede Brasileira de Arquitetura e Construção com Terra

UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais

UNESP/PROPe - Universidade Estadual Paulista - Pró-Reitoria de Pesquisa

720
C759

Seminário Ibero-americano de Arquitetura e Construção com Terra (7), Seminário de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil (2)/ (2008: São Luís, Maranhão, Brasil). Memórias TerraBrasil 2008 [recurso electrónico] realizado em São Luís, Maranhão, Brasil, no ano de 2008; editado por Célia Neves. São Luís: UEMA/PROTERRA/ TerraBrasil, 2008
737 p.

1. Arquitetura e construção com terra. 2. Técnicas construtivas. I. Neves, Célia. II. Título.

Os critérios e opiniões expressados nos artigos desta publicação são de exclusiva responsabilidade de cada um de seus autores

Sugestão para fazer referência a estas memórias

a) Memórias completas:

Neves, C. (ed.) (2008). Seminário Ibero-americano de Arquitetura e Construção com Terra (7), Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil (2). *Memórias TerraBrasil 2008...* São Luís, Brasil: UEMA/ PROTERRA/ TerraBrasil.

b) Artigo específico (um exemplo):

Gamboa, E; Guerrero, L. F. (2008). Condicionantes para la puesta en valor de las casas en acantilado de la sierra de Chihuahua, México. Seminário Ibero-americano de Arquitetura e Construção com Terra (7), Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil (2). *Memórias TerraBrasil 2008...* São Luís, Brasil: UEMA / PROTERRA/ TerraBrasil. p. 288-99

Diagramação do livro: Célia Neves (PROTERRA)

Foto de capa:

**ÍNDICE**

Apresentação	11
Programa	12
Homenagem a Roberto Mattone	13
Bases para o concurso de fotografia digital TerraBrasil 2008	20
TEMA 1 – Materiais e técnicas de construção	
Projeto cores da terra: resgate, aperfeiçoamento e difusão da técnica do barreado Anôr F. de Carvalho; Fernando Cardoso	22
Programa interlaboratorial PROTERRA. Ensaios de adobe Célia Neves; Obede Borges Faria	29
Realização do programa interlaboratorial PROTERRA em Bauru-SP (Brasil) Obede Borges Faria; Bruno Matiuzzi de Oliveira; Margareth Tahira; Rosane Ap. Gomes Battistelle	39
Conjunto habitacional sustentável de interesse social Encarnita Salas Martin; Fernando Sérgio Okimoto; Marília Malia Ferreira; Alessandra Passalacqua; Fernando Velázquez	51
Tecnología con tierra y vivienda. Gestión de materiales y elementos con población pobre del Gran Buenos Aires Rodolfo Rotondaro; Juan Carlos Patrone	59
Estudo do material terra usado nas construções em tabique na região de Trás-os-Montes e Alto Douro Joana Carvalho; Jorge Pinto; Humberto Varum; Abílio Jesus; José Lousada; José Morais	68
O preconceito na construção com terra: o uso da taipa de mão no Conjunto Parque Wall Ferraz, em Teresina, Piauí, Brasil Wilza Gomes Reis Lopes; Thiago Melo Braga; Jose Hamilton Lopes Leal Júnior; Karenina Cardoso Matos; Sandra Selma Saraiva de Alexandria	76
Análise comparativa para escolha de vedação em terra para o sistema estrutural pilar-viga em eucalipto. Estudo de caso: construção de moradias no assentamento rural Sepé-Tiarajú, Serra Azul, SP Rafael Torres Maia; Akemi Ino; Ioshiaqui Shimbo; Ivan Manoel Rezende do Valle	87
Estudos para viabilizar o uso do material solo-cimento-cinza de casca de arroz na construção de paredes monolíticas Ana Paula da Silva Milani; Sandra Regina Bertocini	97
Calidad de edificaciones en suelo estabilizado y su evaluación mediante modelos constructivos Adriana Beatriz García; Juan Pablo Mazzeo; Pablo Grazzi	109
Evaluación de la pasta de papel periódico en morteros para friso en muros de tierra Víctor Piñero; Angélica Reyes; Jean Carlos Viña	118
Caracterização de adobe estabilizado com amido de mandioca Luís Felipe de Medeiros Veiga; Sebastiana Luiza Bragança Lana; Nelcy Della Santina Mohallem	130
Bóvedas de adobe estabilizadas con cal Ramón Aguirre Morales	141

Propuesta de aplicación de suelo estabilizado con tanino en componentes de viviendas Viviana E Fabre, Marcela B. Bizzotto, Jirina C. Tirner	149
BTC, elemento base para el diseño modular de viviendas sustentables Víctor Manuel García Izaguirre; Rubén S. Roux Gutiérrez; José Adán Espuna Mújica; Eduardo Arvizu Sánchez	161
Potencial do solo de Juazeiro do Norte para fabricação de blocos prensados de terra crua Soenia Marques Timoteo de Sousa; Normando Perazzo Barbosa; Khosrow Ghavami; Cícero Irlando S. Freitas; João Dellonx Sousa Regis	170
A influência da “cura com mistura solta” no preparo do kraftterra para a produção de blocos de terra compactada Fernando Luis Campanella; Márcio Albuquerque Buson; Rosa Maria Sposto	179
A influência da “mineralização da polpa de celulose” no preparo do kraftterra para a produção de BTCs Bianca Ilha Pereira; Márcio Albuquerque Buson; Rosa Maria Sposto	185
Elaboración de bloques de suelo-cemento con barro de excavación para pilotes Mirta Sánchez; Hugo Begliardo; Silvia Casenave; Javier Schuck	190
Utilización de savias vegetales para la fabricación de BTC Yolanda Guadalupe Aranda Jiménez	198
Influencia del cemento Portland en las características de resistencia de compresión simple y permeabilidad en los BTC Rubén Salvador Roux Gutiérrez; José Adán Espuna Mújica; Víctor Manuel García Izaguirre	210
Pavimentos intertravados “paver” de solo-cimento com uso de resíduo de concreto em substituição parcial do solo Sandra Regina Bertocini; Alex Meneses da Silva; Caio Ricardo Bastos Prado	220
Vivienda tradicional de tierra de la región Purhépecha. Adecuación al medio ambiente, espacios, materiales y configuración formal Héctor Javier González Licón	228
Evaluación térmica de una vivienda de suelo cemento comparada con otras similares de distintos materiales Juan Carlos Patrone; John Martin Evans	237
Identificación de las patologías presentes en los revestimientos exteriores de edificaciones tradicionales de tierra Delia Y. Bottaro Steiner	246
El adintelado en los muros de la vivienda de tierra en el Noroeste argentino. Patologías y propuestas resolutorias Josefina del Huerto Charla; Rodolfo Rotondaro	254
Avaliação pós-ocupação de construções de blocos de terra comprimida tipo Mattone Normando P. Barbosa; Soênia M. Timóteo; Roberto Mattone; Gloria Pasero	261

TEMA 2 – História, conservação e patrimônio

Os colonos e a arquitetura de adobe em Portugal Maria Fernandes	272
El palacio de Pedro I en Astudillo Juana Font Arellano	281
Condicionantes para la puesta en valor de las casas en acantilado de la sierra de Chihuahua, México Eduardo Gamboa Carrera; Luis Fernando Guerrero Baca	288
La habitabilidad de la arquitectura de tierra en Michoacán, México. El papel de la memoria colectiva Eugenia María Azevedo Salomão	300

Tradición constructiva en tierra en la ciudad de San Luis Potosí, México Guadalupe Salazar González	309
A influência pombalina nas edificações dos centros históricos de São Luís e Alcântara: um estudo a partir dos sistemas construtivos Luisa Carvalho Venancio; Margareth Gomes Figueiredo	319
Construção em terra como alternativa sustentável: um estudo sócio – cultural e tipológico nas cidades de São Luís e Natal Iara Oyama Homma de Araújo; Maria Raquel Galvão Leite	327
A utilização da terra em construções rurais durante a colonização do estado do Piauí Sandra Selma Saraiva de Alexandria; Wilza Gomes Reis Lopes	334
Análise e proposições para a recuperação do acervo patrimonial em ‘taipa de pau-a-pique’ na cidade histórica Marechal Deodoro, Alagoas Josemary Omena Passos Ferrare	344
Pixaim: desenho de terra sobre grãos de areia. A comunidade das dunas da foz do São Francisco Maria Madalena Zambí; Maria Angélica da Silva	350
Arquitetura rural da terra roxa: o caso das fazendas Pau d’Alho e Mato Dentro no município de Campinas no estado de São Paulo Berna Valderrama; Melissa Oliveira; Sandra Martins	358
A igreja e a casa-grande: remanescentes da taipa de pilão em Limeira-SP Mateus Rosada	370
Os materiais de terra nos sistemas construtivos da arquitetura da imigração na região da Antiga Colônia Blumenau em Santa Catarina Maria Isabel Kanan	379
Patrimonio arquitectónico en tierra en Cuyo, Argentina. Evaluación del estado de conservación y del resultado de las intervenciones Silvia A. Cirvini; José A. Gómez Voltan	388
Una aproximación a la vulnerabilidad del patrimonio arquitectónico en tierra. el caso del molino Reynaud en Luján de Cuyo, Mendoza Fernando Javier Angeleri	498
Experiencias de rehabilitación de muros de bahareque en Venezuela Andrea Mara Henneberg de León	407
El templo de San Jerónimo, Purenchécuaro, Michoacán, México. Una estructura de adobe colapsada y recuperada Luis Alberto Torres Garibay	415
Reparación de cuatro monumentos históricos de María Elena Patricio Arias	425

TEMA 3 – Arquitetura contemporânea

Arquitetura da sustentabilidade – novos procedimentos Marcia Macul; Sergio Prado; Claudia de Andrade Oliveira	440
El impacto de la globalización en la arquitectura de tierra Mirta Eufemia Sosa	449
Un barrio eco-sostenible – diseño modular de construcción mixta con tierra (sistema bahareque pre-fabricado). proyecto experimental biotécnico Lucía Esperanza Garzón	455
As casas de taipa na região de Lumiar: o barro cultural na arquitetura vernácula e como pigmento pictórico nas construções das obras de arte Anita Fizon	466

A construção caiçara, em taipa, no litoral sul do Rio de Janeiro: mitos e realidade Aloísio J.J. Monteiro; Ana Cristina Villaça; Dalton Freitas do Valle; Ema Barros; Juliana Antônia Ferreira Fernandes; Luan Silva	481
Mampostería de adobes en el Siglo XXI Stella Maris Latina	490
Análisis de habitabilidad en una edificación sustentable de tierra en una clima subtropical húmedo José Adán Espuna Mújica; Rubén Salvador Roux Gutiérrez; Víctor Manuel García Izaguirre; Eduardo Arvizu Sánchez	497
La humedad en las construcciones con tierra en el Trópico. Consideraciones de diseño Angela M. Stassano R	508

TEMA 4 – Ensino, formação e capacitação

Actualización de Currícula Plan Milenium III, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo. Estrategia de inducción medioambiental desde la Construcción con Tierra Julio Lorenzo Palomera; Rubén Salvador Roux; Yolanda Aranda Jiménez	518
Produção recente de mão de obra para atuar em projetos e obras de restauração: um novo estímulo para a conservação do patrimônio edificado em terra Alexandre Ferreira Mascarenhas	531
Formação de jovens artesãos taipeiros Wilma Maria Abdalla	541
Enseñanza para la ayuda, una ayuda para la producción. Una experiencia de elaboración de prototipos con tierra estabilizada en la enseñanza universitaria de grado Darío Medina; Jorge Lombardi; Gustavo Cremaschi; Karina Cortina	548
Fronterra: talleres de capacitación // Uruguay_Argentina Rosario Etchebarne; Alejandro Ferreiro; Helena Gallardo; Ariel González; Mariano Pautasso; Gabriela Piñeiro; Daniela Verzeñassi	557
Processo participativo em bioconstrução de uma edificação para o Centro de Formação do Trabalhador no Assentamento Sepé Tiaraju Viviane S. Martins; Iazana Guizzo; Cecília H. Prompt; Fernando C. Costa	568
Participação e bioconstrução na implementação do Centro de Formação do Instituto Morro da Cutia de Agroecologia Viviane S. Martins; Iazana Guizzo; Cecília H. Prompt; Fernando C. Costa	574

TEMA 5 – Transferência de tecnologia

Reflexões sobre a Rede Ibero-americana PROTERRA Marco Antônio Penido de Rezende	581
Tecnología y producción de bloques de solo tierra comprimida: aspectos pedagógicos de la transferencia a sectores populares en Misiones, Argentina Eva Isabel Okulovich; Gilberto Haselstron; Graciela Anger; María Ernestina Morales	590
Edificações – protótipos como objetos de transferência de tecnologia Francisco Lima	599
Transferência de tecnologias apropriadas: construindo com solo-cimento no assentamento rural de Campo Alegre, no Rio de Janeiro Ariston Rocha; Gerônimo Leitão	608
Experiências do projeto Crescer, resultados e primeiras análises Rosana Soares Bertocco Parisi; Glacir Terezinha Fricke; Obede Borges Faria; Ana Cristina Villaça Coelho; Gabriel Nolasco Castañeda	616

Crescendo com o CRESCER: o desenvolvimento acadêmico através da participação no projeto crescer	624
Alejandra M. Cruz; Maycon D. Costa; Eduardo M. Schmidt; Cinara C. Silva; Livia Barbosa; Jonathan Amarante; Daniela Guardabaxo; Eliana M. Tramontina; Tiago A. Fernandes; Bruno L. Nascimento; Vanderson A. Chagas; Yolanda S. Bello; Glacir Fricke; Rosana S.B. Parisi	

TEMA 6 – Salubridade das construções

Prototipo de comunidad saludable para áreas rurales del Perú: distrito de Chíncha Baja, Ica	631
María Teresa Méndez, Gladys Vásquez, Isabel Corasao, María Angélica Guevara, Juan Camargo, Eduardo Mendiola	
Palafita é arquitetura: análise tipológica das construções com terra na área de abrangência do projeto rio Anil	645
José Moraes Júnior, Maria Justina da Silva Castro	
Adobe y Chagas. Verdades y mitos de la construcción con tierra	653
Graciela María Viñuales	
El mal de Chagas en el Ecuador	661
Patricio Cevallos Salas	
Vivienda y mal de Chagas en Argentina. Investigaciones y proyectos en áreas rurales de Santiago del Estero	675
Clara E. Margarucci; Sebastián Miguel; Laura Ostrofsky; Marcos Amadeo; Ana Paula Saccone; Mariano González Moreno; Guillermo Rolón; Rodolfo Rotondaro	

ANEXOS

Oficinas de terra – Apostila

Cores da terra. Fazendo tinta com terra



APRESENTAÇÃO

No ano de 2006, na cidade histórica de Ouro Preto realizou-se o TerraBrasil 2006 – I Seminário de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil em parceria com o IV Arquitectura de Terra em Portugal. O sucesso do evento, que superou todas as expectativas, reunindo não só pesquisadores e profissionais de todo país, como, dentre outros, de Portugal, Estados Unidos, México, Argentina e Colômbia, confirmou não só a necessidade de sua realização, como também da sua continuidade.

No seu encerramento, deliberou-se a realização do TERRABRASIL 2008, em São Luís, cidade histórica, Patrimônio da Humanidade, conhecida também por seu significativo patrimônio histórico, sua beleza e hospitalidade.

A ampla participação de estudantes e profissionais com formação diferenciada e as discussões durante todo o evento caracterizou a alteração do seu status para Congresso, sendo o TerraBrasil 2008, como continuidade do TerraBrasil 2006, denominado como o II Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil.

Junta-se a este, o VII SIACOT – Seminário Ibero-americano de Construção com Terra, evento organizado anualmente pela Rede Ibero-americana PROTERRA, dando-lhe o caráter internacional e permitindo estreitar relações com os países vizinhos e da península ibérica.

Neste evento, inclui-se um importante tema que tem sido pouco prestigiado em eventos anteriores: Salubridade das Construções. Nele, pretende-se criar o espaço para discutir a questão da higiene e principalmente, do estigma que sofre a Casa de Terra: a terrível doença de Chagas, cuja incidência ultrapassa as fronteiras latino-americanas, pois também ocorre em Canadá, Estados Unidos, Espanha, entre outros países.

A adesão de distintas instituições na organização e apoio ao evento confirma antecipadamente o seu sucesso. Os artigos a serem apresentados tornam o TERRABRASIL 2008 uma importante fonte de informação, com matérias atuais, desenvolvidas por especialistas e profissionais com amplas pesquisas e diversos projetos, na área da arquitetura e construção com terra.

O Congresso busca reunir profissionais, pesquisadores, estudantes e interessados no tema da arquitetura e construção em terra, sendo aberto a participação a todos, independente de sua área de conhecimento. São objetos do congresso tanto as antigas e históricas construções em terra, assim como as novas; tanto abordagens mais específicas e disciplinares, ancoradas nas mais diversas áreas do conhecimento, tais como a antropologia, pedagogia, engenharia e arquitetura, como abordagens que busquem tratar o tema de forma multidisciplinar, interdisciplinar ou transdisciplinar.

**PROGRAMA****Dias 3 e 4 de novembro – Oficinas e abertura do congresso**

Durante 2 dias, realizam-se oficinas de sensibilização de técnicas de construção com instrutores de Argentina, Brasil, Colômbia, México e Portugal. As oficinas realizadas e seus instrutores são:

Caracterização e seleção de solos Obede Faria e Cybelle Santiago

Taipa Márcio Hoffmann e Marco Antônio

Técnicas Mistas Wilza Lopes, Lucia Garzón

Revestimentos Luis Fernando e Raymundo Rodrigues

Cores da Terra (pintura com terra) Anôr de Carvalho e Fernando Cardoso

BTC Célia Neves, Yolanda Aranda

Adobe Maria Fernandes e Rodolfo Rotondaro

A sessão de abertura acontece também no dia 4 de novembro, após a realização das Oficinas, com a homenagem ao professor Roberto Mattone, falecido recentemente, seguido da palestra de Célia Neves “Arquitetura e construção com terra em Ibero-américa: ontem, hoje e amanhã”.

Dias 5, 6 e 7 de novembro

Apresentação de 48 trabalhos em 9 sessões

Realização de uma sessão especial sobre programa interlaboratorial de ensaios

Apresentação do filme didático argentino sobre construção natural, *El barro, las manos, la casa* dirigido por Gustavo Maragoni, com o capacitador Jorge Belanko

Encerramento de TerraBrasil 2008 com avaliação do evento por parte dos assistentes, a divulgação dos vencedores do concurso de fotografias digitais das oficinas e a proclamação do TerraBrasil 2010 em Campo Grande, Mato Grosso do Sul.

Dia 8 de novembro

Visita à cidade histórica de Alcântara

Quantitativo

Aprovados e publicados 70 artigos agrupados em 6 temas

	Tema	número de artigos
1	Materiais e técnicas de construção	27
2	História, conservação e patrimônio	18
3	Arquitetura contemporânea	8
4	Ensino, formação e capacitação	6
5	Transferência de tecnologia	6
6	Salubridade das construções	5



HOMENAGEM A ROBERTO MATTONE

Em setembro de 2008 faleceu, em Buenos Aires, Argentina, o professor italiano Roberto Mattone.

Graduado em arquitetura pelo Instituto Politécnico de Turim, Itália, em 1962, Roberto Mattone era professor associado de Tecnologia da Arquitetura e responsável pelo Laboratório de Materiais e Componentes da Faculdade de Arquitetura de Turim desde 1983.

Atuou como consultor do Ministério de Assuntos Exteriores, coordenou as atividades tecnológicas do curso *Habitat et ville dans les pays en voie de développement* ministrado para funcionários da administração pública congoleza e bolsistas entre 1993 e 1996. Autor de numerosas publicações voltadas à pesquisa e aplicação de materiais compostos para construção de baixo custo, de elementos de ferro-cimento e de construção da alvenaria com blocos de terra estabilizada.

Desenvolveu uma prensa para fabricação de BTC que produz bloco intertravados com furos, denominados bloco Mattone.



Roberto Mattone
(1938-2008)



Roberto com sua esposa e
companheira de trabalho
Gloria Pasero

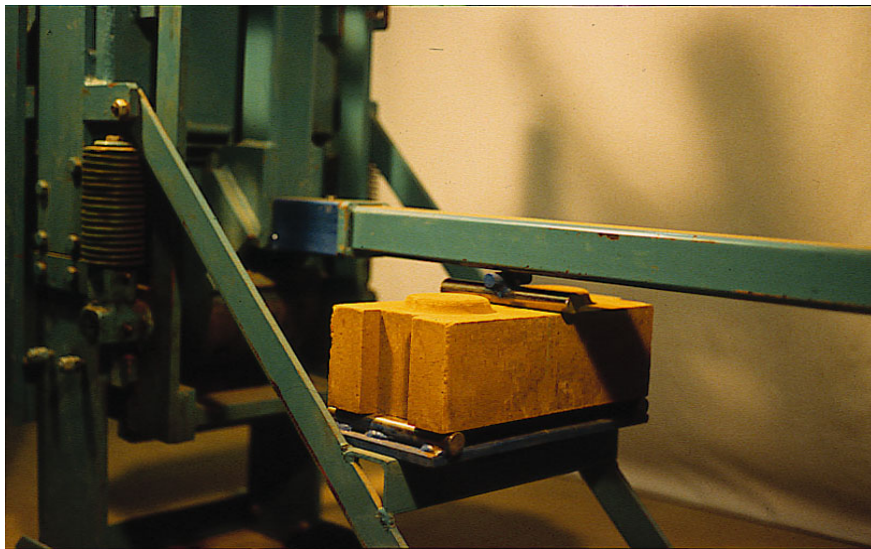
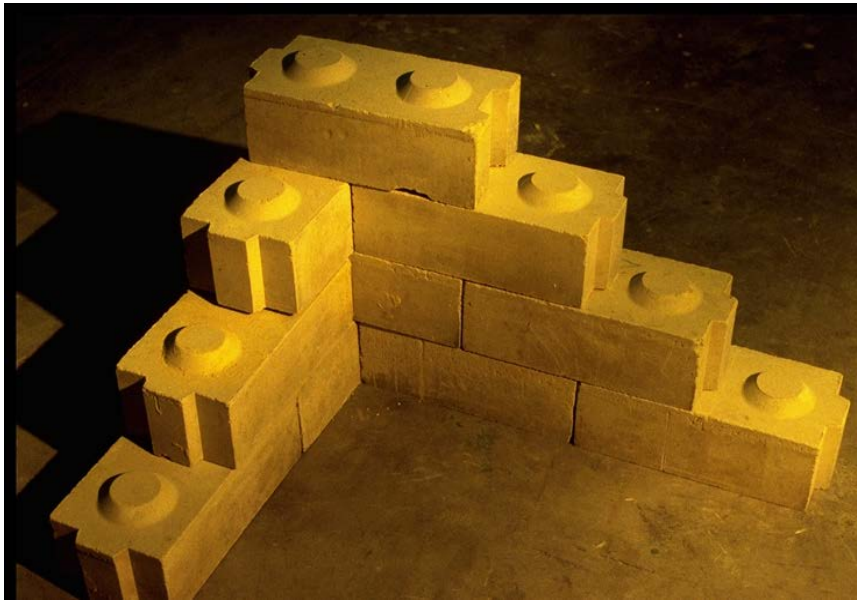


Roberto com arquitetos
mexicanos

Roberto e Gloria mostrando
o funcionamento da
máquina de fabricação do
bloco Mattone



Bloco Mattone – vista e ensaio de resistência à compressão



Nanoro, Burkina Faso, África



Godofredo Viana, Maranhão, Brasil



Favela Cuba de Baixo, Sapé, Paraíba, Brasil



El Nochero, Santa Fé, Argentina



Centro de Pesquisas e Desenvolvimento (CEPED), Camaçari, Bahia, Brasil



Companheiro de trabalho em Santa Fé, Argentina





BASES PARA O CONCURSO DE FOTOGRAFIA DIGITAL TERRABRASIL 2008

Participantes

Poderão participar todos os inscritos em TerraBrasil 2008.

Temática

Serão aceitas imagens vinculadas ao evento realizadas nos dias 3 e 4, durante as oficinas, sendo consideradas especialmente aquelas que transmitam a idéia de que é possível construir de maneira distinta da convencional.

Obra

Poderão ser apresentadas até 3 fotografias por autor.

Apresentação

As fotografias devem ser tomadas com câmara digital. Os vencedores deverão apresentar sua câmara fotográfica com a imagem original de modo a certificar sua autenticidade.

É permitido o retoque na fotografia, desde que seja para aplicar filtros globais que melhorem sua qualidade (brilho, contraste, etc.). Não é permitido aplicar operadores globais para colocar ou eliminar elementos, misturar fotos ou modificar sua composição original.

As fotografias devem apresentar os seguintes requisitos:

arquivo JPG

tamanho mínimo do arquivo: 2,5 Megabytes (2,5 Mb)

tamanho máximo do arquivo: 5 Megabytes (5 Mb)

Para participar do concurso basta enviar as fotografias digitais para terrabrasil2008@gmail.com com uma mensagem contendo os seguintes dados:

nome do autor

pseudônimo

número da identidade ou número do passaporte

correio eletrônico

modelo da câmara utilizada

título da imagem

Também poderá ser entregue aos organizadores em *pendrive*

A inscrição de imagens no concurso será feita de forma gratuita.

Prazo

Aceitam-se imagens até o dia 5 de novembro às 18:00 horas

Resultado

Os jurados, representantes da UEMA, Rede Ibero-americana PROTERRA e Rede TerraBrasil, elegerão três imagens vencedoras.

Prêmios

Serão concedidos prêmios surpresas às três melhores fotografias.

Direitos Autorais

A comissão organizadora se reservará ao direito de publicar ou reproduzir, por si ou por terceiros, qualquer fotografia inscrita, mesmo não premiada, sem limitação de tempo nem de lugar, citando sempre o nome do autor. A fotografia ganhadora será exibida na página web da Rede Ibero-americana PROTERRA (www.redproterra.org)

Divulgação e premiação

A premiação dos ganhadores será realizada no dia 7 de novembro, no ato de encerramento de TerraBrasil 2008.



TEMA 1

MATERIAIS E TÉCNICAS DE CONSTRUÇÃO



PROJETO CORES DA TERRA: RESGATE, APERFEIÇOAMENTO E DIFUSÃO DA TÉCNICA DO BARREADO¹

Anôr Fiorini de Carvalho⁽¹⁾, Fernando de Paula Cardoso⁽²⁾

Universidade Federal de Viçosa
Avenida P.H. Rolfs – Departamento de Solos, sala 144, Viçosa, MG, Brasil
Tel: (55 31) 3899 1049 (1) afiorini@ufv.br (2) coresdaterra@ufv.br

Palavras-chave: barreado, tintas de terra, cores da terra

RESUMO

O projeto Cores da Terra, em interação com comunidades tradicionais, resgata e multiplica os conhecimentos relativos às técnicas de produção e aplicação de tintas que têm como fonte de pigmentos a terra. Tais técnicas passam por um processo gradual de substituição por materiais industrializados, que resulta no desuso de uma prática tradicional: o barreado. Ao buscar as razões para o desuso da prática, constatou-se que havia outros motivos, tais como a demanda freqüente por manutenção e a limitada variedade de cores proporcionada pelas argilas. Concluiu-se que tais motivos, respectivamente, justificavam-se pelo dispendioso tempo gasto nas freqüentes manutenções, pois, o barreado se desprende com facilidade, e pela limitada variedade de cores presentes nas argilas. Propôs-se então, a utilização de adesivos para a efetiva fixação do barreado, o que também possibilitaria a utilização de solos pouco argilosos – pois, sabe-se que as argilas puras se aderem com mais facilidade as superfícies, em função do tamanho e forma de suas partículas – e, conseqüentemente, o acesso a uma maior variedade de cores. Para tanto, o projeto interagiu com pintores profissionais e pessoas das comunidades, que contribuíram substancialmente para o aperfeiçoamento do processo de fabricação das primeiras amostras. E, passou-se a realizar oficinas no município de Viçosa e arredores, escolas, eventos, comunidades e assentamentos rurais, em âmbito nacional, com a missão de potencializar o resgate e a difusão de técnicas vernaculares, além da possibilidade de gerar trabalho, renda e, principalmente, acesso a pintura.

1. INTRODUÇÃO

Das iniciativas de um pintor e um artista plástico viçosenses, surgiu em 1999 a idéia de utilizar a terra como fonte de pigmentos base para a fabricação de tintas. As primeiras tentativas resultaram na pintura de algumas paredes e telas. Dado o contato entre tais profissionais e o docente Anôr Fiorini de Carvalho, do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa (UFV), foi vislumbrada a possibilidade de se resgatar os conhecimentos tradicionais relativos ao barreado. Para tanto, foi encaminhada em 2005 a proposta de consolidar um projeto via Programa Institucional de Bolsas de Extensão (PIBEX). Aprovado, o projeto “Cores da Terra: Auto-estima, você é quem pinta” constituiu uma equipe composta por docentes e estudantes dos cursos de Agronomia, Arquitetura e Urbanismo, Economia Doméstica e Geografia para, a partir de então, dar-se início às primeiras pesquisas e à interação com comunidades tradicionais.

2. O PROJETO

O enfoque adotado foi o da interação sócio-acadêmica que propõe o desenvolvimento técnico em íntima relação com a sociedade. O argumento para esse enfoque é o de que, se desde o nascedouro da proposta a comunidade for envolvida, muitos aspectos ligados à realidade sócio-cultural, estarão considerados no processo de construção da solução tecnológica (Carvalho, 2007).

A partir do resgate de conhecimentos em comunidades tradicionais, a primeira iniciativa foi aperfeiçoar a técnica, em função dos fatores que passaram a caracterizar o seu desuso. A dificuldade de aderência das argilas às superfícies, por exemplo, foi reduzida com a

sugestão de se utilizar o grude ou cola de amido, de produção doméstica. No entanto, o grude apresentou pouca resistência às intempéries e passou a compor tintas para a pintura de paredes internas, protegidas do sol e da chuva. E, à medida que os profissionais pintores e membros das comunidades fizeram uso da técnica aperfeiçoada, surgiram dúvidas e novas propostas relativas à natureza dos materiais utilizados. O PVA, por exemplo, passou a ser utilizado como adesivo – apesar de aumentar os custos econômicos e ambientais do processo – e possibilitou a fabricação de tintas com maior poder de adesão. Para diminuir o consumo do PVA e possibilitar a permeabilização das paredes, a experiência de profissionais ligados à construção civil também levou ao desenvolvimento da possibilidade de incluir a cal de pintura nas misturas. Naturalmente, os adesivos também contribuíram para sanar outro fator que caracterizava o desuso do barreado, a limitada variedade de cores presentes nas argilas, pois, possibilitou a utilização de uma maior variedade de solos.

Com tais aperfeiçoamentos – mesmo que insuficientes – a técnica passou a ser difundida com a realização de oficinas em comunidades, assentamentos rurais, escolas e eventos em âmbito nacional. A publicação de reportagens nas mídias escrita, falada e televisada, garantiram um reconhecimento de “existência” da técnica pela população a partir da veiculação de informações e confecção de uma cartilha com linguagem acessível, utilizada nas oficinas e também disponibilizada em meio digital.

3. O RESGATE

As visitas de resgate de conhecimentos aconteceram em Araponga, Minas Gerais, município da Zona da Mata mineira, onde ainda se identifica o uso do barreado (figura 1). A partir de visitas e conversas informais, foi possível obter relatos importantes, referentes à tradição e técnicas vernaculares de construção, geralmente, de terra crua, em pau-a-pique, com casas erigidas por ajuda mútua. Era prática comum o noivo erguer o entramado de madeira e a cobertura, para depois convidar os vizinhos e parentes, na semana anterior ao casamento, para barrear o entramado de madeira. Já o barreado – entendido como pintura – era feito pela família moradora, na maioria dos casos pelas mulheres, que eram responsáveis pelos cuidados e embelezamento da moradia. Segundo relatos, em geral, o barreado interno era aplicado anualmente, o externo a cada semestre e o das paredes da cozinha e do fogão à lenha, quinzenalmente, devido à fuligem impregnada pela fumaça. Uma pequena quantidade de barro para manutenção era armazenada debaixo do assoalho em forma de bolas ou guardada em sacos ou latas.



Figura 1 – Casa rural barreada, em Araponga, Minas Gerais

E, diferente de outras regiões, em que o barreado é feito com argila de cores branca ou cinza, em Araponga identificou-se o uso de outras cores de solos, com tonalidades amareladas e avermelhadas, apesar de seu pequeno poder de adesão.

A aplicação do barreado (figura 2) é feita com pano embebido pela mistura de barro e água, sendo que, na primeira demão, aplica-se uma massa mais concentrada e, na segunda demão ou acabamento, uma massa mais diluída, em geral no dia seguinte a primeira aplicação, para cobrir frestas e homogeneizar a superfície.



Figura 2 – A aplicação do barreado em forno

No caso da pintura de casas, faz-se o barrado, uma faixa do piso até a altura de um metro, com cor mais escura, obtida de solos com maior concentração de matéria orgânica decomposta ou a partir da mistura de argila com cinzas ou carvão. O barrado cumpre a função de mascarar a sujeira provocada pelos respingos de água e pelo contato de animais e calçados com as paredes. O barro também era aplicado nos pisos de terra batida, mas com uma mistura de esterco bovino fresco e argila, o que promovia a estabilidade do piso e a limpeza da moradia.

No entanto, as práticas têm caído em desuso, uma vez que os materiais não são aplicados com adesivos e sabendo que as argilas se desprendem facilmente das superfícies, exigindo constante reposição, além de limitar a variedade de cores. Por esses e outros motivos, a utilização do barreado tem se reduzido muito no meio rural e praticamente inexistente no meio urbano.

4. O APERFEIÇOAMENTO

Em função do resgate dos conhecimentos, identificou-se o principal fator responsável pelo desuso do barreado: a dificuldade de aderência às superfícies, que poderia ser sanada pelo uso de adesivos. Comuns na fabricação industrial de tintas, os adesivos cumprem a função de consolidar e fixar as partículas dos pigmentos às superfícies, além de garantir plasticidade ao filme. No entanto, dificultam as trocas térmicas entre as paredes e o meio, o que resulta em acúmulos de umidade, fungos e o surgimento de bolhas, comprometendo a qualidade estética da pintura e a saúde dos moradores. A pintura a base de minerais foi utilizada no passado, em edifícios geralmente de terra crua, e garantia a “respiração” das paredes. Um aspecto particularmente importante está relacionado com a proteção contra a umidade. Com efeito, as paredes dos edifícios atuais são construídas de forma a impedir, tanto quanto possível, a penetração da água do exterior, razão pela qual se executam cortes de capilaridade junto às fundações, revestimentos impermeabilizantes, caixilharia estanque, coberturas e remates. Pelo contrário, o modelo de funcionamento das paredes antigas, mais espessas e porosas, sem cortes de capilaridade, admitia a entrada de água para o interior da alvenaria, mas evitava uma permanência prolongada, procurando promover a sua fácil e rápida saída para o exterior. Assim, a ascensão capilar da água através das fundações (naturalmente, em quantidade moderada), fazia parte do funcionamento normal da parede, que rapidamente promovia a sua expulsão por evaporação (Tavares e Veiga, 2002).

Um adesivo tradicionalmente apropriado, conhecido como grude ou cola de amido, foi utilizado para a fabricação das primeiras amostras. Por não formar um filme plástico sobre as superfícies ao ser misturado com pigmentos minerais, seu uso trouxe bons resultados, por permitir a permeabilização das paredes e possuir baixíssimo custo de produção. No entanto, a resistência era insuficiente frente às intempéries, apesar da possibilidade de ser aplicado em paredes internas, a salvo da insolação e da chuva. Outro adesivo utilizado foi o PVA, que solucionaria o problema da adesão e resistência a intempéries, mas, com isso, acarretaria alguma impermeabilização às superfícies, mesmo se aplicado com pigmentos minerais, e aumentaria substancialmente o custo final de produção da tinta. Frente aos dois extremos, o contato com profissionais pintores resultou na possibilidade de utilizar uma mistura de PVA, em menor quantidade, e cal de pintura. A cal, nesse caso, também atuaria como um adesivo ao ser misturada com pigmentos minerais e água, devido à sua carbonatação, que forma um filme rígido e permeável. Constatou-se até então que, sem o uso do PVA a pintura se desprenderia naturalmente, como é comum em paredes caiadas.

Além da problemática referente aos adesivos, outras limitações dizem respeito à variedade de superfícies de aplicação, que apresentam resultados diferentes de acordo a existência ou não de pinturas antigas, os materiais de construção e o comportamento ambiental dos mesmos. No entanto as paredes pintadas necessitam naturalmente de manutenção, seja qual for a composição das superfícies e tintas aplicadas, o que não exclui, obviamente, a necessidade de aperfeiçoamentos técnicos. Entretanto, os maiores limites referem-se à redução dos custos ambientais e de produção, além da possibilidade de permitir a auto-produção e o acesso à pintura àqueles que não tem condições de pagar pelas tintas industrializadas.

5. A DIFUSÃO

O compartilhamento do diálogo se dá, para Freire (1985), na comunicação, que implica uma reciprocidade que não pode ser rompida. Em “Extensão ou Comunicação?”, Paulo Freire, critica a ação extensionista focada em “estender” as técnicas dos especialistas, com as quais se pretende substituir os procedimentos empíricos das pessoas. Para o autor, tal “extensão” representa uma invasão cultural, consequência da antidialogicidade. O autor explica que os obstáculos com os quais se defrontam os técnicos, em grande parte, são obstáculos de caráter cultural. O que, porém, não apenas se pode, mas se deve discutir, é a forma de compreender e de buscar alternativas, que não podem ser vistas como algo separado do universo cultural em que se dá. Desta forma, a capacitação técnica jamais se reduziria à transferência de receitas tecnicistas e se faria uma atividade realmente criadora. Assim, o caráter de agentes da ação, que têm os que tomam a iniciativa desta, deixa de pertencer-lhes, na síntese, no momento em que as pessoas assumem o papel também de agentes da ação (Freire, 1982).

Seguindo os ensinamentos de Paulo Freire, a difusão da técnica se dá em oficinas previamente organizadas, que partem, num primeiro momento, de dinâmicas participativas para o resgate dos conhecimentos. Naturalmente, surgem referências ao barreado e outras técnicas tradicionais de construção e, muitas vezes, exemplos de pigmentos e da extração dos mesmos a partir de solos, plantas e outras fontes regionalmente apropriadas. Assim, a atenção é voltada para as antigas práticas e a razão de seu desuso, para, noutro momento, convidar os participantes para uma percepção ambiental e análise das possibilidades locais referentes à extração de pigmentos e produção de tintas a base de terra. Discutem-se as características dos solos e faz-se a análise empírica de algumas amostras, com testes texturais e suspensão dos pigmentos em meio líquido. Das amostras analisadas, retiram-se aquelas mais apropriadas, geralmente com maior teor de argila e cores mais atraentes, para a confecção de uma pequena paleta de cores (figura 3) que será avaliada coletivamente.



Figura 3 – A paleta de cores

Dessa avaliação, selecionam-se os dois melhores resultados e retorna-se a campo para a coleta de quantidades maiores dos solos selecionados para a produção de duas porções de dezoito litros de tinta (figura 4), sendo uma com o uso do grude como adesivo e outra com o uso de cola branca.



Figura 4 – A produção da tinta

Primeiro, executa-se a produção do grude, a partir de uma mistura de água, polvilho azedo e soda cáustica, para depois acrescentar-se a amostra do solo escolhido. Processo parecido ocorre durante a produção da tinta com cola branca e, rapidamente, as duas amostras de tinta ficam prontas e parte-se ao próximo estágio, que é o da aplicação. Antes são explicadas as fases dos processos de preparação das superfícies e pintura, contando sempre que possível com a experiência profissional de pedreiros e pintores da localidade.

Tais oficinas se concentraram, inicialmente, em áreas peri-urbanas do município de Viçosa, em parceria com conselhos paroquiais (figura 5) e depois, em assentamentos rurais, em parceria com o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). Também foram realizadas oficinas em escolas municipais, encontros estudantis, comunidades rurais e eventos em âmbito nacional.

6. RESULTADOS

Até então o projeto apresentou, no campo da técnica, a possibilidade de se utilizar a terra como fonte de pigmentos para a produção de tintas, ainda dependendo de estudos mais aprofundados. E, no campo da interação sócio-acadêmica, desenvolveu um processo didático-pedagógico que o diferencia, frente à Extensão Universitária tradicionalmente praticada. Assim, o principal resultado obtido pelo projeto refere-se à tentativa de gerar

autonomia, a partir do incentivo a auto-produção, utilizando como meio para tanto, conhecimentos tradicionais resgatados e readaptados às condições atuais. O barreado e a auto-produção de tintas são, enfim, exemplos práticos, sendo que o mais importante é o processo interativo desenvolvido, ferramenta para o resgate de mais conhecimentos.



Figura 5 – A pintura da igreja de Nossa Senhora da Imaculada Conceição

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entre os anos de 2005 e 2007 o projeto desenvolveu atividades em parceria com o conselho paroquial do bairro Nova Viçosa, que culminaram na realização de um Curso de Formação de Tintores². O tintor seria o profissional capacitado para aplicar a técnica de produção e aplicação de tintas à base de terra, após participar do referido curso. Um grupo de quinze pessoas, constituído por profissionais da construção civil e desempregados, participou do processo dividido em módulos temáticos, sendo que a última atividade realizada foi a pintura externa da Igreja de Nossa Senhora da Imaculada Conceição (figura 6). Durante o processo, houve o envolvimento de moradores e realização de pesquisas com o intuito diagnosticar, mesmo que superficialmente, as condições habitacionais do bairro, com foco na situação das moradias referente à pintura. Dentre 36 pessoas entrevistadas em Nova Viçosa, no início das atividades do projeto, 83% disseram que suas casas necessitavam de pintura; 30% das pessoas nunca haviam pintado suas casas, destas, 14% disseram que o motivo era a falta de reboco das paredes e 39% alegaram o preço da tinta convencional. A leitura quantitativa destes dados nos fez crer, a princípio, que a questão financeira - o custo da tinta convencional e a prioridade dada pelo morador à compra de outros bens essenciais - era a principal causa da falta de pintura das casas. Por conseguinte, subentendeu-se que o uso da tinta à base de solos, pelo seu baixo custo, boa duração e fácil aplicação, seria adotado, de modo rápido pelos moradores do bairro (Honório, 2007).

No entanto, ao final do processo, já em 2007, constatou-se que poucas casas haviam sido pintadas no bairro. Honório (2007) observou que, apesar de pouca adotada pelos moradores, a tecnologia teve grande repercussão na cidade, outras localidades e estados, além do significativo o uso da tinta por um grupo de pessoas que dispõem de melhor poder aquisitivo, sendo que, nesses casos, a aplicação foi feita por profissionais contratados. Constatações parecidas foram apresentadas por D'Ávila, Carvalho e Cardoso (2008) ao enfatizar a necessidade de, em parceria com alguns articuladores de Acessoria Técnica, Social e Ambiental à Reforma Agrária (ATES), problematizar a prática realizada pelo projeto Cores da Terra nos assentamentos de reforma agrária, para além da realização de oficinas.



Figura 6 – A igreja de Nossa Senhora da Imaculada Conceição

Além das referidas problematizações, há as questões de ordem técnica, referentes ao estudo das propriedades dos solos e pigmentos, adesivos e superfícies de aplicação, tendo-se em vista a necessidade de facilitar o processo de produção e o acesso em função de especificidades regionais. Atualmente, a equipe do projeto tem buscado respostas, a partir da análise das atividades realizadas e experimentos técnico-didáticos, ainda prematuros.

BIBLIOGRAFIA

CARVALHO, A. F. Influência das características mineralógicas, químicas e físicas de solos, na qualidade de tintas imobiliárias de baixo custo, produzidas à base de solos com tecnologia social. Projeto de Pesquisa. UFV, Viçosa, 2007.

D'ÁVILA, C. M; CARVALHO, A. F; CARDOSO, F. P. O Programa de Acessoria Técnica, Social e Ambiental à Reforma Agrária (ATES) e o resgate do saber local. Trabalho apresentado no 3º Encontro da Rede de Estudos Rurais. Campina Grande, PB, 2008.

FREIRE, P. Extensão ou Comunicação? Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra, 1985.

FREIRE, P. Ação Cultura para a liberdade. Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra, 1982.

HONÓRIO, L. M. Por detrás da pintura: Reflexão acerca da atuação do projeto Cores da Terra no bairro Nova Viçosa, Viçosa – MG, no período de 2005 a 2007. UFV, Viçosa, 2007.

TAVARES, M; VEIGA, M. R. Características das paredes antigas: Requisitos dos revestimentos por pintura. In: Actas do Encontro: A indústria das tintas no início do século XXI. Lisboa. APTETI, 2002.

NOTAS

1 – Prática comum no meio rural mineiro, que consiste no revestimento ou pintura de paredes com argila pura, geralmente de cor branca, diluída em água e aplicada com pano úmido ou brocha. O mesmo termo também é utilizado em Minas Gerais e outras regiões para significar a prática do barreamento no processo de construção do pau-a-pique ou taipa de mão.

2 – Assim foi denominado o curso voltado à capacitação de profissionais para a fabricação e aplicação da tinta de solos, ministrado a moradores do bairro no ano de 2006.

AUTORES

Anôr Fiorini de Carvalho, engenheiro agrônomo, Universidade Federal de Viçosa (UFV), mestrado em Solos e Nutrição de Plantas; Projetos de Extensão: Cores da Terra e Agricultura Urbana.

Fernando de Paula Cardoso, graduando em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Projetos de Extensão: Cores da Terra e Terra Crua: uma alternativa para a produção de habitação social em assentamentos rurais.

**PROGRAMA INTERLABORATORIAL PROTERRA. ENSAIOS DE ADOBE****Célia Neves¹, Obede Borges Faria²**

(1) Rede Ibero-americana PROTERRA

Al. Praia de São Vicente, 40. Vilas do Atlântico. 42700-000 Lauro de Freitas, BA, Brasil

Tel: (55 71) 3379 3506 cnenves@superig.com.br

(2) Faculdade de Engenharia, UNESP – Universidade Estadual Paulista - campus Bauru;

Av. Eng. Luiz E.C. Coube, 14-01 17033-360, Bauru, SP, Brasil

Tel: (55 14) 3103 6112; obede@feb.unesp.br e obede.faria@gmail.com

Palavras-Chave: programa interlaboratorial; adobe, caracterização física, caracterização mecânica**RESUMO**

No presente trabalho, é relatado o desenvolvimento, assim como são apresentados os resultados da primeira etapa do Programa Interlaboratorial PROTERRA, cujo objetivo é definir procedimentos de ensaios e parâmetros de controle a partir dos resultados obtidos em ensaios realizados em diversas instituições. Esta etapa consiste no desenvolvimento e aplicação do procedimento para ensaio de determinação da resistência à compressão de adobes. Para isto, foram estabelecidos dois tipos de corpos-de-prova, ambos de formato cúbico (moldado e recortado; e moldado) e três diferentes dimensões – lados de 7,5 cm, 10 cm, e 15 cm. O artigo apresenta o resumo do plano de trabalho, nomeia as instituições e respectivas equipes que participaram desta etapa, apresenta particularidades respectivas ao desenvolvimento do projeto em cada laboratório e faz as primeiras considerações sobre os valores obtidos. As instituições participantes são denominadas como CECovi, CEPED, Rafaela, Torino e UNESP, porém sem identificar seus resultados. São destacados principalmente os resultados dos ensaios de caracterização dos solos empregados, o desenvolvimento sobre a preparação dos corpos-de-prova e o procedimento de realização dos ensaios de determinação da resistência à compressão. São tomados como referência os resultados do cubo recortado do adobe, com lados de 7,5 cm, e buscando obter relações, é analisado o comportamento dos corpos-de-prova cúbicos com lados de 10 cm e 15 cm. Além de se surpreender com os elevados resultados da resistência à compressão obtidos em dois laboratórios participantes, constata-se que, com a quantidade de ensaios realizado, ainda não é possível determinar o parâmetro de controle. Ao final, é comentado sobre a importância do programa interlaboratorial para o estabelecimento de procedimentos de ensaios e qualificação de produtos, destacando-se aqueles produzidos pela terra, a contribuição com a metodologia de projetos de pesquisa e seu efeito na Rede Ibero-americano PROTERRA.

1. INTRODUÇÃO

PROTERRA é uma rede internacional e multilateral de cooperação técnica que promove a transferência de tecnologia de arquitetura e construção com terra. PROTERRA surgiu em outubro de 2001 como um Projeto de Investigação temporal, de quatro anos, do Programa Ibero-americano de Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento – CYTED, com o objetivo de incentivar o uso da terra como material de construção, através da realização de projetos demonstrativos, publicações, cursos e outros eventos. Em fevereiro de 2006, quando finalizou o projeto de investigação PROTERRA/CYTED, criou-se a Rede Ibero-americana PROTERRA, com quase todos os membros do extinto projeto, além de outros interessados, com objetivos e linhas de ação semelhantes aos do projeto finalizado.

No início, o foco de PROTERRA era a habitação de interesse social e a proposta era dispor de um grupo de especialistas ibero-americanos que pudessem dar suporte técnico aos programas de construção desenvolvidos nos diversos países. Logo se percebeu que o uso da terra em programas de habitação de interesse social não aconteceria somente com a formação de uma equipe internacional de profissionais, pois já existiam, em cada país, profissionais competentes para dar o apoio técnico necessário. Porém, era necessário

estimular e difundir o uso da terra através de outras ações, de modo a dar o suporte científico à Arquitetura e Construção com Terra, através da elaboração de um acervo bibliográfico atualizado, adequado às atuais circunstâncias de cada país e região.

Uma destas ações corresponde à identificação e recomendação de ensaios e parâmetros para qualificação de produtos, tais como adobe, BTC, e também as alvenarias e paredes executadas nos mais diversos sistemas construtivos.

No final de 2007 foi iniciado um programa interlaboratorial, cuja primeira atividade era definir um procedimento de ensaio para determinar a resistência à compressão do adobe e parâmetros para sua qualificação.

Nos diversos artigos e documentos publicados que apresentam resultados ou limites de resistências à compressão de adobes, as referências aos procedimentos de ensaio são escassas ou, simplesmente, inexistentes. No âmbito ibero-americano, destacam-se as seguintes referências que citam procedimentos de ensaio e qualificação do produto:

- a *Norma técnica de edificación E.080 Adobe* (RNC, 2000) estabelece o ensaio de adobes em corpos-de-prova com forma de cubo recortado, cujo lado é igual à menor dimensão do adobe. Define a resistência última como o valor acima do qual se encontram 80% dos resultados de, no mínimo, 6 corpos-de-prova e indica que esta deve ser de 1,2 MPa, no mínimo. Não especifica velocidade de carregamento nem tempo de ensaio (figura 1a).
- Faria (2002) adapta as normas brasileiras NBR 6460 (ABNT, 1983) e NBR 8492 (ABNT, 1984) para ensaios de adobe. O corpo-de-prova corresponde às duas metades do adobe cortado ao meio e assentadas uma sobre a outra com argamassa de pasta de cimento e gesso (4 partes de cimento e 1 de gesso). No ensaio, o incremento de carga é da ordem de 10 MPa por minuto (figura 1b).
- Varum et al (2006) extrai corpos-de-prova cilíndricos com diâmetro compreendido entre 70 mm e 90 mm e altura aproximadamente igual ao dobro do diâmetro. Não cita velocidade de carregamento nem tempo de ensaio.

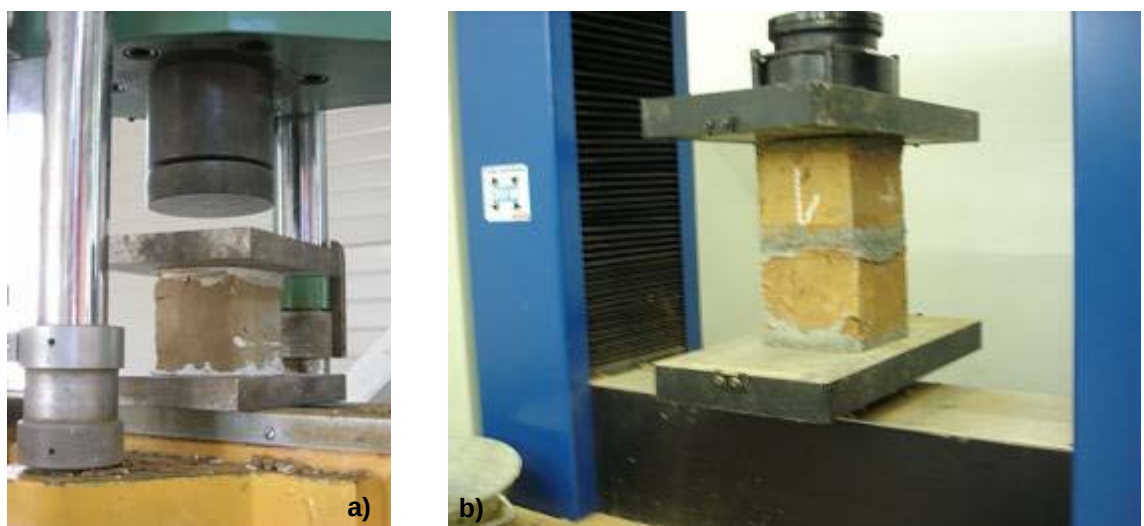


Figura 1 – Corpos-de-prova: a) cubo; b) adobe cortado e com as metades unidas

Uma vez que não é praticado um mesmo procedimento de ensaio, não é possível comparar os resultados citados nas diversas publicações. Com a realização do programa interlaboratorial, a Rede Ibero-americana PROTERRA espera propor um procedimento de ensaio de determinação da resistência à compressão de adobes que, se adotado por todos os pesquisadores e profissionais responsáveis pela qualificação do produto, poderia fornecer dados consistentes para identificar as principais características do adobe e proporcionar requisitos para a qualificação de sua alvenaria.

O presente trabalho apresenta os resultados da primeira etapa do Programa Interlaboratorial PROTERRA, que consistiu na realização dos ensaios propostos, em laboratórios de diversos países empregando o mesmo procedimento.

2. METODOLOGIA

A metodologia do programa interlaboratorial corresponde à elaboração do plano de trabalho, o convite aos diversos laboratórios para a adesão ao programa, e, após a análise e discussão dos resultados, a elaboração da proposta para um procedimento ibero-americano de ensaio de determinação da resistência à compressão de adobes.

O plano de trabalho compreendeu as seguintes etapas: escolha do solo; produção e preparação dos corpos-de-prova para ensaios; realização dos ensaios; e, registro dos resultados.

2.1 Escolha do solo

Foi estabelecido o uso do solo com a seguinte composição: teor de areia superior a 55% e teor de argila de cerca de 30%. Caso o solo disponível não atendesse a esta exigência, seria necessário promover a estabilização granulométrica, misturando dois ou mais solos até obter a composição granulométrica recomendada.

Para escolha do solo adequado, indicou-se a caracterização de solos disponíveis mediante os seguintes ensaios: composição granulométrica (peneiramento/sedimentação); limites de Atterberg (LL e LP); massa unitária no estado solto; e, teor de umidade do solo em estado solto.

Os ensaios para determinação da composição granulométrica e dos limites de Atterberg (limite de liquidez e limite de plasticidade) deveriam ser realizados de acordo com as normas vigentes em cada país, geralmente utilizados nos laboratórios de mecânica dos solos. Para os ensaios de determinação da massa unitária no estado solto (figura 2) e teor de umidade foram propostos procedimentos específicos, apresentados como anexo em Faria et al (2008).



Figura 2 – Determinação da massa unitária do solo – Laboratório D

2.2 Produção e preparo dos corpos-de-prova

Para avaliar a influência do processo de moldagem e do corte de adobe na resistência à compressão, adotaram-se dois tipos de corpo-de-prova, todos em formato cúbico: o cubo recortado de adobe e o cubo moldado.

Para isso, foram produzidos:

- a. Pelo menos 20 adobes, moldados em moldes com dimensões internas de 7,5 cm x 15 cm x 30 cm;
- b. Pelo menos 20 cubos, moldados em moldes com dimensões internas de 10 cm x 10 cm x 10 cm; e,
- c. Pelo menos 20 cubos, moldados em moldes com dimensões internas de 15 cm x 15 cm x 15 cm.

Para a amostragem de cada tipo de cubo, foi proposto o seguinte procedimento:

- Retirada aleatória de 10 unidades do adobe para o preparo de corpos-de-prova recortados. Cada adobe foi recortado ao meio e a sua metade foi novamente recortada de modo a obter o cubo com lado de 7,5 cm (*Cubo 7,5*) que corresponde à altura do adobe produzido;
- Retirada aleatória de 10 unidades do cubo de lado de 10 cm (*Cubo 10*) e 10 unidades do cubo de lado de 15 cm (*Cubo 15*).

2.3 Realização dos ensaios

Os 10 exemplares de cada amostra – Cubo 7,5 (recortado); Cubo 10 e Cubo 15 (moldados) – foram colocados em estufa a 100°C por 24 horas com o objetivo de uniformizar a umidade dos corpos-de-prova preparados em diferentes regiões e condições climáticas.

Após a secagem, determinou-se a massa específica aparente dos corpos-de-prova obtida através da relação entre a massa seca e o volume.

Os corpos-de-prova foram submetidos ao ensaio de compressão com o carregamento a uma taxa de incremento de tensão de 0,29 MPa/min.

2.4 Registro dos resultados

Os dados obtidos foram registrados nas planilhas propostas, com o cálculo automático dos resultados.

2.5 Análise dos resultados

Inicialmente, os resultados foram analisados para cada laboratório, procurando-se identificar relações entre os valores de resistência à compressão e as dimensões dos corpos-de-prova e a variação dos valores para cada amostra, através do desvio padrão e coeficiente de variação.

Em seguida, compararam-se os resultados entre os diversos laboratórios, analisando-se o comportamento dos valores de resistência e dimensão dos corpos-de-prova.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Participaram do programa interlaboratorial as seguintes instituições:

CECOVI – Centro de Investigación y Desarrollo para la Construcción y la Vivienda, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fé, Argentina¹

CEPED – Centro de Pesquisas e Desenvolvimento, Brasil²

Dipartimento di Scienze e Tecniche per i processi di insediamento, Facoltà di Architettura, Politecnico di Torino, Itália³

Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista – campus Bauru, Brasil⁴

Laboratorio de Ingeniería Civil, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rafaela, Argentina⁵.

Os resultados apresentados a seguir não são identificados pelas respectivas instituições, mas como Laboratório de A a E.

3.1. Caracterização física do solo

Na tabela 1 são apresentados os resultados de composição granulométrica e limites de Atteberg, obtidos pelos 5 laboratórios.

Tabela 1 – Composição granulométrica e limites de Atteberg dos solos empregados

Propriedade	Laboratório					Granulometria proposta
	A	B	C	D	E	
Granulometria						
pedregulho (%)		5				
areia (%)	65	52	72	71	15	≥ 55%
silte (%)	9	23	22		56	
argila (%)	26	20	6	29*	29	≅ 30%
Limites Atteberg			**	**		
LL (%)	25	41			42	
LP (%)	18	21			20	
IP (%)	7	20			22	
Composição solo	2 solos	1 solo	2 solos	2 solos	1 solo	

* corresponde ao teor de silte + argila

** não foram determinados os limites de Atteberg para a mistura de 2 solos

O estabelecimento de uma faixa granulométrica para o programa interlaboratorial teve dois propósitos: trabalhar com um tipo de solo granulometricamente semelhante e evitar o uso de adições para o preparo dos corpos-de-prova.

De início, constatou-se a dificuldade que os laboratórios tiveram em obter o tipo de solo especificado, mesmo com a possibilidade de mistura de dois ou mais tipos de solos. No entanto, não foi necessário adicionar palha ou qualquer outra adição para o preparo dos corpos-de-prova.

3.2. Produção dos adobes e cubos

Os laboratórios confeccionaram os moldes para a produção dos adobes e cubos conforme as dimensões internas estabelecidas no procedimento: 7,5 cm x 15 cm x 30 cm para o adobe e dois cubos com lados 10 cm e 15 cm cada. Os moldes foram confeccionados em madeira, com exceção do laboratório D que confeccionou moldes metálicos (figura 3).

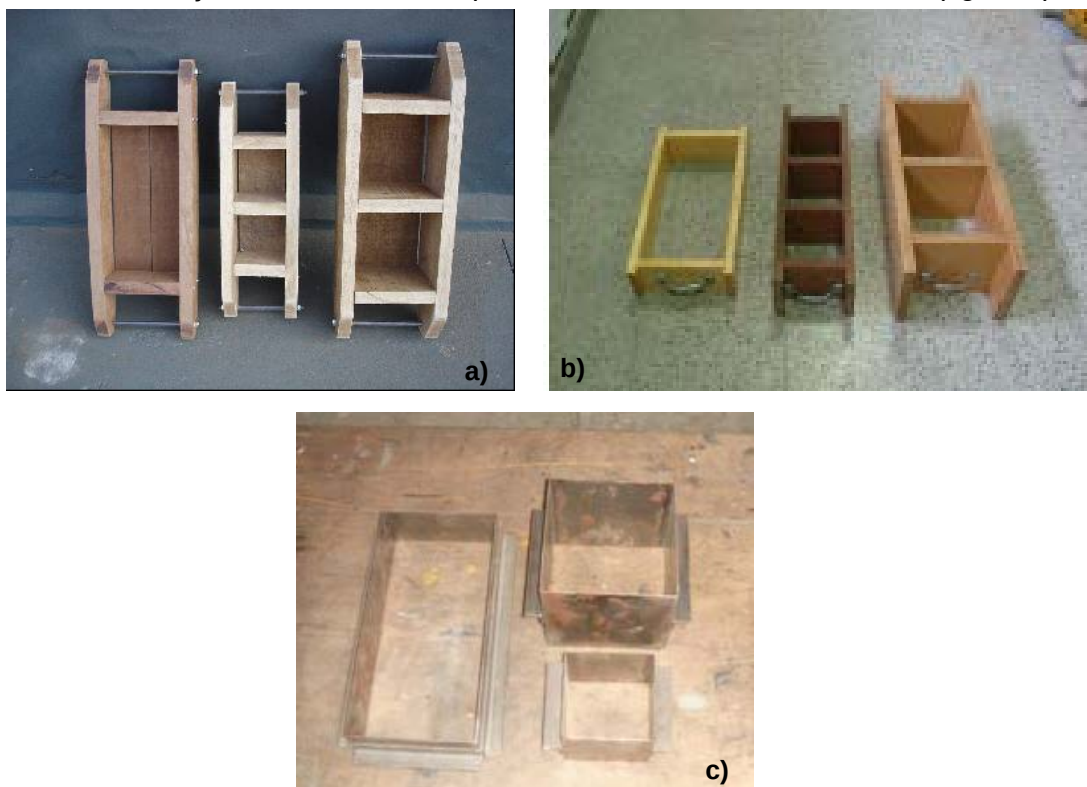


Figura 3 – Moldes para preparo dos corpos-de-prova a) Laboratório A; b) Laboratório C; c) Laboratório D (metálico)

Cada laboratório relatou como ocorreu a moldagem. Todos os laboratórios confirmaram maior dificuldade de preenchimento dos cubos, devido a “pequena abertura” em relação a altura do molde, se comparado com o molde prismático do adobe. A desmoldagem do cubo de 10 cm de lado também não foi fácil, em que pese o uso de areia, cinzas ou outro tipo de desmoldante.

Os laboratórios D e E comentaram a dificuldade de recortar com o serrote o adobe seco para o preparo do corpo-de-prova, conforme indicado por Faria (2002), pois o serrote perdia o fio (gume) muito rápido. Após algumas tentativas sem sucesso, utilizaram uma máquina elétrica com disco de corte.

Os laboratórios B e E informaram a quantidade de água adicionada ao solo para o preparo dos adobes e cubos que, coincidentemente, foi da ordem de 35% (relação percentual entre a massa de água adicionada e a massa seca do solo). Na figura 4 são mostrados os corpos-de-prova produzidos por alguns dos laboratórios.



Figura 4 – Preparo dos corpos-de-prova a) Laboratório E; b) Laboratório C; c) Laboratório D; Laboratório B

3.3. Caracterização física e mecânica dos adobes

Na tabela 2 são apresentados os resultados médios de massa específica aparente dos corpos-de-prova, que corresponde à relação entre a massa seca e o volume calculado pelas medidas dos lados de cada exemplar.

Para que se pudessem isolar as variáveis decorrentes do tipo de solo empregado em cada laboratório e da forma de preparo dos adobes e corpos-de-prova, foram calculadas as massas específicas relativas aos valores médios dos respectivos Cubos 7,5 (tabela 3).

Tabela 2 – Massa específica aparente (ρ_{ap}) dos vários tipos de corpos-de-prova ensaiados

Tipo de CP	Laboratório				
	A	B	C	D	E
Cubo de 7,5 cm					
média (kg/m ³)	1860	1580	1860	1610	1900
desvio padrão (kg/m ³)	270	60	30	120	20
Coeficiente de variação (%)	14,5	3,8	1,6	7,5	1,0
Cubo de 10 cm					
média (kg/m ³)	1740	1760	1950	1680	1940
desvio padrão (kg/m ³)	70	50	90	50	20
Coeficiente de variação (%)	4,0	2,8	4,6	3,0	1,0
Cubo de 15 cm					
média (kg/m ³)	1750	1730	1950	1750	1930
desvio padrão (kg/m ³)	30	50	20	90	10
Coeficiente de variação (%)	1,7	2,9	1,0	5,1	0,6

Tabela 3 – Massa específica aparente dos diferentes corpos-de-prova em relação à do Cubo 7,5

Tipo de CP	Laboratório				
	A	B	C	D	E
Cubo de 7,5 cm	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Cubo de 10 cm	0,93	1,11	1,05	1,04	1,02
Cubo de 15 cm	0,94	1,09	1,05	1,09	1,02

Analisando-se os resultados apresentados na tabela 3, constata-se que a massa específica aparente da amostra Cubo 7,5 (recortado) é inferior a das amostras Cubo 10 e Cubo 15, com exceção do Laboratório A. Este fato demonstra que a dificuldade de preenchimento dos cubos durante a moldagem dos corpos-de-prova aparentemente não interferiu na compactação da mistura. Constata-se também que os valores das massas específicas aparentes dos corpos-de-prova moldados são mais próximos entre si.

Na tabela 4 são apresentados os resultados médios de resistência à compressão obtidos pelos diversos laboratórios e, na tabela 5, a velocidade de carregamento, para cada tipo de amostra ensaiada

Tabela 4 – Resistência à compressão (fc).

Tipo de CP	Laboratório				
	A	B	C	D	E
Cubo de 7,5 cm					
média (Mpa)	1,24	0,45	1,24	6,41	5,99
desvio padrão (MPa)	0,10	0,04	0,25	0,63	0,35
coeficiente de variação (%)	8,1	8,8	20,2	9,9	5,8
Cubo de 10 cm					
média (Mpa)	1,21	0,43	1,50	4,67	5,70
desvio padrão (MPa)	0,20	0,03	0,21	0,38	0,36
coeficiente de variação (%)	16,5	7,2	13,9	8,1	6,2
Cubo de 15 cm					
média (Mpa)	1,13	0,43	1,71	4,86	5,42
desvio padrão (MPa)	0,05	0,02	0,24	0,58	0,24
coeficiente de variação (%)	4,4	5,8	14,2	11,9	4,4

O Laboratório D não ensaiou as 10 unidades de cada amostra conforme estabelecido no procedimento porque o capeamento preparado para regularizar as superfícies de carregamento se soltou durante o manuseio de alguns corpos-de-prova (figura 5).



Figura 5 – Desprendimento do capeamento – Laboratório D

Tabela 5 – Velocidades, propostas e efetivas, de carregamento (kgf/min)

Tipo de CP	Laboratório					Velocidade proposta
	A	B	C	D	E	
Cubo de 7,5 cm	163	500	168	380	160	163
Cubo de 10 cm	289	615	300	490	287	289
Cubo de 15 cm	650	488	660	1160	653	650

Os Laboratórios B e D não atenderam às velocidades de carregamento propostas, que correspondiam à taxa de incremento de tensão de 0,29 MPa por minuto, pois os equipamentos disponíveis não permitiam sua regulação.

Na tabela 6 e na figura 6 são apresentados os resultados relativos de resistência à compressão, tomando-se por base os valores médios dos cubos 7,5, dos respectivos laboratórios.

Tabela 6 – Resistência à compressão dos diferentes corpos-de-prova em relação à do Cubo 7,5

Tipo de CP	Laboratório				
	A	B	C	D	E
Cubo de 7,5 cm	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Cubo de 10 cm	0,98	0,96	1,21	0,73	0,95
Cubo de 15 cm	0,91	0,96	1,38	0,76	0,90

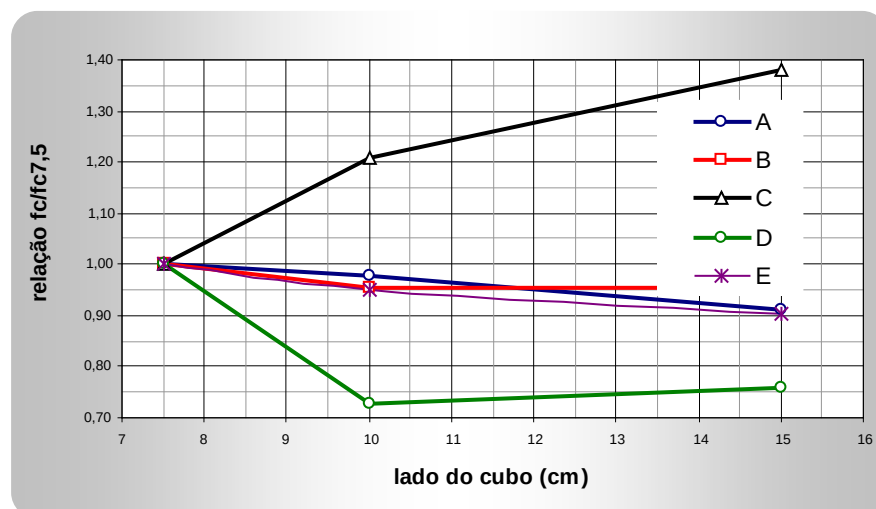


Figura 6 – Relação entre a resistência à compressão e as dimensões do cubo, tomando-se por base o cubo de 7,5 cm de lados

Com exceção dos resultados do Laboratório C, os resultados apontaram uma tendência de redução de resistência à compressão, à medida que aumenta a dimensão do CP. A diferença entre as médias, com exceção dos laboratórios C e D, atinge, no máximo, 10% do valor.

O Laboratório B também determinou a resistência à compressão do corpo-de-prova correspondente à metade do adobe sendo a área de aplicação da carga as dimensões de 15 cm x 15 cm e a altura de 7,5 cm. A média de valores de resistência à compressão foi de $(0,59 \pm 0,06)$ e coeficiente de variação de 11,0%. Se comparar o resultado obtido com o do Cubo 7,5 do mesmo laboratório verifica-se o valor 31% mais elevado, provavelmente devido ao baixo índice de esbeltez do CP não cúbico.

Os resultados obtidos também permitem fazer as seguintes considerações:

- Não houve evidências de existir uma relação entre a composição granulométrica e a resistência à compressão dos corpos-de-prova;
- Surpreende os elevados valores de resistência à compressão obtidos pelos laboratórios D e E;
- Não houve variação expressiva da resistência à compressão em relação à dimensão do corpo-de-prova cúbico.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Programas interlaboratoriais são realizados com o objetivo de se obter e comparar resultados de ensaios adotando-se os mesmos procedimentos e, geralmente, com a mesma matéria-prima. No caso do Programa Interlaboratorial PROTERRA, descartou-se o uso da mesma matéria-prima devido à complexidade relativa ao envio de solos entre países. Optou-se por estabelecer requisitos (teores de areia e argila) para seleção da matéria-prima das amostras e definir procedimentos para a sua caracterização, o preparo de corpos-de-prova e de ensaios. O estudo de repetibilidade dos resultados deve ser realizado, posteriormente, em cada laboratório, já que existem muitas outras variáveis de características dos solos, como, por exemplo, a composição mineralógica.

O objetivo da primeira etapa do Programa Interlaboratorial Proterra é definir um procedimento de ensaio para determinar a resistência à compressão do adobe. Os resultados obtidos permitiram estabelecer as primeiras conclusões principalmente sobre dimensões do corpo-de-prova.

Uma vez que não se verificaram diferenças marcantes nos resultados de resistência à compressão devido ao tipo de preparo do corpo-de-prova, nem a de suas dimensões, sugere-se o uso do corpo-de-prova cúbico, recortado do adobe preparado com as dimensões de cada local, conforme já era indicado na norma peruana (RNO, 2000).

Em relação à velocidade de ensaio, não é possível verificar sua influência nos resultados obtidos porque seria necessária a realização de ensaios com os mesmos materiais, adotando velocidades diferentes. A fim de evitar variáveis indesejáveis, e enquanto não se dispõe de dados sobre o assunto, recomenda-se adotar uma velocidade de carregamento para o ensaio de resistência à compressão em adobes, sugerindo-se manter a taxa de incremento de tensão de 0,29 MPa/min indicada no procedimento de ensaio do programa interlaboratorial PROTERRA.

Com exceção do laboratório A, que já realizava ensaios em adobe desde 1997, os outros participantes não tinham histórico de preparação de corpos-de-prova nem de ensaio de resistência à compressão de blocos de terra. O Programa Interlaboratorial PROTERRA proporcionou a introdução de um procedimento sistematizado para a caracterização de adobes. Além do Laboratório A, que continua com as pesquisas sobre adobe, empregando, quando possível, os procedimentos de ensaios indicados no Programa Interlaboratorial PROTERRA, o Laboratório D iniciou uma sequência de ensaios de resistência à

compressão com adobes preparados com diversos tipos de solo, adotando os mesmos procedimentos.

Em seguida, a Rede Ibero-americana PROTERRA pretende:

- propor o procedimento de ensaio de resistência à compressão em adobe;
- propor o programa interlaboratorial para estabelecer o procedimento para ensaio em pequenas paredes de adobe para avaliar o comportamento da alvenaria de adobe, inclusive pelo método dos elementos finitos.

Espera-se a adoção do procedimento de ensaio de resistência à compressão em adobe por diversos laboratórios de modo a se obter uma coleção de dados de diferentes locais que permitirão aprimorar o conhecimento sobre as características físicas e mecânicas dos adobes, este antigo, mas ainda tecnicamente misterioso material de construção.

BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1983). NBR 6460 – Tijolo maciço cerâmico para alvenaria – verificação da resistência à compressão. Rio de Janeiro: ABNT.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1984). NBR 8492 – Tijolo maciço de solo-cimento – determinação da resistência à compressão e da absorção de água. Método de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT.

FARIA, O. B. (2002). Utilização de macrófitas aquáticas na produção de adobe: um estudo de caso na represa de Salto Grande (Americana-SP). São Carlos, Brasil. Tese (Doutorado), Programa de Doutorado do Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada CRHEA, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

FARIA, O. B.; OLIVEIRA, B. M. de; TAHIRA, M.; BATTISTELLE, R. A. G. (2008). Realização dos ensaios interlaboratoriais PROTERRA em Bauru-SP (Brasil). In: TerraBrasil 2008. VII Seminário Ibero-americano de Construção com Terra. II Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil. São Luís: UEMA; PROTERRA. 1 CD-ROM.

REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES (2000). Norma técnica de edificación NTE E.80 Adobe. Lima. 18p.

VARUM, H.; COSTA, A; PEREIRA, H.; ALMEIDA, J. Comportamento estrutural de elementos resistentes em alvenaria de adobe. In: TerraBrasil 2006. IV Seminário Arquitetura de Terra em Portugal. I Seminário Arquitetura e Construção com Terra no Brasil. Ouro Preto: ESG; UFMG; PROTERRA. 1 CD-ROM

NOTAS

1 – Equipe CECOV: Ariel González (coord.), Santiago Seghesso, María Eugenia Germano e Jeronimo Silva.

2 – Equipe CEDED: Célia Neves (ccord.), Ivo Oliveira, Clementino Passos, Adelson Profeta.

3 – Equipe Torino: Roberto Mattoni; Gloria Pasero.

4 – Equipe UNESP: Obede B. Faria (coord.), Bruno M. de Oliveira, Margareth Tahira, Rosane Ap. G. Battistelle.

5 – Equipe Rafaela: Mirta Sánchez, Hugo Begliardo, Susana Keller, Saida Caula, Fiorela Morero, Juan Pretti.

AUTORES

Célia Neves, engenheira civil, mestre em Engenharia Ambiental Urbana, pesquisadora, responsável pelo Laboratório de Engenharia Civil do CEPED e pelo Centro Tecnológico da Argamassa, este em parceria com a Universidade Federal da Bahia; coordenadora do Projeto de Investigação Proterra/CYTED e da Rede Ibero-americana PROTERRA até abril 2008.

Obede Borges Faria, Engenheiro Civil; Mestre em Arquitetura e Urbanismo (Tecnologia do Ambiente Construído); Doutor em Ciências da Engenharia Ambiental; Professor e Chefe do Departamento de Engenharia Civil, da Faculdade de Engenharia, da UNESP-Universidade Estadual Paulista, Campus de Bauru; Membro da Rede Ibero-Americana Proterra.



REALIZAÇÃO DO PROGRAMA INTERLABORATORIAL PROTERRA EM BAURU-SP (BRASIL)

**Obede Borges Faria¹; Bruno MatiuZZi de Oliveira²; Margareth Tahira²; Rosane Ap.
Gomes Battistelle¹**

(1) Faculdade de Engenharia, UNESP – Universidade Estadual Paulista - campus Bauru;
Av. Eng. Luiz E.C. Coube, 14-01 17033-360, Bauru, SP, Brasil
Tel +55 14 3103 6112; obede@feb.unesp.br e obede.faria@gmail.com; rosane@feb.unesp.br

(2) brunomat18@hotmail.com; margarethtahira@yahoo.com.br

Palavras-Chave: adobe, caracterização física, caracterização mecânica

RESUMO

O presente trabalho apresenta a contribuição do Departamento de Engenharia Civil, da Faculdade de Engenharia, da UNESP – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Campus de Bauru), com a proposta da Rede Ibero-Americana PROTERRA para a padronização de ensaios para caracterização física e mecânica de adobes (“Ensaio Interlaboratoriais”). Os adobes foram produzidos com uma mescla de solos de Bauru-SP (20% argila, 4% silte, 76%areia) e de Americana-SP (52% argila, 21% silte, 27%areia). Foram realizados ensaios de caracterização física dos solos (limites de Atterberg, composição granulométrica, massa unitária e teor de umidade em estado solto), para escolha da melhor proporção na mescla dos solos, de acordo com a metodologia proposta, o que resultou num solo com 29,5% de argila, 9,0% de silte e 61,5% de areia.. A mescla de solos teve sua composição granulométrica determinada em laboratório, para verificação da validade da metodologia. Os adobes e corpos-de-prova (CP) foram produzidos, preparados e ensaiados rigorosamente de acordo com a proposta de “Ensaio Interlaboratoriais”, acrescentando-se mais um formato de CP prismático (7,5 cm x 7,5 cm x 15 cm) e a realização do ensaio de determinação do módulo de ruptura na flexão. Os resultados encontrados apontaram dificuldades de execução para algumas etapas da metodologia, assim como sinalizaram algumas conclusões, as quais deverão ser confrontadas com os resultados obtidos por outros laboratórios, participantes dos “Ensaio Interlaboratoriais”.

1. INTRODUÇÃO, JUSTIFICATIVAS E OBJETIVO

As vantagens e desvantagens do uso da terra como material de construção, assim como as dificuldades de produção e aceitação deste material na atualidade, já foram amplamente estudadas, discutidas e apresentadas nos diversos eventos técnico-científicos que precederam o “TerraBrasil2008”. O conhecimento produzido pode ser facilmente acessado, consultando-se os registros destes eventos (atas, anais e memórias), assim como o farto material já publicado pelo projeto PROTERRA/CYTED, ao longo de seus quatro anos de execução.

Os autores do presente trabalho têm focado suas pesquisas científicas, ao longo dos últimos anos, sobre o adobe, justificados pelo fato desta técnica de construção com terra ser de aspecto e uso muito parecidos com os dos tijolos cerâmicos convencionais, considerando-se sua região de atuação (interior do Estado de São Paulo, Brasil). Isto facilitaria a aceitação por parte do usuário, além de permitir a autoconstrução, em função do custo praticamente nulo e da facilidade de transferência da tecnologia.

Para a terra ser aceita como material de construção pelos órgãos governamentais, principalmente os responsáveis pelo financiamento de habitações de interesse social, é necessário que se tenha amplo conhecimento técnico-científico sobre ela. Embora em algumas universidades a terra esteja sendo pesquisada, sente-se a necessidade de um maior número de ensaios experimentais, para melhor embasar as possíveis normas técnicas sobre o material.

Como não existem normas brasileiras para adobes, alguns pesquisadores brasileiros realizam o ensaio de determinação da resistência à compressão recortando-se o adobe ao meio e unindo-se as duas partes com argamassa. O corpo-de-prova montado desta forma foi proposto por Faria (2002), assim como a metodologia para os ensaios de determinação da resistência à compressão e do módulo de ruptura na flexão, e vem sendo adotado por outros pesquisadores brasileiros. Na verdade, se trata de adaptações das normas brasileiras para tijolos cerâmicos maciços e para tijolos de solo-cimento. No âmbito dos países ibero-americanos, existe uma norma peruana, *Norma técnica de edificación E.080 Adobe* (RNC, 2000), que estabelece o ensaio de adobes em corpos-de-prova com forma de cubo, cujo lado é igual à menor dimensão do adobe (o qual deve ser recortado).

São encontrados outros trabalhos científicos, nos quais apresentam-se resultados de resistência à compressão de adobes, porém, as referências à metodologia de ensaio adotada são escassas ou, simplesmente, inexistentes. Dessa forma, não é possível a comparação entre os resultados obtidos pelos diversos pesquisadores, já que não é adotada uma metodologia única para sua determinação. Com a realização do presente trabalho, espera-se contribuir com o preenchimento desta lacuna, em conjunto com outros centros de pesquisa.

O presente trabalho pretende contribuir com uma proposta ibero-americana de padronização de ensaios para caracterização física e mecânica de adobes. Esta proposta de padronização foi elaborada pela Eng^a Célia Maria Martins Neves (pesquisadora do CEPED – Centro de Pesquisas e Desenvolvimento da Bahia e coordenadora da Rede Ibero-Americana PROTERRA) juntamente com Obede Borges Faria (FEB/UNESP-Bauru), e apresentada à Rede PROTERRA, em julho de 2007. Tal proposta, denominada “Ensaio Interlaboratoriais”, consiste na realização de ensaios com adobes, utilizando vários tipos de corpos-de-prova, em laboratórios de diversos países ibero-americanos, para comparação e avaliação dos resultados, na busca de uma metodologia única de caracterização física e mecânica do material, no âmbito destes países.

2. METODOLOGIA

A metodologia de ensaios, tal como foi proposta aos membros da Rede Ibero-Americana Proterra, é apresentada no anexo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir, são apresentados breve descrição das atividades desenvolvidas, assim como resumo dos resultados obtidos e sua discussão.

3.1. Caracterização física dos solos

De acordo com a metodologia adotada, complementada por Faria (2002), a caracterização dos solos é composta pelos seguintes ensaios: *a)* Massa unitária no estado solto (ρ_s); *b)* Teor de umidade do solo no estado solto (U_s); *c)* Ensaio de determinação da distribuição granulométrica; e *d)* Limites de Atterberg (LL e LP). Estes dois últimos ensaios, realizados no Laboratório de Mecânica dos Solos, do Departamento de Engenharia Civil, da Faculdade de Engenharia, UNESP-Bauru.

Foram utilizados solos de suas procedências: Americana-SP (argiloso) e Bauru-SP (arenoso). Todo o solo utilizado na pesquisa passou por processo de destorroamento mecânico, com o auxílio de um destorroador de solos, da marca SAHARA. As amostras de solo utilizadas para os ensaios de caracterização foram extraídas durante o processo de produção dos adobes. Na figura 1 são mostradas algumas imagens da realização destes ensaios, cujos resultados médios são apresentados na tabela 1.



Figura 1 – De cima, no sentido horário: solos utilizados (Americana, mais claro e Bauru, mais escuro); destorreador de solos; coleta de amostras para determinação do teor de umidade natural; e, etapas do ensaio de determinação da massa unitária no estado solto.

Tabela 1 – Resultados médios dos ensaios de caracterização física dos solos

Solo	U_s (%)	ρ_s (g/cm ³)	Limites de Atterberg (%)			Granulometria (%)		
			LL	LP	IP	areia	silte	argila
Americana (A)	11,59	1,06	42,0	30,4	11,6	27	21	52
Bauru (B)	9,03	1,00	21,5	14,2	7,3	76	4	20

3.2. Adequação do solo

Como nenhum dos solos disponíveis apresentou teores de areia e argila próximos dos recomendados pela metodologia adotada (areia > 55% e argila $\cong$ 30%), foi necessário promover uma estabilização granulométrica, misturando os dois solos até a obtenção da composição granulométrica desejada.

Para tanto, utilizou-se a planilha de cálculos proposta na metodologia e, após algumas tentativas, optou-se por utilizar 2 partes do solo A (Americana) e 5 partes do solo B (Bauru) resultando em uma mistura com a composição apresentada na tabela 2 (“calculado”). Para verificação da validade dos cálculos efetuados pela referida planilha, foi realizado também um ensaio de determinação da distribuição granulométrica, com uma amostra do solo resultante desta mistura, cujos resultados são apresentados na tabela 2 (“medido”). Também foram realizados os ensaios para determinação dos limites de Atterberg, para a mescla.

Tabela 2 – Características da mescla de solos

	Granulometria (%)			Limites de Atterberg (%)		
	Areia	Silte	Argila	LL	LP	IP
Calculado	61,5	9,0	29,5			
Medido	65,0	9,0	26,0	24,6	18,0	6,6
Diferença (%)	-5,41	0,39	13,38			

Analisando-se estes resultados, pode-se concluir pela validade da metodologia proposta, para estimativa da composição granulométrica de mesclas de solos.

3.3. Produção dos adobes

Para a produção dos materiais de acordo com a metodologia adotada, foram confeccionadas as fôrmas apresentadas na figura 2, a saber: uma fôrma para um adobe (7,5 cm x 15 cm x 30 cm); uma fôrma para dois cubos (10 cm de lados, cada); e, uma fôrma para dois cubos (15 cm de lados, cada).

O solo utilizado na produção dos adobes foi destorroado mecanicamente, dispensando-se a operação de peneiramento manual, recomendada pela maioria dos autores. Como citado anteriormente optou-se por misturar 2 partes do solo de Americana e 5 partes do solo Bauru para a produção dos adobes.



Figura 2 – *Linha superior*: fôrmas para produção dos adobes e cubos (de 10 cm e de 15 cm de lados). *Linha inferior*: detalhe dos dois solos utilizados; à esquerda o solo de Americana; ao meio o solo de Bauru e, à direita, detalhe da mistura.

O amassamento e descanso do barro, assim como a moldagem dos adobes e cubos foram realizados de acordo com a metodologia adotada, com as principais etapas mostradas na figura 3.



Figura 3 – Amassamento do barro e moldagem dos adobes e cubos.

Nesta etapa, a maior dificuldade encontrada foi com a moldagem adequada dos cubos, porque a “boca” das fôrmas é muito pequena, comparada com sua altura, dificultando o

perfeito preenchimento do espaço com o barro. Foram produzidos 25 adobes, 15 cubos de 10 cm e 15 cubos de 15 cm.

3.4. Caracterização física e mecânica dos adobes

A amostragem e os ensaios de caracterização física e mecânica do material também seguiram, rigorosamente, a metodologia adotada. No entanto, além dos corpos-de-prova (CPs) recomendados por ela, foram ensaiadas mais duas séries de CPs, a saber: uma com adobes cortados ao meio e juntados com argamassa (metodologia adotada por Faria, 2002) e outra, com prismas de 7,5 cm de base por 15 cm de altura, para avaliação da influência da forma do CP (representada pelo seu índice de esbeltez, λ) sobre os resultados de resistência à compressão, como determina a teoria da resistência dos materiais (Beer e Johnston, 1989). Na figura 4 são mostrados alguns aspectos dos CPs e na tabela 3 um resumo dos resultados médios dos ensaios.



Figura 4 – Corpos-de-prova preparados, antes da ruptura.

Tabela 3 – Resultados médios da resistência à compressão (f_c), do índice de esbeltez (λ) e massa específica aparente (ρ_{ap}), dos vários tipos de corpos-de-prova ensaiados.

Tipos de CP	λ	$f_c \pm sd$ (MPa)	$\rho_{ap} \pm sd$ (kg/m ³)
Cubo de 7,5 cm	3,7	1,24 $\pm$ 0,10	1860 $\pm$ 270
Cubo de 10,0 cm	3,4	1,21 $\pm$ 0,20	1740 $\pm$ 70
Cubo de 15,0 cm	3,4	1,13 $\pm$ 0,05	1750 $\pm$ 30
Prisma (adobe cortado)	3,7	1,04 $\pm$ 0,17	1730 $\pm$ 20
Prisma (7,5 cm x 15,0 cm)	7,3	1,09 $\pm$ 0,11	1840 $\pm$ 40

Obs: λ foi calculado com as dimensões reais dos CPs.

Analisando-se os resultados apresentados na tabela 3, pode-se observar que houve uma redução de cerca de 8% de f_c , do *Prisma (adobe cortado)* com relação ao *Cubo15*, análogo ao observado por Ramos (2007). Provavelmente, este fato foi devido ao aumento do índice de esbeltez (λ) de 3,4 (*Cubo 15*) para 3,7 (*Prisma*), já que é sabido que a tensão crítica, em colunas, é proporcional ao módulo de elasticidade do material (E) e inversamente proporcional ao quadrado de seu λ (Beer e Johnston, 1989, p.581). Porém, nesta comparação não pode deixar de ser levado em consideração o fato de que no *Prisma* há a ocorrência de uma junta de argamassa, no ponto médio da altura do CP, a qual também pode ter causado uma perturbação.

Ainda sobre a influência do λ , pode-se observar que houve uma redução de cerca de 12% de f_c , do *Prisma 7,5 x 15* com relação ao *Cubo 7,5*, exatamente igual à encontrada por Ramos (2007), para a mesma variação de λ , ou seja, de 3,7 (*Cubo 7,5*) para 7,3 (*Prisma 7,5 x 15*). Neste caso, a única variável foi o λ , já que os dois tipos de CPs foram produzidos com o mesmo material, sem junta de argamassa intermediária.

Analisando-se os resultados apresentados na mesma tabela, e comparando-se apenas os relativos aos diversos cubos (com λ idênticos) pode-se observar que houve uma redução nos valores médios de f_c , o que poderá levar a supor que variando-se as dimensões do cubo, para um mesmo material, haverá variação nos resultados de resistência à compressão.

Considerando-se a possibilidade de adoção da norma Peruana (RNC, 2000), que recomenda, como corpo-de-prova para determinação da resistência à compressão cubos cortados de adobes, com lados iguais à menor dimensão dos adobes de origem e considerando-se que em cada localidade os adobes são produzidos com dimensões próprias, atendendo às necessidades e usos locais, somente seria possível comparar resultados de resistência obtidos por pesquisadores de diferentes procedências, caso seja encontrada alguma correlação entre dimensões dos cubos e resistência. Como é sabido que características particulares dos solos e da forma de produção dos adobes também poderão ter influência nos resultados de resistência, buscou-se, num primeiro momento, isolar estas duas variáveis, buscando-se a citada correlação de forma adimensional para a resistência, dividindo-se os resultados médios de f_c , de todos os cubos, pelo resultado médio do *Cubo 7,5*, como mostrado na tabela 4 e apresentado, graficamente, na figura 5.

Tabela 4 – Resultados médios da resistência à compressão (f_c), para os vários tipos de cubos ensaiados, e relação com o Cubo 7,5.

Forma do CP (dim. real)	f_c (MPa)	$f_c / f_{c\ 7,5}$
Cubo de 7,5 (7,2 cm)	1,24	1,00
Cubo de 10,0 (9,7 cm)	1,21	0,98
Cubo de 15,0 (14,5 cm)	1,13	0,91

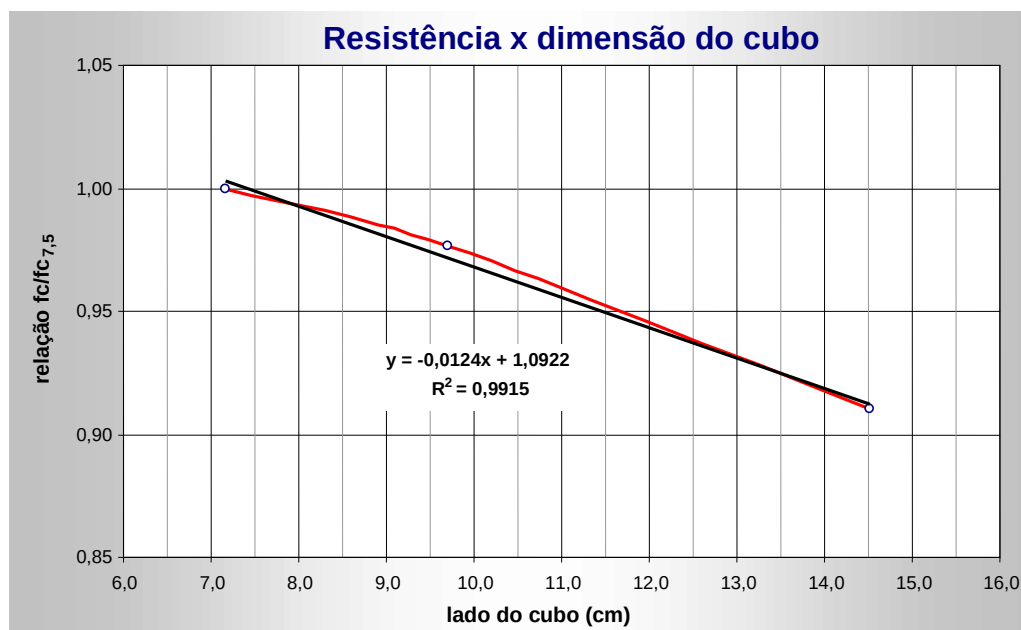


Figura 5 – Relação entre a resistência à compressão e as dimensões do cubo, tomando-se por base o cubo de 7,5 cm de lados. Em preto, a regressão linear

Se após a avaliação dos resultados encontrados pelos demais laboratórios, encontrarem-se as mesmas correlações, poder-se-ão comparar os futuros resultados de resistência à compressão encontrados futuramente, bastando uniformizá-los todos, por exemplo, pela seguinte equação (considerando-se a correlação linear):

$$f_{c\ 7,5} = f_{cL} / (1,0922 - 0,0124 L)$$

onde: f_{cL} = resistência média à compressão do cubo de lado L

$f_{c\ 7,5}$ = resistência média à compressão do cubo de lado 7,5 cm
 L = dimensão do lado do cubo, em cm

Também há que ser levado em consideração o efeito do confinamento, devido ao tipo de material utilizado na regularização das faces dos corpos-de-prova (no presente caso, argamassa de cimento e areia), fato alertado, durante a fase de apresentação da proposta de ensaios, pelos experientes professores Júlio Vargas Newman (da Pontifícia Universidade Católica, de Lima – Peru) e Normando Perazzo Barbosa (da Universidade Federal da Paraíba). Este efeito pode ser inferido pela observação dos padrões de ruptura dos corpos-de-prova, os quais podem levar a crer que esta influência seja maior nos cubos com dimensões maiores.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Finalizando, cabe ressaltar que conclusões mais consistentes a respeito do assunto pesquisado, somente serão possíveis a partir do momento em que os demais laboratórios participantes da proposta apresentarem os respectivos resultados. Ao final desta etapa, espera-se que seja possível o acordo de uma metodologia única, para caracterização física e mecânica de adobes, o que permitirá a comparação, por exemplo, entre os resultados de resistência à compressão, obtidos por laboratórios diversos.

BIBLIOGRAFIA

FARIA, O. B. (2002). Utilização de macrófitas aquáticas na produção de adobe: um estudo de caso na represa de Salto Grande (Americana-SP). São Carlos, Brasil. Tese (Doutorado), Programa de Doutorado do Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada CRHEA, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

BEER, F. P.; JOHNSTON JR., E. R. (trad. Paulo Prestes Castilho). (1989) Resistência dos materiais. 2.ed. São Paulo: McGraw-Hill. 653p.

RAMOS, S. C. Caracterização física e mecânica de adobe produzido com sedimento e macrófitas aquáticas do Reservatório de Salto Grande (Americana-SP). Bauru: FEB/UNESP, 2007. 110p. Trabalho de Conclusão de Curso.

REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES (2000). Norma técnica de edificación NTE E.80 Adobe. Lima. 18p.

AGRADECIMENTOS

À Pró-Reitoria de Pesquisa, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (PROPe/UNESP), pelo auxílio financeiro para participação no evento, através do Programa de Incentivo à Captação de Recursos (PICR).

AUTORES

Obede Borges Faria, Engenheiro Civil; Mestre em Arquitetura e Urbanismo (Tecnologia do Ambiente Construído); Doutor em Ciências da Engenharia Ambiental; Professor e Chefe do Departamento de Engenharia Civil, da Faculdade de Engenharia, da UNESP-Universidade Estadual Paulista, Campus de Bauru; Membro da Rede Ibero-Americana Proterra.

Bruno Matiuzzi de Oliveira, Engenheiro Civil; graduado pela Faculdade de Engenharia (UNESP-Bauru), em julho de 2008; orientado de Trabalho de Conclusão de Curso pelo Prof. Obede B. Faria.

Margareth Tahira, Engenheira Civil; graduada pela Faculdade de Engenharia (UNESP-Bauru), em dezembro de 2007; orientada de Trabalho de Conclusão de Curso pelo Prof. Obede B. Faria.

Rosane Aparecida Gomes Battistelle, engenheira civil; Mestre em Engenharia de Estruturas; Doutora em Ciências da Engenharia Ambiental; Professora do Departamento de Engenharia Civil e do Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Faculdade de Engenharia, da UNESP-Universidade Estadual Paulista, Campus de Bauru.

ANEXO – Ensaios Interlaboratoriais, propostos por Célia Neves e Obede Borges Faria, em julho/2007

PROPOSTA DE PADRONIZAÇÃO DE ENSAIOS PARA CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E MECÂNICA DE ADOBES

A norma peruana (*Norma técnica de edificación E.080 Adobe*, Lima, 2000) estabelece o ensaio de adobes em corpos-de-prova com forma de cubo, cujo lado é igual à menor dimensão do adobe. Como não existem normas brasileiras para adobes, alguns brasileiros realizam o ensaio com o adobe recortado ao meio, com as duas partes unidas com argamassa. O objetivo deste trabalho é realizar estes dois tipos de ensaios, em diferentes laboratórios, com os mesmos procedimentos, comparar o comportamento dos resultados e recomendar o procedimento de ensaio que se mostrar mais adequado.

O plano de trabalho compreende as seguintes etapas: **a)** escolha do solo; **b)** produção dos adobes e corpos-de-prova cúbicos; **c)** preparação dos corpos-de-prova; **d)** realização dos ensaios de determinação da resistência à compressão; e **e)** análise dos resultados.

1. ESCOLHA DO SOLO

Para escolha do solo adequado (terra), deverão ser realizados os seguintes ensaios, com os solos disponíveis: **a)** composição granulométrica (peneiramento/sedimentação); **b)** limites de Atterberg (LL e LP); **c)** massa unitária no estado solto; e, **d)** teor de umidade do solo em estado solto.

Com os resultados destes ensaios, será possível avaliar a adequação de um dos solos disponíveis, ou planejar e realizar a mistura de dois ou mais solos, de forma a obter um solo com **teor de areia superior a 55% e teor de argila de cerca de 30%**.

Os ensaios de determinação da composição granulométrica e dos limites de Atterberg (limite de liquidez e limite de plasticidade) devem ser realizados de acordo com as normas vigentes, utilizadas nos laboratórios de mecânica dos solos. Os demais ensaios são descritos a seguir.

1.1 Ensaio de determinação da massa unitária do solo em estado solto (ρ_s)

Antes de iniciar o ensaio, o solo deve estar com o mínimo teor de umidade possível, obtido naturalmente (sem necessidade de secagem em estufa). O solo deve ser destorreado, mecanicamente ou por peneiramento.

Equipamentos:

- Recipiente metálico paralelepípedo, com volume de 5 dm³ (5 litros);
- Balança com precisão de 1 g;
- Concha metálica;
- Régua metálica biselada.

Procedimentos:

- a. Determinar a massa do recipiente;
- b. Encher o recipiente com o solo solto e o auxílio da concha, deixando-o cair de uma distância de 10 cm a 12 cm acima da borda do recipiente, até que o mesmo esteja repleto com transbordamento de solo;
- c. Rasar a superfície do recipiente, com auxílio da régua biselada, a partir do centro;
- d. Determinar a massa do recipiente cheio de solo; e
- e. Repetir os procedimentos de “b” a “d” mais duas vezes, registrando os resultados no arquivo **<ensaios de solos.xls>**.

A massa unitária do solo em estado solto (ρ_s) será dada pela média aritmética das três determinações, calculada automaticamente pela planilha.

1.2 Ensaio de determinação do teor de umidade do solo em estado solto (U_s)

Deve ser determinado o teor de umidade do solo em estado solto, para cada uma das três determinações de ρ_s .

Equipamentos:

- Cápsulas de alumínio, com tampa e devidamente taradas;

- Balança com precisão de 0,01 g;
- Espátula estreita e longa;
- Estufa com limite de temperatura acima de 100°C.

Procedimentos:

- a. Durante a 1ª determinação de ρ_s , coletar uma amostra do solo, em uma cápsula de alumínio, devidamente identificada, tampando-a em seguida;
- b. Determinar a massa da cápsula contendo o solo úmido;
- c. Destampar a cápsula e colocá-la em estufa, à temperatura de $100 \pm 2^\circ\text{C}$;
- d. Após 24 h, retirar a cápsula da estufa, tampá-la e medir a massa da cápsula contendo o solo seco;
- e. Registrar os resultados no arquivo <ensaios de solos.xls>; e,
- f. Repetir os procedimentos de “a” a “e”, para as outras duas determinações de ρ_s .

O teor de umidade médio do solo em estado solto será dado pela média aritmética das três determinações, calculada automaticamente pela planilha.

1.3 Escolha do solo adequado, ou cálculo da estabilização granulométrica

Caso nenhum dos solos disponíveis seja adequado (*areia* > 55% e *argila* $\leq$ 30%), será necessário promover uma estabilização granulométrica, misturando dois ou mais solos, até que se obtenha a composição granulométrica desejada.

Para tanto, basta registrar a composição granulométrica dos solos no setor “A”, da tabela “3” da planilha do arquivo <ensaios de solos.xls> e jogar com as proporções, em volume, de cada um dos solos a serem utilizados, no setor “B”, da mesma tabela. Na coluna “Mistura”, surgirá o resultado da composição granulométrica da mistura dos solos.

2. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E MECÂNICA DOS ADOBES

A caracterização física dos adobes será dada pela sua massa específica aparente (ρ_{apA}) e a caracterização mecânica, por sua resistência à compressão (f_c), baseados na metodologia inicialmente proposta por Faria (2002), adaptada de normas brasileiras para tijolos cerâmicos.

Estes ensaios serão realizados com 3 diferentes tipos de corpos-de-prova, produzidos com o mesmo tipo de solo e **sem a adição de qualquer tipo de estabilizante** (palhas, aglomerantes, etc). Para tanto, deverão ser produzidos os seguintes materiais:

- a. Pelo menos 20 adobes, moldados em fôrmas com dimensões internas de (7,5 x 15 x 30) cm;
- b. Pelo menos 20 cubos, moldados em fôrmas com dimensões internas de (10 x 10 x 10) cm; e,
- c. Pelo menos 20 cubos, moldados em fôrmas com dimensões internas de (15 x 15 x 15) cm.

Estes materiais deverão ser produzidos, respeitando-se as boas práticas da produção de adobes, ou seja: amassar muito bem o barro; deixar o barro descansar, por pelo menos 16 h; moldar os adobes (ou cubos); conduzir o seu processo de secagem de forma a minimizar a ocorrência de fissuras; e, armazenar o material adequadamente, protegido de intempéries.

A seguir, preparar os corpos-de-prova e realizar os ensaios.

2.1 Amostragem

- a) Dos 20 adobes, retirar 10 unidades, **aleatoriamente**, para os ensaios de determinação da massa específica aparente e de determinação da resistência à compressão em cubos recortados com 7,5 cm de lado. Cada um destes adobes deverá ser cortado ao meio, sucessivamente, até que se obtenha 8 cubos de cada adobe. Separar 1 cubo de cada adobe, **aleatoriamente**, para compor a amostra de 10 unidades, identificando-as com números de 1 a 10.
- b) Dos 20 cubos com **10 cm** de lado produzidos, retirar 10 unidades, **aleatoriamente**, para os ensaios de determinação da massa específica aparente e da resistência à compressão, identificando-os com números de 1 a 10.
- c) Dos 20 cubos com **15 cm** de lado produzidos, retirar 10 unidades, **aleatoriamente**, para os ensaios de determinação da massa específica aparente e da resistência à compressão, identificando-os com números de 1 a 10.

d) Colocar as 3 amostras obtidas anteriormente em estufa, a $100 \pm 2^\circ\text{C}$, por 24h.

2.2 Ensaio de determinação da massa específica aparente dos adobes (ρ_{apA})

Retirar as amostras da estufa e deixá-las esfriar naturalmente, até uma temperatura adequada ao manuseio. A seguir, adotar os seguintes procedimentos, para o ensaio de determinação da massa específica aparente.

Equipamentos:

- Paquímetro digital, ou trena com precisão de 1 mm;
- Balança com precisão de 1 g;

Procedimentos:

- Para os cubos de 7,5 cm (adobe recortado), 10 cm e 15 cm, medir 2 dimensões em cada uma das 3 direções ("**a**", "**b**" e "**h**"), nas linhas médias de 2 faces opostas, como indicado na figura 1, registrando os resultados no arquivo <ensaios com adobes>, nas respectivas planilhas ("**cubo 7,5**", ou "**cubo 10**", ou "**cubo 15**");
- Determinar a massa de cada um dos cubos, registrando-a no mesmo arquivo, nas respectivas planilhas;
- Serão calculados, automaticamente, a massa específica aparente e os parâmetros estatísticos.

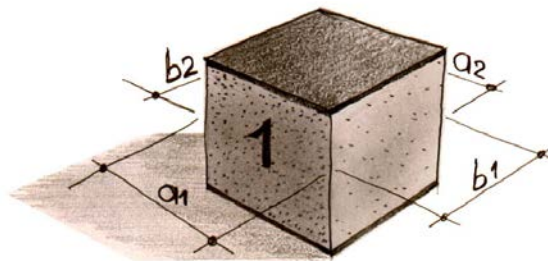


Figura 1 – Forma de medição das dimensões dos cubos.

2.3 Preparação dos corpos-de-prova para os ensaios de determinação da resistência à compressão (f_c)

Adotar os seguintes procedimentos, para a preparação dos corpos-de-prova dos ensaios de determinação da resistência à compressão.

Materiais e equipamentos:

- Paquímetro digital, ou trena com precisão de 1 mm;
- Serrote para madeira, ou equipamento similar;
- Dispositivo para apoio dos adobes (opcional);
- Óleo mineral, para untura da bancada de trabalho;
- Argamassadeira, ou tacho metálico e espátula;
- Cimento Portland comum;
- Areia fina;
- Espátulas e demais equipamentos auxiliares de laboratório.

Procedimentos:

- Untar, com óleo mineral, a superfície de trabalho da bancada;
- Preparar uma argamassa de cimento e areia fina, no traço 1:3 (1 parte de cimento para 3 partes de areia);
- Com auxílio de espátulas, colocar uma porção de argamassa sobre a superfície untada, espalhando em uma fina camada, com área suficiente para assentar o corpo-de-prova;
- Molhar levemente a superfície inferior do cubo e assentá-lo sobre a argamassa, pressionando para que a mesma fique em contato com toda a superfície do cubo, com uma espessura de cerca de 2 mm;
- Retirar, cuidadosamente, o excesso de argamassa que ficou fora do cubo;
- Aguardar a secagem das argamassas (geralmente de um dia para o outro); deslocar o corpo-de-prova, com cuidado para manter a integridade da camada de acabamento da superfície inferior, e virar o corpo-de-prova com esta superfície para cima;

- g. Limpar a bancada de trabalho, untar sua superfície com óleo mineral e repetir os procedimentos de “b” a “f”, para regularização da segunda extremidade do corpo-de-prova, tomando-se o cuidado de manter o seu prumo e o paralelismo entre as faces regularizadas.

Após a completa secagem das argamassas de assentamento e regularização de todos os corpos-de-prova, colocá-los em estufa, a temperatura de $100 \pm 2^\circ\text{C}$, por pelo menos 24 h, antes de realizar os ensaios de determinação da resistência à compressão.

2.4 Realização dos ensaios de determinação da resistência à compressão (f_c)

Retirar as amostras da estufa e deixá-las esfriar naturalmente, até uma temperatura adequada ao manuseio. A seguir, adotar os seguintes procedimentos, para a realização dos ensaios de determinação da resistência à compressão.

Equipamentos:

- Paquímetro digital, ou trena com precisão de 1 mm;
- Máquina universal de ensaios;
- Célula de carga com capacidade para 5.000 kgf.

Procedimentos:

- a. Posicionar cada corpo-de-prova na máquina universal de ensaios, realizando os ajustes necessários para aplicar o carregamento a uma taxa de incremento de tensão de **0,29 MPa/min**, constante para os 3 séries de corpos-de-prova, o que resulta nas velocidades de carga indicadas na tabela 1, permitindo-se variações de 5% (para adequação às condições do laboratório);

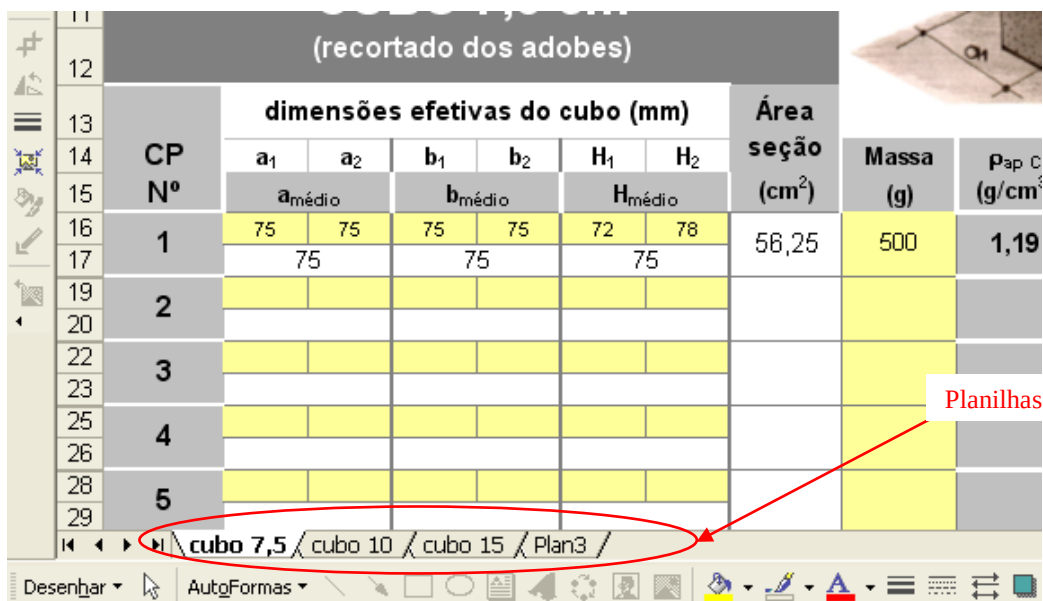
Tabela 1 – Velocidades de carga para os diferentes tipos de corpos-de-prova.

Tipo de corpo-de-prova	Velocidade de carga - v	
	(kgf/min)	(kgf/s)
Cubo de 7,5 cm	163	2,71
Cubo de 10 cm	289	4,81
Cubo de 15 cm	650	10,83

- b. Registrar os resultados das cargas de ruptura (F_{rup}) no arquivo <ensaios com adobes>, na planilha correspondente ao tipo de corpo-de-prova que foi ensaiado;
- c. A planilha calcula automaticamente os valores da resistência à compressão (f_c) e os parâmetros estatísticos.

OBSERVAÇÕES:

1. No arquivo <ensaios com adobes>, encontram-se as seguintes planilhas: “cubo 7,5”, “cubo 10” e “cubo 15”;
2. Não se esqueça de registrar o valor da velocidade de carregamento, na célula correspondente das planilhas do arquivo <ensaios com adobes>;



(recortado dos adobes)									
CP N°	dimensões efetivas do cubo (mm)						Área seção (cm²)	Massa (g)	P _{sp} C (g/cm³)
	a ₁	a ₂	b ₁	b ₂	H ₁	H ₂			
	a _{médio}		b _{médio}		H _{médio}				
1	75	75	75	75	72	78	56,25	500	1,19
2									
3									
4									
5									

3. Não se esqueça de registrar o resultados da granulometria, dos índices físicos e a procedência do solo, na planilha <**cubo 7,5**>, do arquivo <**ensaios com adobes**>;
4. Os valores medidos e determinados devem ser registrados nas células amarelas das planilhas;
5. Após efetuar os ensaios, enviar as planilhas para cneves@superig.com.br, com cópia para obede.faria@gmail.com ;
6. Recomenda-se fotografar algumas etapas deste trabalho para registro da experiência.

Esta é a primeira proposta de ensaio interlaboratorial que fazemos em **Proterra**. Em seguida, devemos propor o ensaio em pequenas paredes de adobe.

Nosso objetivo é definir a recomendações de ensaios para adobe e alvenaria de adobe de PROTERRA



CONJUNTO HABITACIONAL SUSTENTÁVEL DE INTERESSE SOCIAL

Encarnita Salas Martin¹, Fernando Sérgio Okimoto, Marília Malia Ferreira², Alessandra Passalacqua, Fernando Velázquez

Universidade Estadual Paulista – Campus de Presidente Prudente
Rua Roberto Simonsen, 305 – 19060-900 Presidente Prudente, SP

Tel: (55 18) 3229 5395 – Ramais: 5588, 5581;

(1) encarnita@fct.unesp.br (2) marilia.malia@gmail.com

Palavras-chave: habitação social, adobe, sustentabilidade

RESUMO

Um dos maiores problemas sociais brasileiros é o grande déficit habitacional para a população de baixa renda. A dificuldade em se solucionar esse problema, encontra-se no alto número de habitações a serem construídas para que toda a demanda seja atendida e também nos elevados custos que uma construção civil proporciona.

Na arquitetura sustentável destacam-se o planejamento territorial, a proteção da paisagem natural, a eficiência energética do edifício, a correta especificação dos materiais e o reaproveitamento de edifícios existentes. Além disso, tem o papel de proporcionar e manter o bem-estar da população em geral e particularmente dos usuários das edificações, respeitando aspectos sociais, culturais e econômicos.

Neste contexto a utilização do adobe se apresenta como uma alternativa na busca por uma técnica construtiva que se integra ao meio de vida das famílias, com a utilização de recursos locais e renováveis e que possibilita a apropriação da técnica pelos próprios moradores, uma vez que as condições de moradias de setores menos favorecidos da população, são muitas vezes precárias e com pouca possibilidade de melhoria. Além de baratear os custos de construção, a utilização do adobe proporciona melhor desempenho térmico e acústico em comparação com materiais construtivos convencionais, resultando em um maior conforto ambiental às unidades habitacionais.

Pretende-se com este trabalho avaliar a possibilidade do uso de terra na construção de habitações de interesse social com a finalidade de baratear o custo de cada unidade e assegurar novos conceitos de sustentabilidade ecológica no ambiente construído, com técnicas construtivas menos impactantes e de custo mais baixos. Para tanto, são apresentados croquis de implantação de um protótipo, a ser construído de acordo com os princípios da sustentabilidade e do desenho universal.

1. INTRODUÇÃO

As grandes cidades da atualidade retratam bem o caminho do desenvolvimento econômico e social adotado em muitos países baseado no emprego de novas tecnologias e com o crescimento despreocupado com as consequências para o meio. Muitas vezes, inclusive, os interesses financeiros e econômicos prevalecem sobre a qualidade de vida.

A exploração e o uso não racional dos recursos naturais vêm provocando alterações no meio ambiente com consequências em escala planetária. Para tentar reverter esse quadro, prega-se agora uma conscientização que tem como princípio a sustentabilidade e a responsabilidade sócio-ambiental. Alguns resultados já podem ser observados a partir das inúmeras pesquisas na área de sustentabilidade que vêm sendo realizadas, numa tentativa de aliar crescimento econômico a um consumo responsável.

O desenvolvimento sustentável assegura que as necessidades presentes sejam supridas sem comprometerem a possibilidade de futuras gerações satisfazerem as necessidades de seu tempo. A prática da arquitetura segundo esses princípios é denominada Arquitetura Sustentável. Segundo Silva (2003), para se alcançar o desenvolvimento sustentável, é necessário que se busque um equilíbrio entre o que é socialmente desejável,

economicamente viável e ecologicamente sustentável, formando um tripé que engloba as esferas social, econômica e ambiental que levam à sustentabilidade.

A desigualdade social é problema latente na sociedade brasileira e uma das consequências é a falta de moradias, principalmente entre as camadas de baixa renda. Existem muitas famílias, que vivem de forma marginalizada em moradias inadequadas sem condições mínimas de habitabilidade, o que se reflete na qualidade de vida de seus moradores.

Considerando-se este panorama, a construção civil apresenta-se como o agente indicado para contribuir para a melhoria deste cenário na construção de novas unidades habitacionais. Entretanto, são necessárias novas tecnologias que resultem em formas mais sustentáveis de produção, tanto do ponto de vista ambiental quanto do sócio-econômico.

2. O PROJETO

O presente trabalho tem por objetivo desenvolver um projeto arquitetônico de um conjunto habitacional de interesse social seguindo os princípios da Arquitetura Sustentável e do Desenho Universal, em que a edificação deve cumprir com sua função e ao mesmo tempo ser acessível para pessoas em qualquer condição física, ou seja, idosos, portadores de necessidades especiais, pessoas com diferentes portes físicos e estaturas, gestantes, pessoas com crianças de colo e crianças.

O conceito de "Desenho Universal" é descrito no Decreto Federal nº 5.296/2004 que diz: "concepção de espaços, artefatos e produtos que visam atender simultaneamente todas as pessoas, com diferentes características antropométricas e sensoriais, de forma autônoma, segura e confortável, constituindo-se nos elementos ou soluções que compõem a acessibilidade".

Pretende-se propor um projeto "ideal", tanto do ponto de vista da sustentabilidade ambiental, quanto da acessibilidade, fundamentado na grande demanda por unidades habitacionais, na inadequação das moradias e na construção civil com baixo impacto ambiental.

Na construção civil, a busca pela sustentabilidade deve ter como princípio a aplicação de elementos construtivos e materiais que em sua fabricação agredam menos o meio ambiente, seja na forma de extração dos materiais, no seu transporte, na produção e no processamento. Além disso, deve-se considerar também a etapa de elaboração do projeto, arquitetônico, a qualificação da mão-de-obra e a organização do canteiro de obras. Ao consumir menos recursos naturais não renováveis e menos energia na produção dos materiais de construção, de gerar poucos resíduos e consumir menos energia na produção e utilização das edificações, haverá uma geração de menos impactos ambientais. No Brasil, a utilização de tecnologias sustentáveis é algo ainda recente ou simplesmente tema de pesquisas, enquanto em outros países são detalhes já incorporados à forma de construir.

Dessa forma, os principais desafios serão: de promover um avanço na pesquisa tecnológica para o desenvolvimento de materiais, suas formas de utilização, bem como a intensificação da pesquisa e proposição de projetos alternativos viáveis, para a produção de Habitação de Interesse Social, que incorporem a sustentabilidade. O projeto será idealizado de acordo com os princípios do desenho universal e estudos e levantamentos sobre novos materiais e suas técnicas construtivas.

Com base nestes dados, o projeto de arquitetura deve considerar as especificidades locais tendo em vista uma edificação, projetada segundo os princípios da arquitetura bioclimática, que considere a conservação de energia durante o seu ciclo de vida, utilizando adequadamente a iluminação e ventilação natural. Esse tipo de arquitetura possui um traçado singular que considera as necessidades humanas de diferentes regiões climáticas, ou seja, tira proveito das condições ambientais locais para proporcionar edificações com níveis de conforto satisfatórios para seus usuários. Caminhando juntamente com novas técnicas e diferentes soluções tecnológicas, existe também a necessidade de conscientização da população em geral e do meio técnico específico para difundir os

conceitos de construções sustentáveis, que, ainda hoje, são vistos, muitas vezes, como “alternativas”.

Neste sentido, esta pesquisa parte do pressuposto que unidades habitacionais produzidas individualmente na malha urbana existente ou através de conjuntos de pequeno porte, ocupando vazios urbanos ou requalificando áreas degradadas, são mais adequadas para os princípios da sustentabilidade, direcionando o foco do trabalho para a população de baixa renda, de forma que deverão ser levados em consideração seus hábitos e carências. Para Mülfarth (2002) o ônus da poluição das águas, do ar, do solo e da redução dos recursos naturais recai sobre os menos favorecidos, sendo utópico e equivocado não tratar dos problemas ecológicos e sociais, conjuntamente.

3. CONSTRUÇÃO EM TERRA

A terra é um importante exemplo de tecnologia construtiva que possibilita a substituição de materiais considerados de alto impacto evitando assim, uma maior degradação do meio ambiente. Sua utilização corresponde aos padrões de uma habitação sustentável, já que além de ser encontrada em abundância, possui um custo de produção muito baixo e nenhum consumo de energia em sua produção, uma vez que o processo de secagem dos tijolos se dá ao ar livre. Possui ainda vantagens em relação ao conforto ambiental na edificação, proporcionando eficiente isolamento térmico e acústico.

Não basta apenas realizar um estudo sobre as soluções construtivas adequadas e de materiais ecologicamente corretos, uma habitação sustentável de interesse social deve ser pensada também como parte de um todo, ou seja, considerar o local de implantação do projeto, a geografia do terreno, a orientação solar da edificação, fatores que terão consequências diretas sobre a insolação e a proteção da moradia, diante das intempéries, permitindo dessa forma uma redução considerável nos custos de funcionamento e de manutenção.

Em termos projetuais na construção da habitação com terra, encontramos diversas vantagens, como: a utilização adequada de materiais disponíveis na região, evita/minimiza a queima de combustíveis fósseis utilizados no transporte; uso de mão-de-obra local uma vez que a técnica não exige conhecimentos muito específicos; possibilidade de utilização de fibras vegetais para o melhoramento da resistência dos blocos de adobe; as paredes feitas com terra proporcionam maior conforto térmico, na medida que permitem um maior isolamento da edificação; existem construções no Brasil e no mundo que atestam a durabilidade e os benefícios do uso de tal material.

A cidade de Presidente Prudente (22° 07' 04" S e 51° 22' 57" W), onde se propõe a implantação do projeto, se localiza no Oeste do Estado de São Paulo, no município de Presidente Prudente e possui duas estações definidas: uma quente e úmida, com predominância de chuvas (primavera – verão), e outra mais seca, de tempo firme (outono – inverno). Considerando-se as características climáticas da região, as construções deverão ser compactas e impermeáveis, sendo premissas para este tipo de clima: paredes e telhados com alta inércia térmica, pequenas aberturas evitando assim os ventos secos, ou seja, as melhores soluções devem levar em conta não só a adequação da solução à diretriz, mas também a adequação às premissas técnicas, estéticas e funcionais. Além disso, podemos ressaltar a capacidade e independência produtiva das famílias proprietárias da habitação construída em adobe, pois dependerão de menores recursos para a realização de uma futura ampliação e mesmo a própria manutenção da moradia, visto que poderão fabricar e executar as próprias paredes (Nunes, 2002).

Habitações construídas em adobe apresentam menor impacto para as variáveis relacionadas às dimensões econômica e ambiental e menor impacto para as variáveis relacionadas às dimensões sociais e culturais. Entretanto, embora a construção em terra seja mais econômica do ponto de vista financeiro, ainda há por parte da população uma visão preconceituosa sobre esse sistema construtivo.

3.1. Adobe: características construtivas e ambientais

No Brasil, as técnicas de construção com terra mais usadas foram a taipa de pilão, o adobe e a taipa de mão ou pau-a-pique. Atualmente, devido às novas tecnologias e sistemas construtivos, a terra como material de construção, foi desprezada e praticamente, esquecida. Quando utilizada, na maioria das vezes, é realizada sem nenhum apuro tecnológico ou de acabamento, e apenas pelas camadas menos favorecidas da população ou na zona rural. O resultado disso é que, a aparência mal acabada e o aspecto de precariedade terminam por serem relacionados à técnica, quando na verdade são causados pelo despreparo da mão-de-obra e pela má execução. Disso surge o preconceito e a desconfiança por parte da sociedade, que associa a arquitetura em terra a um tipo de construção precária. No entanto, diversas edificações antigas e executadas com terra são encontradas ainda hoje, em ótimo estado de conservação, caracterizando a durabilidade e o potencial deste tipo de construção. Na figura 1 a seguir é apresentado um exemplo de edificação em terra.



Figura 1 – Casa construída em 1750, em adobe, taipa e pau-a-pique, restaurada em 1996 pelo arquiteto Marcos “Reco” Borges (Tiradentes-MG). Fonte: Faria (2002), p.57

Santos (2002) também reforça essas qualidades da terra, afirmando que, enquanto material de construção, a terra crua pode ser usada praticamente *in natura*. Não é preciso que ela sofra um processo de manufatura ou outro que demande grande consumo de energia, como no caso do tijolo queimado, cujo custo ambiental é bastante alto, devido ao consumo de biomassa (lenha) para a sua queima.

Sendo assim, a terra crua utilizada desde tempos remotos nas mais diferentes modalidades de construção e em diferentes recantos do planeta, apresenta-se como um material bastante adequado para uma construção sustentável.

O adobe é uma técnica tradicional executada em terra crua. O processo de fabricação do adobe consiste em amassar o barro, colocá-lo em fôrmas (geralmente de madeira de formato retangular), deixando-o secar ao sol evidenciando assim, seu caráter sustentável, uma vez que, trata-se de um material renovável produzido com insumos locais, necessitando de mão-de-obra pouco especializada, podendo também ser local.

A construção em terra apresenta bom isolamento acústico devido à espessura das paredes e ao fato dos blocos serem maciços. Outra peculiaridade notável é a excelente massa térmica associada ao muro de terra, permitindo no inverno, conservar o calor no interior da habitação e no verão, reter no espaço interior, o ar fresco. Dessa forma, a terra possibilita uma infinidade de aplicações e por isso foi escolhida como melhor material para ser utilizado em uma habitação sustentável, já que sua técnica de produção é de baixo custo e sem danos ambientais, podendo ser uma alternativa viável para diminuir custos numa construção civil, e conseqüentemente, na construção de casas populares.

Segundo Gutierrez (1972) *apud* Alexandria (2006), o adobe como sistema de construção, pode ser descrito como a superposição de blocos de barro misturado com palha, secados ao sol, que se unem entre si com uma argamassa similar à sua constituição interna. Martins (2004) *apud* Alexandria (2006) afirma que as construções encontradas em Goiás, em geral,

apresentam estrutura em madeira formada por esteios e baldrames, porém, o adobe possibilita o levantamento de paredes estruturais à feição do tijolo cozido. A resistência desse material, ainda segundo Martins, pode ser verificada não só pela sua permanência no tempo, mas também pela dificuldade de desmonte e pela grande possibilidade de reaproveitamento. Devem ser tomados cuidados, principalmente em relação à umidade nos tijolos em uma construção de adobe, para que não haja problemas com a mesma.

Adobe como já dito, é um material natural e sustentável, sendo apenas degradado perante influências externas de água. Esse tipo de deficiência pode ser evitado através de técnicas e métodos de construção. Paredes construídas com blocos de adobe praticamente não retraem, (o contrário do que acontece com a terra batida), ao passo que, através da junção de materiais auxiliares (palha e fibras vegetais), é possível obter isolamento térmico e espessuras diferentes nas paredes.

4. O PROTÓTIPO

Propõe-se a construção de um protótipo localizado nas dependências da Faculdade de Ciências e Tecnologia da UNESP, Campus de Presidente Prudente, com a intenção de avaliar as técnicas construtivas e novas tecnologias empregadas. Tal construção poderá ser realizada com a participação dos alunos do Curso de Arquitetura e Urbanismo por meio de aulas práticas, workshops, cursos, entre outros. Desse modo, além de analisar a viabilidade da construção nos moldes sustentáveis, os alunos poderão ter uma participação e um contato maior com tecnologias alternativas, sustentáveis e ecoeficientes. Essa relação de proximidade com novos materiais poderá proporcionar a incorporação de novas soluções sustentáveis nos projetos dos futuros profissionais.

A disposição dos ambientes internos da habitação se organizou de modo funcional e ambientalmente confortável. Estão previstas áreas de expansão para a moradia, buscando atender as necessidades de seus futuros usuários (figuras 2 e 3).

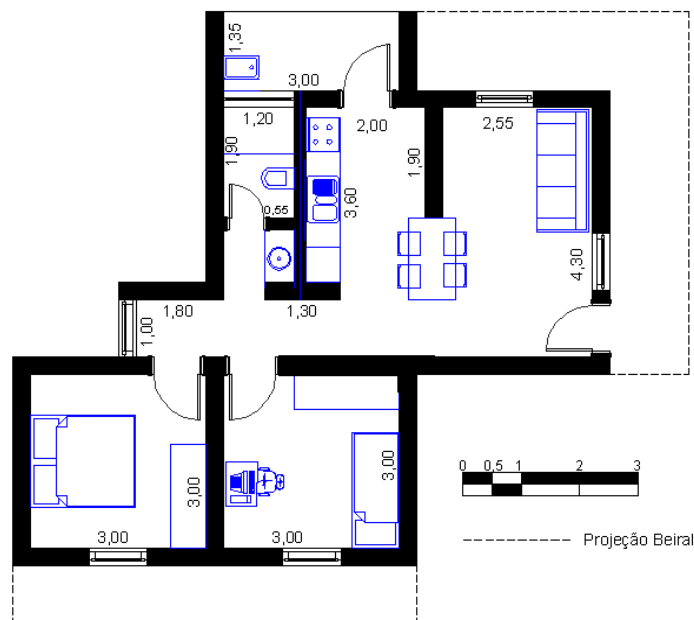


Figura 2 – Proposta da planta baixa da habitação (unidades em metros)

Como pode ser visualizado na planta baixa e perspectiva, a casa conta com: sala, cozinha, banheiro, lavanderia e dois quartos, podendo ainda ser realizada a construção de mais dois cômodos.

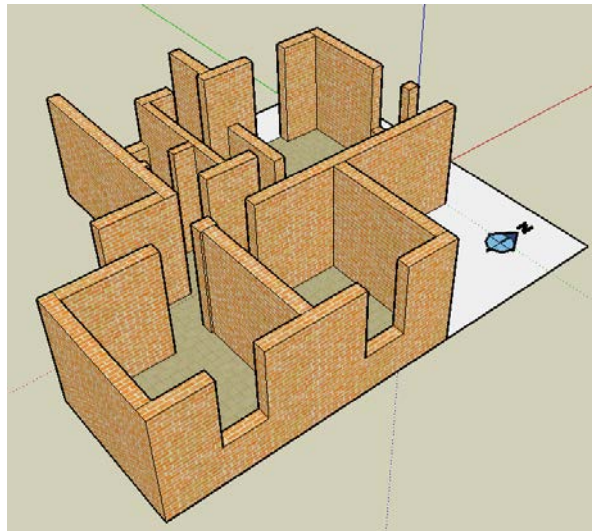


Figura 3 – Perspectiva da edificação em adobe

5. ESTUDO DE CROQUIS

De modo a se seguir os princípios da arquitetura bioclimática e de se tirar maior proveito das características do local, a implantação da habitação, juntamente com a orientação desta no terreno, a movimentação solar, influência dos ventos e outros fatores que influenciarão o conforto (térmico, luminoso e acústico) dos ambientes, são exemplificados nos croquis apresentados a seguir:

1ª hipótese: a moradia apresenta a maior parte de suas aberturas voltadas para as fachadas leste e oeste, aproveitando a ventilação leste - predominante na cidade de implantação do projeto.

O lado oeste da edificação deve apresentar barreira vegetal ou algum outro elemento que bloqueie a entrada de radiação solar nos ambientes (como o uso de brises-soleil) tem como função a proteção à intensa radiação solar e aos ventos quentes oriundos desta direção. A cobertura da edificação deve possuir um beiral maior orientado para a direção norte, e outro beiral menor orientado para o sul. Tal cobertura possuirá placas fotovoltaicas, instaladas para a captação de energia solar, que devem estar voltadas para o norte. A área destinada aos quartos possui aberturas para o leste e as áreas molhadas como banheiro, cozinha e lavanderia se encontram voltadas para o oeste, onde a insolação solar é mais intensa no período da tarde (figura 4).

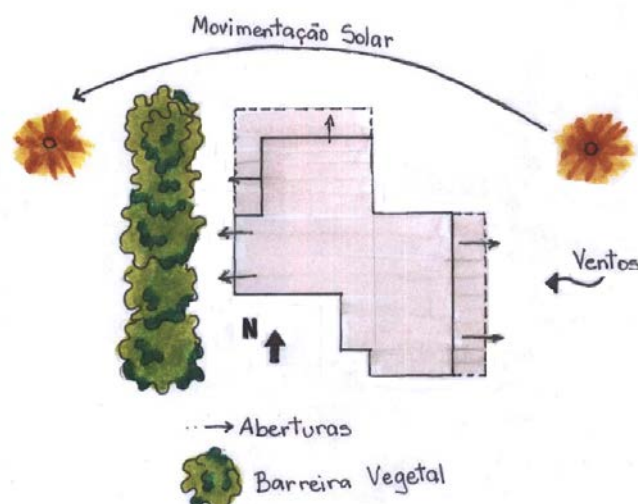


Figura 4 – Croqui de movimentação solar com barreira vegetal na fachada oeste

2ª hipótese: a habitação apresenta os mesmos critérios apresentados na 1ª hipótese, exceto pelo fato das barreiras vegetais estarem orientadas tanto do lado oeste, quanto do lado norte da edificação, servindo como proteção aos ventos quentes do oeste e à radiação solar intensa do norte (figura 5).

As aberturas conseguem captar os ventos predominantes do leste e as barreiras vegetais, localizadas nas fachadas oeste e norte, cumprem sua função de proteger tais fachadas contra a ação dos ventos quentes e da radiação solar intensa.

O corte esquemático apresentado a seguir mostra a cobertura de duas águas do projeto. Este tipo de cobertura, como já foi dito anteriormente, possui um beiral maior que se orienta para o norte e outro beiral menor que se orienta para o sul da edificação (figura 6).

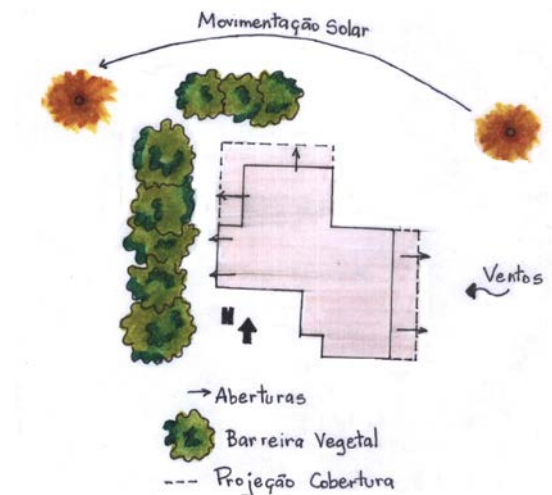


Figura 5 – Croqui de movimentação solar com barreira vegetal na fachada oeste e norte

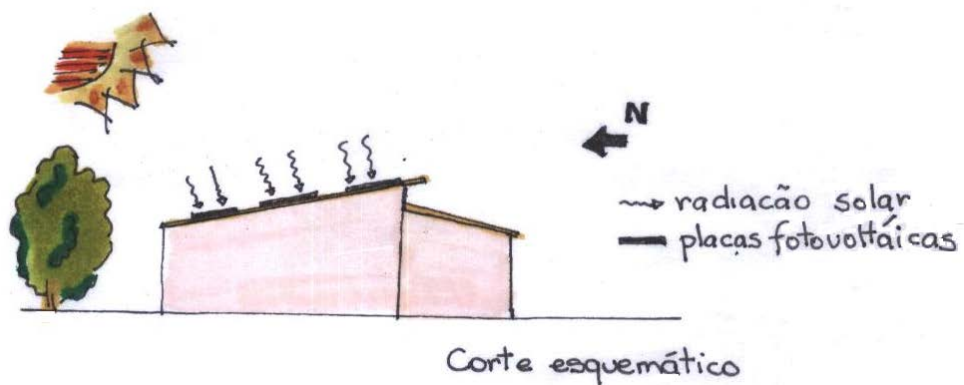


Figura 6 – Corte esquemático da cobertura com placas fotovoltaicas

6. CONCLUSÃO

Pode-se dizer que um dos problemas de nossa atualidade consiste na dificuldade de acesso à moradia por grande parte da população, e para que essa demanda em geral possa ser atendida de maneira adequada, com conforto e espaço, faz-se necessária uma solução que se sustente na própria comunidade, ou seja, sustentada.

Sabemos que a construção em adobe é uma técnica tradicional adaptada e uma alternativa sustentável. O uso desse material na arquitetura propicia o sistema de autoconstrução de base familiar, podendo ser facilmente reproduzida pela comunidade.

A pesquisa sobre materiais ambientalmente adequados, de baixo custo, que possam ser produzidos no local, é de grande importância para a busca de soluções técnicas e

tecnológicas para habitação social, tendo como finalidade atender um número maior de famílias, com custos de moradia menores e incorporando os conceitos de sustentabilidade no cotidiano da sociedade. No entanto, ainda há muitos conceitos pré-estabelecidos e certa descrença por parte da comunidade em relação aos materiais construtivos não convencionais.

Por não seguir exatamente os padrões dominantes de construção brasileira, que estão mais próximos de uma casa de alvenaria, rebocada com cimento e com emprego de outros materiais industrializados; caso não haja uma conscientização popular, a proposta de uma habitação nos moldes sustentáveis, bem como as técnicas empregadas, podem ser interpretadas como atrasadas e precárias.

O estudo de alternativas sustentáveis, em especial a construção em terra, não pode se limitar a um trabalho teórico, ele deve se estender também à prática, em que reside o verdadeiro sentido deste trabalho: aplicar conhecimentos científicos à prática de forma que possam contribuir com as comunidades que necessitam de moradias e estender a dimensão de cultura e de conhecimento que estão guardados nas comunidades tradicionais à comunidade acadêmica e de pesquisa. Tenta-se dessa forma recuperar conhecimentos da arquitetura vernacular, em que se tirava proveito das características climáticas e físicas do local onde a edificação seria implantada, tornando-a mais adequada e confortável para seus usuários. Deste modo, vê-se necessária a intensificação da pesquisa na área, o desenvolvimento de novas técnicas, a proposição de projetos alternativos viáveis do ponto de vista ambiental, econômico e social, de modo a promover a integração das diversas dimensões da sustentabilidade na produção da habitação.

BIBLIOGRAFIA

ALEXANDRIA, Sandra Selma Saraiva de. *Arquitetura e Construção com Terra no Piauí: Investigação, Caracterização e Análise*. Teresina, 2006. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Piauí – UFPI. Disponível em: <http://www.ufpi.br/mestambiente/arquivos/file/dissertacao/2006/selma_saraiva/>. Acesso em 22 Jul. 2008.

FARIA, Obede Borges. *Utilização de macrófitas aquáticas na produção de adobe : um estudo de caso no reservatório de Salto Grande (Americana – SP)*. São Carlos, 2002. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo, 2002.

MÜLFARTH, R. C. K. *Arquitetura de Baixo Impacto Humano e Ambiental*. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2002.

NUNES, J. O. *Uma contribuição metodológica ao estudo da dinâmica da paisagem aplicada a escolha de áreas para a construção de aterro sanitário em Presidente Prudente/SP*. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia. Presidente Prudente; [s. n.], 2002, 207p.

SANTOS, M. D. *Construção com terra crua: viabilidade tecnológica e energética em habitações sociais*. Dissertação de mestrado. Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná. Curitiba, 2002. p.106.

SILVA, G. V. *Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodologia de sustentabilidade*. São Paulo. Tese (Doutorado) – Departamento de Engenharia Civil. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

AUTORES

Encarnita Salas Martin, docente do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual Paulista – campus de Presidente Prudente, graduação em Ecologia e em Geografia, Mestrado em Geografia, Doutorado em Geociências e Meio Ambiente. Membro do Grupo de Pesquisa “Tecnologias Sustentáveis de Construção” (cadastrado no CNPq).

Fernando Sérgio Okimoto, docente do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual Paulista – campus de Presidente Prudente, graduado em Engenharia Civil, Mestrado em Engenharia Civil (Engenharia de Estruturas). Doutorado em Engenharia Civil (Engenharia de Estruturas). Líder do Grupo de Pesquisa “Tecnologias Sustentáveis de Construção” (cadastrado no CNPq).

Marília Malia Ferreira, Alessandra Passalacqua, Fernando Velázquez, Alunos do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual Paulista – campus de Presidente Prudente.



TECNOLOGIA CON TIERRA Y VIVIENDA. GESTIÓN DE MATERIALES Y ELEMENTOS CON POBLACIÓN POBRE DEL GRAN BUENOS AIRES

Rodolfo Rotondaro, Juan Carlos Patrone

Instituto de Arte Americano, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires - Ciudad Universitaria, Pabellón III, 4º piso-Int. Güiraldes s/n -(1428) Ciudad de Buenos Aires.
Tel.: (54 11) 4789 6270 rotondarq@telecentro.com.ar; arqpa@yahoo.es

Palabras clave: Vivienda urbana. Tecnología. Tierra estabilizada.

RESUMEN

Este trabajo presenta avances de investigación científica de un proyecto cuyo principal objetivo es experimentar y transferir nuevas soluciones para materializar el piso y la terminación de las paredes de la vivienda autoproducida, en el contexto del hábitat urbano en situación de pobreza del Gran Buenos Aires, Argentina. Se describen materiales y técnicas empleadas en los prototipos de pisos de baldosas y revoques sobre paredes de ladrillo cocido común y ladrillo cerámico hueco que se diseñaron y construyeron recientemente. El material base es una tierra llamada "tosca", que es estabilizada con arena fina, cemento, y fibras. La metodología se basa en el ensayo de prototipos experimentales de laboratorio y campo previos a su gestión en los barrios, y en la búsqueda de soluciones cuya durabilidad, aceptación y factibilidad técnico-económica sea posible en el contexto de aplicación. Los elementos prefabricados tienen una o dos capas de tierra colada, y se construyen con moldes (baldosas) o bien en paños continuos aplicados (contrapiso y revoque). Se mencionan resultados cualitativos obtenidos mediante la observación de aspectos tales como agrietamiento, cohesión interna, adherencia, permeabilidad y costos. Los costos se analizaron en comparación entre sí y con algunas soluciones vigentes en la autoconstrucción. De las series de prototipos ensayados en trabajos previos se trabaja con tres de las series de baldosa y dos de revoque, los cuales obtuvieron los mejores resultados en cuanto a tecnología y a costos relativos. Se elaboraron conclusiones parciales respecto de las perspectivas y la factibilidad socio-tecnológica de los prototipos experimentales en el contexto del Gran Buenos Aires. La investigación se realiza con el apoyo material y financiero de la Municipalidad de Florencio Varela, la Asociación Civil El Nuevo Progreso, el CONICET, la Universidad de Buenos Aires y el centro Terrabaires.

1. CONTEXTO DE INVESTIGACIÓN

1.1 El problema

La investigación se desarrolla en un contexto de pobreza estructural característico de las periferias de las grandes ciudades, en este caso, el Gran Buenos Aires, un conglomerado cercano a los ocho millones de habitantes (INDEC, 2001) y con diferentes situaciones de pobreza urbana. El trabajo está enfocado en el problema de la calidad física y sanitaria de la vivienda autoproducida por los sectores de población urbana que no pueden acceder a la vivienda propia ni del Estado, ni tampoco a ningún tipo de crédito. Es la vivienda resultado de la autogestión y autoconstrucción pura en la mayoría de los casos, y cuyas variantes pueden encuadrarse dentro del concepto de población con Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) que determina el INDEC¹ argentino, pero que también incluye a los sectores conocidos como villas y asentamientos espontáneos.

Dentro del Gran Buenos Aires se trabaja en zonas del llamado Tercer Cordón, que contiene barrios con diversidad de situaciones de consolidación y de autoconstrucción, organización comunitaria e historia, y del mismo modo, de "tipos" de materialización de la vivienda en cuanto a materiales constructivos y calidades de ejecución de obra, aspectos que el INDEC encuadra dentro de categorías de construcción según la calidad de sus materiales².

La vivienda autoproducida es construida habitualmente sin pisos o con pisos de mala calidad, y sin revoques de terminación, ni al exterior ni al interior en muchos casos, y que se

van construyendo con mala calidad de materiales o de técnica constructiva, o ambas, y cuyo mantenimiento también es deficitario a lo largo del tiempo. Dentro de las alternativas que estos sectores de población tienen para hacer frente a la autoconstrucción de su vivienda propia no aparecen muchas posibilidades, lo cual genera un serio déficit desde el punto de vista físico-sanitario, que repercute en la calidad de vida cotidiana y en la salud humana.

1.2 Objetivos y marco institucional

A partir del problema identificado y de la necesidad de pensar nuevas alternativas con mejor calidad constructiva para contribuir a mejorar la calidad físico-sanitaria de la vivienda en cuestión, se plantean objetivos considerando el empleo de suelos estabilizados en la resolución de elementos constructivos para pisos y terminaciones de paredes.

El objetivo general de la investigación es la generación de soluciones constructivas alternativas para pisos y terminaciones de muros con empleo de tecnología de tierra estabilizada, de baja complejidad técnico-constructiva y bajo costo, para su aplicación en el ámbito de la vivienda autoproducida de la población urbana en situación de pobreza. Los objetivos específicos son los siguientes:

- a. inventariar y analizar las soluciones constructivas de pisos, revoques y revestimientos de muros, y sus patologías, en el ámbito de la vivienda de población bajo la Línea de Pobreza en sectores del Área Metropolitana de Buenos Aires;
- b. continuar y mejorar el diseño de componentes y elementos constructivos para pisos y terminaciones de muros de bloques BTC (bloque de tierra comprimida), con empleo de suelos estabilizados, de la investigación en curso;
- c. construir series de prototipos y evaluar las resistencias mecánicas, la complejidad constructiva y los costos de los mismos, mediante ensayos físico-mecánicos simples y normalizados y evaluaciones comparativas;
- d. iniciar el proceso de transferencia de componentes y elementos constructivos seleccionados con organizaciones vecinales del Área Metropolitana de Buenos Aires.

La investigación forma parte del Proyecto de Investigación Plurianual N° 5408 del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET), está dirigido por uno de los autores (Rotondaro). Integra el programa de investigación ARCONTI (Arquitectura y Construcción con Tierra), de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo (FADU-UBA). Se desarrolla en dependencias de la FADU-UBA, en la Ciudad de Buenos Aires; en la sede de la Asociación Civil El Nuevo Progreso, en el barrio Bancalari (al Norte del Gran Buenos Aires), y en el campo experimental de la municipalidad de Florencio Varela (en el Sur del Gran Buenos Aires).

2. AVANCES EN LOS PROTOTIPOS DISEÑADOS Y CONSTRUIDOS

Algunos avances de investigación fueron realizados recientemente y abarcan las etapas iniciales de diseño, construcción y evaluación de tierras, mezclas, estabilización, componentes básicos y elementos constructivos piloto, tanto en laboratorio como en campos experimentales en el Gran Buenos Aires (Rotondaro et al, 2006, 2007; Schicht et al, 2004). A partir de estos antecedentes se seleccionó una de las tierras empleadas, en función de sus características granulométrica y plasticidad, y a los resultados obtenidos en cuanto a su comportamiento a la fisuración y de resistencias mecánicas en los prototipos de baldosas y de revoques experimentados.

2.1 El material base y la mano de obra.

El material principal de los últimos prototipos es la tierra procedente de Brandsen, Provincia de Buenos Aires (figura 1). De acuerdo con los análisis de laboratorio, es un *“suelo de color marrón claro, con tonalidad rojiza. Se observa escasa presencia de materia orgánica. Las partículas granulares son difícil de desarmar con la presión de los dedos y al tacto se percibe suave, con poco contenido de arena fina y de limo. Posible suelo limo-arcilloso de*

escasa plasticidad. (LEME-FAU UNT, 2007).

La contracción lineal, realizada con la caja Alcock, ha dado una retracción porcentual de 2,51%, y la sedimentometría porcentuales del 10% para la arena, 55% para el limo y 35% para la arcilla. Los ensayos de plasticidad obtuvieron un límite líquido de 39,3%, un límite plástico de 30,4% y un índice de plasticidad de 8,9%, con lo cual se obtiene un Símbolo de Grupo OL (limos orgánicos y arcilla limosa de baja plasticidad, color claro).



Figura 1 – Material base empleada para los prototipos (tierra “tosca”)

La tierra base se estabilizó en diferentes porcentajes y con distintos aglomerantes según el componente o elemento, empleando arena fina; cemento tipo Pórtland; cal hidratada y agua de red. Se emplearon diferentes tamices, de 1,5 mm, 4 mm y 6 mm de abertura de malla según los elementos a construir, y se empleó el descarte del tamizado (terrones) para los prototipos de contrapiso. Las herramientas y equipos utilizados son los tradicionales de la construcción civil y la mano de obra incluye a albañiles y ayudantes de cada una de los barrios mencionados, empleados municipales en el caso de Florencio Varela y personal contratado a destajo en el caso de Bancalari. Este personal es habitualmente autoconstructor y mantiene el oficio debido a sus propias necesidades laborales.

Durante el trabajo de la investigación se realizaron tareas de capacitación para la adecuada preparación de los suelos, la estabilización y la adaptación de las técnicas nuevas a las modalidades de la construcción “tradicional” urbana, que se emplean en la materialización de este tipo de elementos de la vivienda (pisos y revocos).

2.2 piso de baldosas sobre contrapiso de tosca estabilizada

En el área Bancalari se comenzó con la construcción y evaluación de prototipos de piso completo, para experimentar y poder evaluar el uso por parte de vecinos, en particular el desgaste por abrasión y el comportamiento a la lluvia y sol directos en un prototipo exterior. Se diseñó y construyó un prototipo que comprende el contrapiso con la aislación correspondiente, y un solado de baldosas cuadradas asentadas con mortero preparado también con una mezcla de suelo-cemento-cal. El prototipo se construyó en un patio interno de la sede de la Asociación Civil El Nuevo Progreso (el centro vecinal de Bancalari), y se eligió una pequeña vereda en forma de U en el ingreso a la sede (figuras 2, 3 y 4).

Las etapas constructivas incluyeron primero la excavación del sector de contrapiso, que se rellenó con una capa de tosca, se apisonó y se niveló para recibir el contrapiso. Se colocó luego un film de polietileno de 100 micrones como capa de impermeabilización, antes de colar el material. Para el mismo se utilizó una dosificación de $\frac{1}{4}$:1:3:12 cemento, cal hidratada en polvo, arena y tosca (descarte del zarandeo). Una vez seco el contrapiso se construyó el solado de baldosas de 25 cm x 25 cm empleando ejemplares de dos las series de prototipos, empleando un mortero de asiento de 1/8:1:3:6 de cemento, cal, arena y tosca zarandeada. Se colocaron las baldosas con junta de 1 cm de espesor, abierta, y posteriormente se tomaron las juntas y se construyeron los cordones perimetrales con una mezcla cementicia 1:3 tradicional.



Figura 2 – Contrapiso colado con tosca estabilizada



Figura 3 – Colocación de las baldosas con mortero de tosca estabilizada



Figura 4 – Piso terminado con junta con mortero cementicio

Este prototipo se analizó en sus costos de materiales y mano de obra, fijándose criterios de análisis en base a la variabilidad existente en la construcción actual del área metropolitana. Por una parte, se consideraron los costos totales de un piso de estas características pero el de un módulo habitacional de 50 m² de superficie (como superficie total), para obtener el costo por metro cuadrado terminado, ya que este aspecto podría variar los costos de la mano de obra de ejecución del elemento. Por otra parte, para considerar precios de materiales y de mano de obra, se consideraron los precios del mercado tradicional existente en el área para los materiales (corralones de materiales próximos a los prototipos), y dos fuentes de precios para la mano de obra: una de albañil local contratado y otra de la Revista Vivienda (2008), publicación mensual de referencia de mayor tirada, en uso a nivel de la construcción de vivienda en el área metropolitana de Buenos Aires.

Las baldosas utilizadas pertenecen a una de las series de baldosas en estudio, las cuadradas de 25 cm x 25 cm por 2,2 cm de espesor. Estas baldosas tienen dos capas, una de cuerpo y una de desgaste y terminación, y varían su material y espesor de cada capa con el fin de explorar resistencias mecánicas y poder evaluar las mismas con mínimos cambios

de espesor y peso. Se estudia también la consecuente variabilidad de costos relativos resultantes. Se utilizan materiales industriales convencionales: cemento en bolsa de 50 kg, cal hidráulica en bolsa de 25 kg, arena fina de corralón, y tierra “tosca” tamizada con mallas metálicas de 2 mm y de 5 mm de abertura. Los moldes que se construyeron fueron de madera, de seis unidades y de una unidad, con la idea de optimizar tiempos de fabricación del componente y evitar tiempos muertos del ayudante que trabaja preparando mezcla y alcanzando el material preparado.

La técnica consiste en colar primero la primera capa de 1,7 cm de espesor, dentro del molde apoyado sobre contrapiso firme, y reglear la superficie. Sobre esta primera capa se agrega la segunda, la capa de desgaste, en un espesor promedio de 5 mm, también reglada. La tarea final es agregado de un polvo preparado con cemento y arena 1:1, y luego se llanea la superficie ejerciendo presión con la llana metálica para alisar la superficie y conformar un bisel en los bordes.

2.3 Revoques experimentales sobre sustratos no térreos

Como parte de la investigación se seleccionaron dos de los prototipos de revoques realizados en el área Florencio Varela, para construir nuevos prototipos de revoque de dos capas, esta vez cambiando el sustrato, para poder evaluar su comportamiento de manera comparativa con los revoques cuyo sustrato es de tierra.

Los materiales seleccionados fueron los de los prototipos que mejores resultados obtuvieron en el lugar (material 1:2:6:6:2 cemento, cal, arena, tosca zarandeada y estiércol; y material 1:1:2,5:1 cemento, cal, arena y tosca zarandeada). Los sustratos de aplicación elegidos fueron paredes interiores de un depósito en el campo de Florencio Varela, una de ladrillo común cocido con junta cementicia, y una de ladrillo hueco cerámico autoportante. Se construyeron paños de aproximadamente un metro cuadrado de superficie, en actual evaluación (figuras 5 y 6).

La técnica constructiva utilizada fue la misma que para los prototipos anteriores: la construcción por fajas de una primera capa de mayor espesor, terminada a fratacho, y una segunda capa casi inmediata, de pocos milímetros de espesor, con terminación a llana para lograr superficies muy bien alisadas y que permitan una pintura final de protección y color. El espesor final estimado es de entre 20 mm a 22 mm incluyendo las dos capas.



Figura 5 – Revoque bicapa con tosca estabilizada sobre ladrillo cerámico hueco



Figura 6 – Revoque bicapa con tosca estabilizada sobre ladrillo cocido común

3. CONSIDERACIONES SOBRE LA EFICACIA DE ALGUNOS PROTOTIPOS.

De la evaluación del comportamiento físico-mecánico y de desgaste de los prototipos contrapisos, baldosines comprimidos, baldosas, carpetas de terminación, revoques, lechadas) se están analizando resultados sobre resistencias mecánicas, agrietamiento, cohesión interna, adherencia, permeabilidad y costos relativos, realizados con ensayos sensoriales y normalizados, con el fin de su posterior comparación con los elementos similares de la construcción tradicional urbana.

Los resultados generales sobre las resistencias físico-mecánicas de los prototipos de carpetas con tierra estabilizada principalmente con cemento, son mejores en comparación con las de los primeros baldosines de suelo-cemento comprimidos. Los baldosines fueron descartados por el momento debido a que, en función de los objetivos planteados para este contexto de pobreza urbana, no presentan mínimas condiciones tanto de manipulación como de complejidad tecnológica general.

La heterogeneidad en los resultados obtenidos por los ensayos de los baldosines, en particular los de flexión y en menor medida los de choque y abrasión, parecería deberse a la falta de homogeneidad propia de la tosca utilizada y no a una falta de cuidado en la elaboración de las probetas o en la ejecución de los ensayos, ya que los mismos se hicieron cuidando el protocolo del ensayo.

A pesar de que los prototipos aún se hallan en una fase experimental, en el caso de las carpetas de terminación se ha obtenido buena calidad de terminaciones, con bordes firmes que no desgranar, y una superficial final lisa y pareja, con una aparente resistencia al desgaste por abrasión bastante homogénea. En cuanto al estudio de las resistencias mecánicas de las baldosas, de todas las series de baldosas diseñadas y construidas se seleccionaron tres de ellas (series J, K y L) para su ensayo a la rotura por flexión, a partir de una evaluación previa inicial sobre su comportamiento a 30 días. Se realizó una parte de los ensayos previstos, el de resistencia característica a la flexión, empleando un dispositivo indicado por la norma IRAM N° 1522 (1971). Para el ensayo de flexión los resultados están por debajo de las exigencias de la norma IRAM, cuyos valores mínimos son para baldosas calcáreas de 25 daN/cm² y para baldosas graníticas de 35 daN/cm². Los valores promedio obtenidos para los baldosines están comprendidos entre 3,33 daN/cm² y 6,51 daN/cm², lo que muestra la baja resistencia a rotura por flexión de estas probetas.

Aún así, en las baldosas de las mismas series empleadas en la construcción del prototipo piloto de piso completo de Bancalari en 2007, baldosas con 22 mm promedio de espesor, la evaluación reciente de su comportamiento al desgaste por abrasión, con uso diario, después de un año de construido está brindando resultados satisfactorios.

Por otra parte, desde el punto de vista de los costos de los prototipos experimentales se está avanzando en el análisis comparativo de los mismos, con los similares más

económicos del mercado convencional (o construcción “tradicional”) vigente en el contexto barrial de la investigación.

Por ejemplo, el análisis estimado de costos de materiales y mano de obra para la construcción de un piso de las características mencionadas, por metro cuadrado, considerando los costos de una vivienda de unos 50 metros cuadrados de superficie cubierta, arroja los siguientes resultados a Marzo de 2008:

Tabla 1 – Estimación de costos comparativos. Piso de baldosas y contrapiso

	Piso prototipos Conicet	Piso “tradicional”
Contrapiso y aislación	12,00	13,65
Baldosas	14,00	16,60
Colocación de baldosas y mortero	7,40	11,35
TOTAL	33,40	41,60

El costo es calculado en dólares estadounidenses con la equivalencia de 1 dólar = 3,15 pesos argentinos (marzo 2008), y los precios de materiales y mano de obra del modelo “tradicional” está calculado con precios de la Revista Vivienda de marzo de 2008.

La diferencia aproximada es de un 19,50% a favor del prototipo CONICET considerando el costo económico final.

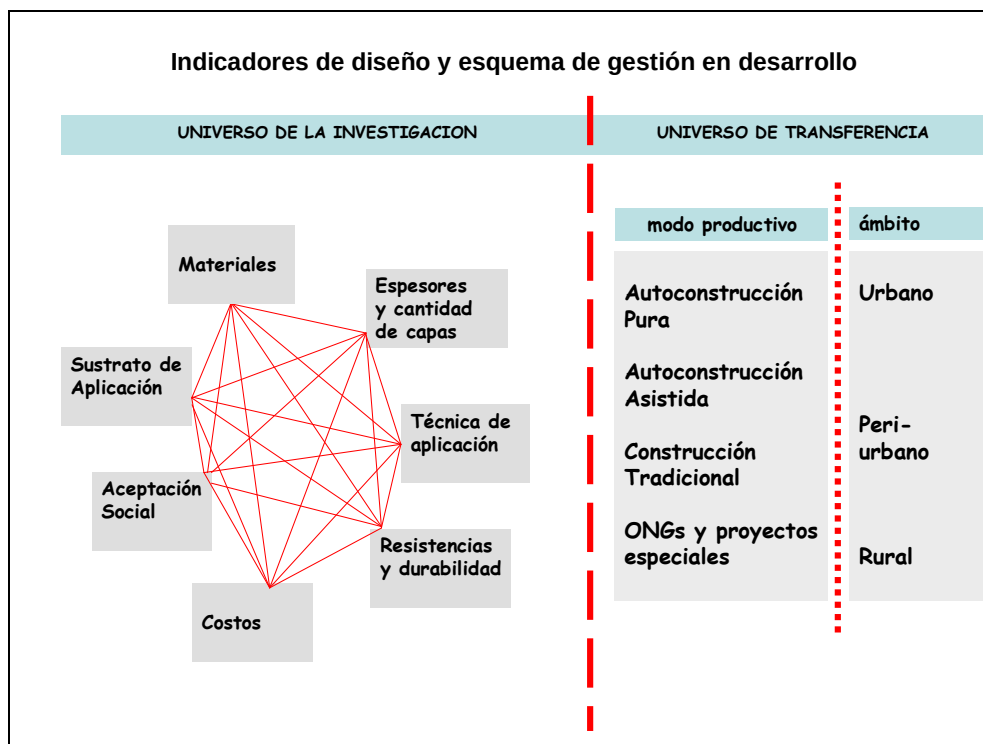
4. CONSIDERACIONES FINALES

Hasta el momento la investigación ha realizado avances interesantes en cuanto al diseño y experimentación a escala de prototipo de laboratorio y de campo (en contextos de potencial transferencia) de dos de los elementos constructivos que son objeto del trabajo: pisos y revoques. Con los resultados parciales obtenidos mediante los ensayos sensoriales y normalizados sobre las principales resistencias físico-mecánicas, complementados por la observación directa periódica del comportamiento en situación al exterior y al interior (en especial de los prototipos de revoque), se están aproximando algunas conclusiones importantes sobre la posible factibilidad socio-tecnológica de los prototipos.

Desde un punto de vista metodológico, la modalidad adoptada combinando investigación de laboratorio con trabajo de campo y transferencia piloto inicial, ha resultado adecuada hasta el momento en la fase piloto en curso, y puede resumirse en el cuadro I.

La evaluación del diseño tecnológico en curso tiene dos avances importantes. El componente “baldosa” es posible de ser fabricado y utilizado en los sectores poblacionales en los cuales la calidad físico-sanitaria de la vivienda demande cuestiones tan básicas como tener un piso firme y que se pueda limpiar, con una durabilidad aceptable. Si bien las resistencias de rotura a flexión obtenidas no alcanzan la exigencia de las normas vigentes, en algunos ejemplares la superan, y en cuanto a la resistencia al desgaste por abrasión los datos por observación directa obtenidos en el piso de Bancalari son alentadores.

En el caso de los prototipos de revoques sobre muros convencionales urbanos de ladrillo cerámico y de ladrillo cocido, después de 6 meses de contruidos presentan un comportamiento satisfactorio en su fase inicial en cuanto a la fisuración, la pérdida de cohesión interna y el desgranamiento, y también en cuanto a la adherencia al sustrato. En el caso de los costos relativos comparativos, aún en evaluación, para el caso del piso de baldosas los análisis realizados en los últimos dos años son alentadores desde el punto de vista que presentan valores competitivos al mercado formal de la construcción en el área de estudio.

**Cuadro 1** – Esquema del modelo de gestión

BIBLIOGRAFÍA

INDEC, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS (2001). Censo Nacional de Población y Viviendas 2001. INDEC, Buenos Aires.

IRAM-INSTITUTO ARGENTINO DE RACIONALIZACIÓN DE LOS MATERIALES (1971). Norma N° 1522. Baldosas aglomeradas con cemento con cara vista plana. IRAM, Buenos Aires, Argentina.

LEME-LABORATORIO DE MATERIALES Y ELEMENTOS DE EDIFICIOS (2007) Informe técnico. Facultad de Arquitectura y Urbanismo Universidad Nacional de Tucumán

REVISTA VIVIENDA (2008). Vivienda-Marzo 2008. Ed. Rev. Vivienda, Ciudad de Buenos Aires.

ROTONDARO, R.; SCHICHT, A.; PATRONE, J. C.; RAMOS, R. (2006). Construcción con tierra en el Gran Buenos Aires. Diseño y gestión de pisos y revoques para la vivienda de Interés Social. En: Publicación CD del V SIACOT-I SAACOT. INCIHUSA-CRICYT. Mendoza, 14/17 Junio 2006. Argentina.

ROTONDARO, R.; PATRONE, J. C. (2007) Tecnología de tierra y vivienda social en el Gran Buenos Aires. En: CD del VI SIACOT (Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra)-II SIIDS (Seminario Internacional de Investigación del Diseño Sustentable). Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad Autónoma de Tamaulipas, México. 19-22 Setiembre 2007, Tampico, México.

SCHICHT, A.; PATRONE, J. C.; ROTOONDARO, R. (2004). Pisos y solados con tierra estabilizada. Prototipos para la vivienda de bajo costo. En: 3er Seminario Internacional de Construcción con Tierra-Proyecto, Proterra-CYTED /Criatic, FAU UNT, Tucumán. p. 205-213.

RECONOCIMIENTOS

Los autores agradecen al Secretario de Obras y Servicios Públicos de la Municipalidad de Florencio Varela, Arq. Tomas Vanrell, por el apoyo material y financiero recibido en el caso de los prototipos de Florencio Varela; a las autoridades de la Asociación Civil El Nuevo Progreso, de Bancalari, presidida por el Sr. Oscar Serrano, por el apoyo material y logístico recibido para la investigación; y al CONICET y a la FADU-UBA por el apoyo material y financiero recibido (Programa ARCONTI y PIP 5408).

NOTAS

1 – El INDEC define a los hogares con Necesidades Básicas Insatisfechas como aquellos “que presentan al menos uno de los siguientes indicadores de privación:

- Hacinamiento: hogares que tuvieran más de 3 personas por cuarto.
- Vivienda: hogares que habitaran en una vivienda de tipo inconveniente (pieza de inquilinato, vivienda precaria u otro tipo).
- Condiciones sanitarias: hogares que no tuvieran ningún tipo de retrete.
- Asistencia escolar: hogares que tuvieran algún niño en edad escolar que no asista a la escuela.
- Capacidad de subsistencia: hogares que tuvieran 4 ó más personas por miembro ocupado y, además, cuyo jefe tuviera baja educación”.

2 – La categoría CALMAT IV es definida por el INDEC como “la vivienda presenta materiales no resistentes ni sólidos o de desecho al menos en uno de los componentes constitutivos”.

AUTORES

Rodolfo Rotondaro. Arquitecto, Maestría CRATerre/UPAG. Investigador del CONICET en la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires. Es docente y dirige el Programa ARCONTI (Arquitectura y Construcción con Tierra). Desde 1986 trabaja en la investigación y el desarrollo de alternativas sostenibles en el campo del Hábitat Social. Co-dirige el Centro de Asesoría “terrabaires” (Buenos Aires) y es miembro activo de la Red Iberoamericana PROTERRA.

Juan Carlos Patrone. Arquitecto. Investigador del Programa ARCONTI y del Centro Hábitat y Energía, CIHE, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires. Desde 2000 trabaja en proyectos e investigaciones tecnológicas en el campo de la construcción con tierra en el área metropolitana. Co-dirige el Centro de Asesoría “terrabaires” (Buenos Aires) y es miembro activo de la Red Iberoamericana PROTERRA.



ESTUDO DO MATERIAL TERRA USADO NAS CONSTRUÇÕES EM TABIQUE NA REGIÃO DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO

Joana Carvalho¹, Jorge Pinto², Humberto Varum³, Abílio Jesus⁴, José Lousada⁵, José Morais⁶

Departamento de Engenharias. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD).
Quinta de Prados. 5001-801 Vila Real. Portugal (1) joana.pinto.de.carvalho@gmail.com;
(2) tiago@utad.pt; (4) ajesus@utad.pt ; (5) jlousada@utad.pt; (6) jmorais@utad.pt

Departamento de Engenharia Civil. Universidade de Aveiro (UA). Campus Universitário de
Santiago. 3810-193 Aveiro. Portugal (3) hvarum@ua.pt

Palavras-chave: tabique, reabilitação, materiais naturais, Trás-os-Montes e Alto Douro

RESUMO

O tabique é uma das técnicas construtivas tradicionais portuguesas que usa terra como material de construção. Um elemento construtivo em tabique é geralmente formado por uma estrutura de madeira revestida por um material de revestimento/enchimento à base de terra. Trás-os-Montes e Alto Douro é uma região de Portugal rica em edifícios antigos construídos com recurso a esta técnica. Este trabalho pretende divulgar esta técnica mostrando alguns exemplos de construções, auscultar o estado de conservação dessas construções e descrever o procedimento adoptado para a caracterização de edifícios antigos construídos em tabique. Para identificar/caracterizar o material de revestimento/enchimento à base de terra procedeu-se a um estudo laboratorial que incluiu a realização dos ensaios de análise granulométrica por peneiração húmida, de análise microscópica SEM (Scanning Electron Microscope) e de difracção de raio X, em amostras recolhidas em quatro municípios da região. Com base nos resultados obtidos é possível conhecer o tipo de material à base de terra usado nas construções em tabique nesta região, quer em termos de composição granulométrica quer em termos de composição mineralógica. Esta informação também auxilia a identificação de zonas de extracção de terra para futuros trabalhos de reabilitação de construções em tabique. Observou-se também que algumas amostras apresentavam minerais de calcite e de carbonato de cálcio o que indicia o uso de um ligante/estabilizante do tipo cal no material de revestimento/enchimento e atendendo a que estes tipos de minerais não existem naturalmente na região de Trás-os-Montes e Alto Douro.

1.INTRODUÇÃO

A construção de abrigos com recurso a materiais naturais foi fundamental para a sobrevivência da espécie humana. A Idade da Pedra (de 600.00 a 14.600 a.C.), a Idade da Argila (de 14.600 a 4.500 a.C.) e a Idade dos Metais (de 4.500 a 586 a.C.) representam períodos do processo evolutivo de aplicação dos materiais naturais pelo Homem (Navarro, 2006).

O uso de terra como material de construção deve-se fundamentalmente ao facto de existir abundantemente na natureza e de adquirir excelentes qualidades de trabalhabilidade quando misturada com a água (Gomes, 2005). No contexto actual, a terra apresenta-se como sendo um material de construção com enorme potencial atendendo a que é um material natural, reciclável, ecológico e sustentável (Correia, 2006). A aplicação de terra como material de construção verifica-se à escala mundial e é de longa data atendendo a que existem inúmeros vestígios arqueológicos de construções em terra (Gomes, 2005).

A construção em terra é um património da Humanidade que está patente em quase todos os continentes e que é elucidativo da diversidade cultural dos povos e demonstrativo da sua versatilidade em termos de aplicação (Correia, 2006).

As três principais técnicas construtivas tradicionais portuguesas que usam terra como material de construção são a taipa, o adobe e o tabique (Lourenço, 2002). O tabique distingue-se essencialmente das outras duas técnicas pelo facto de recorrer a uma estrutura resistente de madeira enquanto a taipa e o adobe usam essencialmente a terra como material de construção.

Um elemento construtivo em tabique (ex: parede) é geralmente formado por uma estrutura de madeira (ex: tábuas verticais ligadas por ripas horizontais) que é revestida por uma camada de terra em ambas as faces.

O objectivo principal deste trabalho consiste em efectuar um estudo laboratorial para a identificação/caracterização do material de revestimento/enchimento usado na construção em tabique existente na região de Trás-os-Montes e Alto Douro de Portugal. Atendendo a que se observou que grande parte deste tipo de construção se encontra em avançado estado de degradação e que se auscultou que raros são os exemplos em que os edifícios foram sujeitos a um processo de conservação/reabilitação pretende-se com este trabalho dar um contributo neste contexto.

2. TÉCNICAS TRADICIONAIS DE CONSTRUÇÃO EM TERRA EM PORTUGAL

Os principais tipos de técnicas construtivas em terra existentes no país são a taipa, o adobe e o tabique (Faria Rodrigues, 2007). Estas técnicas apresentam como similaridade o facto de usarem terra como material de construção.

2.1 A taipa

Esta técnica construtiva consiste em moldar no local um elemento construtivo que geralmente é uma parede (Lourenço, 2002). Após a colocação de uma cofragem, correntemente de madeira, a terra é depositada em finas camadas e compactada. A descofragem ocorre quando a terra adquiriu a capacidade resistente adequada. Uma parede em taipa, apresenta geralmente uma espessura considerável o que lhe permite funcionar como elemento estrutural e monolítico (Lourenço, 2002) e, também lhe confere excelentes propriedades térmicas.

2.2 O adobe

Os blocos de adobe são fabricados essencialmente à base de terra crua que é moldada em moldes de madeira e seca ao sol. Os blocos de adobe podem ser fabricados a partir de um solo composto por argila e areia. Após a moldagem segue-se o processo de secagem destes blocos. A secagem é natural e não passa por nenhum processo de cosedura. Os blocos de adobe podem ser fabricados com diferentes dimensões, tipos de solo e eventualmente podem incluir fibras naturais ou algum ligante como por exemplo cal (Faria Rodrigues, 2007).

Atendendo a que os blocos de adobe apresentam uma capacidade resistente à compressão significativa justifica que estes tenham sido usados não só na construção de paredes de alvenaria, mas também na construção de outros elementos estruturais como arcos, abóbadas e cúpulas (Lourenço, 2002).

2.3 O tabique

O tabique aparece como sendo outra técnica construtiva tradicional em terra. Esta técnica consiste em aplicar terra sobre uma estrutura previamente concebida que geralmente é de madeira ou de cana (figura 1). Forma-se deste modo uma estrutura mista em que a capacidade resistente é basicamente conferida pela estrutura de madeira e em que a terra funciona como um material de enchimento e de revestimento. Este facto destaca o tabique das outras técnicas construtivas em terra dominantes em Portugal porque, tanto na taipa como no adobe, a terra é o material principal. O tabique também é designado por pau-a-pique, taipa de mão ou taipa de sopapo (Alexandria, 2006).



Figura 1.a - Construção com paredes exteriores em alvenaria de pedra e com paredes interiores em tabique



Figura 1.b - Construção com paredes exteriores em tabique nos pisos superiores

3. CONSTRUÇÃO EM TABIQUE NA REGIÃO DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO

Trás-os-Montes e Alto Douro é uma vasta região na qual existem trinta e cinco municípios. De forma a verificar a existência de construção em tabique nesta região foi necessário proceder a visitas a todas as partes desta região. Devido ao facto de se tratar de uma grande área geográfica tornou-se imperioso definir um critério de selecção para reduzir o campo de trabalho. Para o efeito, o trabalho de investigação em curso focou-se nos centros históricos de cada município, que são definidos como sendo os aglomerados urbanos (cidades, vilas) mais antigos de cada município.

Observou-se que as construções em tabique desta região são essencialmente do tipo habitação unifamiliar com um máximo de três pisos. Geralmente, apresentam paredes exteriores em alvenaria de pedra, pisos e escadas interiores em madeira e, paredes interiores e tectos em tabique (figura 1.a). No entanto, também é corrente observar casos em que algumas das paredes exteriores são em Tabique (figura 1.b) nomeadamente ao nível dos pisos superiores.

Nesta fase do trabalho de investigação, verificou-se que aparentemente apenas 4 dos municípios não parece apresentar construção em tabique, nomeadamente: Boticas, Montalegre, Miranda do Douro e São João da Pesqueira. A informação relativa aos 4 municípios que aparentemente não dispõem de paredes interiores de tabique poderá estar condicionada ao facto do acesso ao interior das construções ter sido por vezes impossibilitado devido às construções estarem em ruínas (ou abandonadas) ou não ter havido autorização por parte dos proprietários.

De forma a se proceder a uma caracterização exaustiva das várias construções em tabique existente na região efectuou-se uma recolha de vários elementos. Nas situações onde existia muita construção em tabique teve que se adoptar um segundo critério de selecção de forma a reduzir o espectro de trabalho e que foi optar por aquelas construções que eram acessíveis ao seu interior. Os elementos recolhidos para a caracterização de cada construção foram: um registo fotográfico, o preenchimento de uma ficha técnica e a recolha de amostras do material representativo (terra, madeira).

Nesta fase, foram seleccionadas 25 construções e recolhidas amostras de material em 4 delas. As 4 amostras foram seleccionadas tendo em conta as suas aparentes diferenças identificadas à vista desarmada, tanto a nível de material de enchimento/revestimento à base de terra como de madeiras. Para a caracterização de cada construção foi preenchida uma ficha técnica (Carvalho et al, 2008).

As amostras de material recolhidas (quando possível) foram relativas essencialmente a paredes (exteriores ou interiores) de tabique (figura 2).



Figura 2 - Exemplo de uma amostra recolhida

Pretende-se efectuar um estudo laboratorial de forma a identificar cada material (terra e madeira) e de modo a ser criado um registo para futuro trabalhos de reabilitação. Também se pretende averiguar se esses materiais foram os mesmos usados nas várias zonas. A complementar esta informação também se pretende identificar os detalhes construtivos associados à construção em tabique (figura 3). Este trabalho está focado na identificação/caracterização do material de revestimento/enchimento à base de terra.



Figura 3.a - Detalhe construtivo de uma parede de Tabique de uma construção em Chaves



Figura 3.b - Detalhe construtivo de uma parede de Tabique de uma construção em Mirandela

4. ENSAIOS LABORATORIAIS

4.1 Análise granulométrica por peneiração húmida

Como forma de determinar os principais constituintes do material de enchimento/revestimento à base de terra e as dimensões das partículas das amostras recolhidas, foram realizadas análises granulométricas por peneiração húmida (figura 4) de acordo com a Norma/Especificação LNEC E 239 no laboratório de materiais e solos da UTAD.

Descrição do procedimento experimental

- Pesagem da amostra e anotação do peso;
- Moagem da amostra com recurso a um almofariz;
- Lavagem e peneiração da amostra no peneiro de 63 μm ;
- Colocação da amostra lavada na estufa. A água resultante da lavagem foi também colocada na estufa para posteriormente se retirar o material que passou no peneiro 63 μm para análise microscópica;
- Nova pesagem dos retidos no peneiro 63 μm após secagem em estufa e de forma a determinar a percentagem de passados neste peneiro;

- Peneiração da amostra na série de peneiros: 14; 12,5; 10; 8; 6,3; 4; 2; 1; 0,5; 0,25; 0,125; 0,0063 (medidas em milímetros).



Figura 4.a - Pesagem da amostra



Figura 4.b - Moagem da amostra



Figura 4.c - Lavagem da amostra



Figura 4.d - Secagem da amostra em estufa

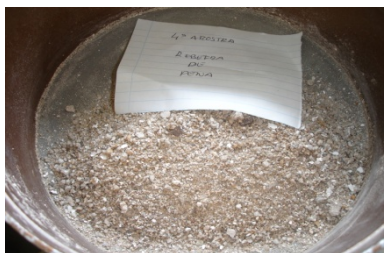


Figura 4.e - Retidos no peneiro 63 µm



Figura 4.f - Passados no peneiro 63 µm

Depois de realizado todo este procedimento foi possível traçar as curvas granulométricas correspondentes a cada uma das amostras.

4.2 Análise microscópica SEM (Scanning Electron Microscope)

Para a visualização das amostras em SEM (SEM/ESEM FEI QUANTA – 400), na Unidade de Microscopia Electrónica da UTAD, foram retiradas 3 pequenas quantidades de cada uma das amostras (para obtenção de um maior rigor) que foram colocadas sobre os pinos de alumínio, colados com fita cola de carbono. Para a visualização das amostras sem tratamentos suplementares foi utilizado o modo ambiental (ESEM), tendo sido usada uma pressão parcial no interior da câmara de 1,3 mbar e uma tensão de aceleração de 20kV.

4.3 Difracção de Raio X

Para a realização dos difractogramas de Raios-X (PANalytical modelo X'Pert PRO com detector X'Celerator), as amostras foram preparadas num porta-amostras padrão, sendo utilizado o modo rotativo (spinner). A energia usada na produção da radiação X foi de 50kV e 40mA. A aquisição foi efectuada na geometria Bragg-Bentano entre $4^\circ < 2\theta < 60^\circ$. Este tipo de ensaio já foi utilizado para o mesmo fim em Carvalho (2008).

5. AVALIAÇÃO DE RESULTADOS

5.1 Análise granulométrica por peneiração húmida

Na figura 5 estão representadas as curvas granulométricas referentes às diferentes amostras. Relativamente à amostra 1 (figura 5.a) recolhida em Mirandela é possível observar que a percentagem de finos (argilas ou siltes) representa um total de aproximadamente 9% (percentagem de passados no peneiro 63 µm).

Através da curva granulométrica da amostra 2 (figura 5.b) verifica-se que mais de 50% da amostra é constituída por argilas e siltes.

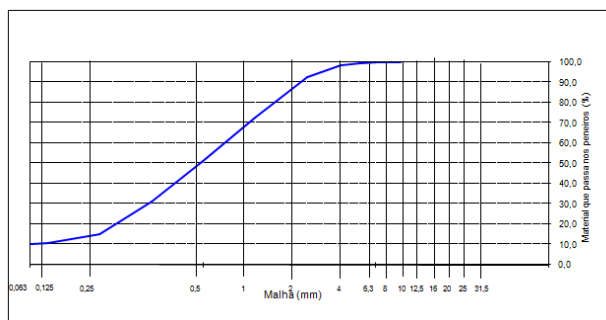


Figura 5.a - Curva granulométrica da amostra 1 (Mirandela)

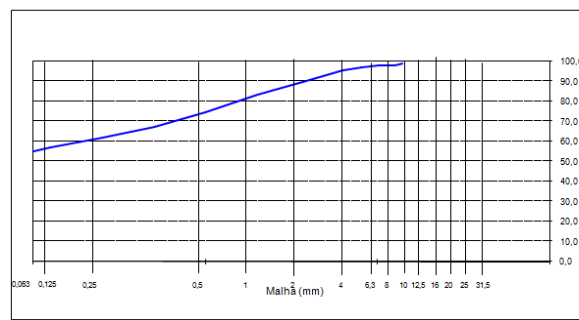


Figura 5.b - Curva granulométrica da amostra 2 (Macedo de Cavaleiros)

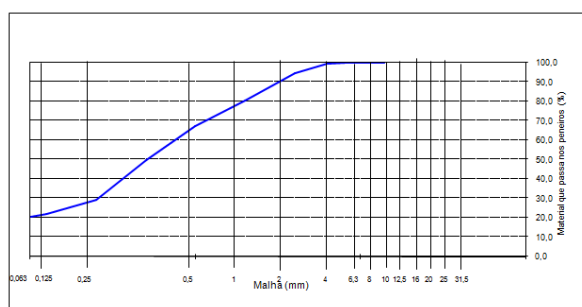


Figura 5.c - Curva granulométrica da amostra 3 (Tabuaço)

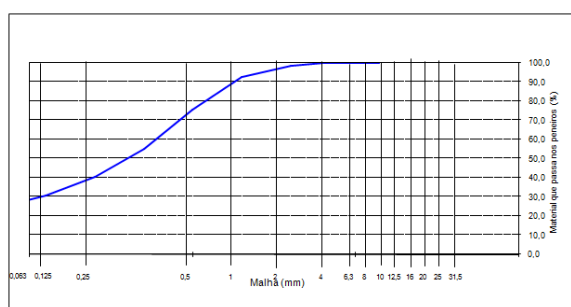


Figura 5.d - Curva granulométrica da amostra 4 (Ribeira de Pena)

Por sua vez, as curvas granulométricas das amostras 3 e 4 (figuras 5.c e 5.d) indicam que o material de enchimento/revestimento à base de terra recolhido nas construções de Tabuaço e de Ribeira de Pena são semelhantes (em termos granulométricos) e apresentam uma percentagem de argilas e siltes entre os valores de 20% a 30%.

Face a estes resultados pode-se concluir que o material de enchimento/revestimento à base de terra usado na região de Trás-os-Montes e Alto Douro não é necessariamente semelhante em termos de granulometria. Contudo, é de salientar que todas as amostras apresentam curvas granulométricas extensas o que significa um grau de compacidade elevado tal como seria de esperar num material para esta aplicação.

5.2 Análise microscópica SEM (Scanning Electron Microscope)

Os resultados obtidos na análise microscópica SEM estão apresentados nas tabelas 1.a, 1.b, 1.c e 1.d para as amostras recolhidas em Mirandela, Macedo de Cavaleiros, Tabuaço e Ribeira de Pena respectivamente. Relativamente às amostras recolhidas em Mirandela, em Tabuaço e Ribeira de Pena observa-se a existência de elevada percentagem de cálcio (Ca). Por sua vez, a amostra de Macedo de Cavaleiros apresenta o silício (Si) como sendo o elemento predominante. Acrescenta-se que a amostra recolhida em Ribeira de Pena apresenta também um teor significativo de silício e de alumínio (Al).

Tabela 1.a - Amostra de Mirandela

Elem	001. spc	002. spc	003. spc
NaK	1.50	1.26	1.58
MgK	1.41	1.24	1.46
AlK	7.93	7.62	8.27
SiK	16.67	16.35	17.79
S K	0.62	0.50	0.48
ClK	3.70	3.22	3.51
K K	4.43	4.33	4.71
CaK	58.82	60.77	56.60
TiK	0.25	0.27	0.58
FeK	4.66	4.46	5.04
Total	100.00	100.00	100.00

Tabela 1.b - Amostra de Macedo de Cavaleiros

Elem	001. spc	002. spc	003. spc
NaK	2.76	2.39	2.86
MgK	5.13	5.48	5.20
AlK	14.96	14.85	15.15
SiK	41.04	40.12	40.75
ClK	0.42	0.39	0.33
K K	2.95	2.77	2.78
CaK	9.22	9.55	9.05
TiK	2.64	2.67	2.72
MnK	0.63	0.74	0.63
FeK	20.25	21.04	20.54
Total	100.00	100.00	100.00

Tabela 1.c - Amostra de Tabuaço

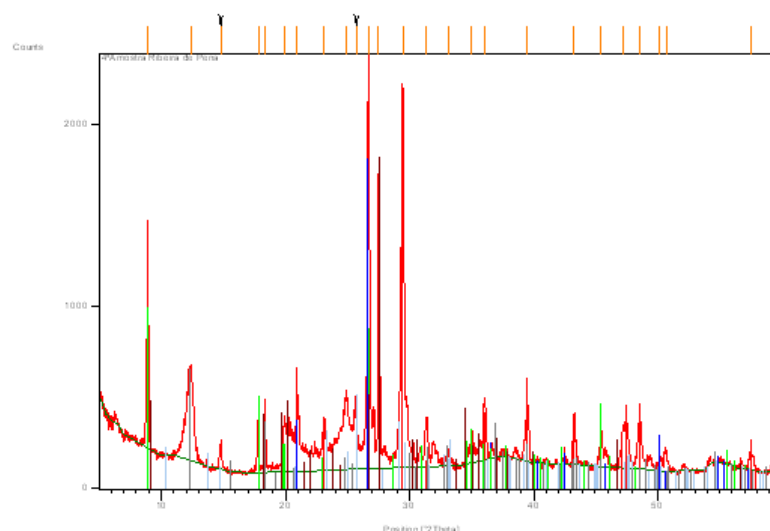
Elem	001.spc	002.spc	003.spc
NaK	1.98	1.89	1.89
MgK	0.94	0.92	0.94
AlK	14.34	15.39	14.12
SiK	19.92	19.57	19.46
S K	0.44	0.42	0.48
ClK	4.42	4.41	4.33
K K	3.53	3.86	3.59
CaK	52.30	51.44	53.19
FeK	2.15	2.09	2.00
Total	100.00	100.00	100.00

Tabela 1.d - Amostra de Ribeira de Pena

Elem	001.spc	002.spc	003.spc
NaK	0.57	0.63	0.63
MgK	0.93	1.17	1.19
AlK	20.58	20.10	21.38
SiK	29.94	29.41	30.45
S K	3.25	3.30	3.38
ClK	0.71	1.03	1.24
K K	4.24	4.10	3.66
CaK	33.27	33.43	32.05
TiK	0.44	0.51	0.56
FeK	6.07	6.32	5.45
Total	100.00	100.00	100.00

5.3 Difrração de Raio X

A figura 6 ilustra os difractogramas obtidos através do ensaio de difracção de raio X relativo à amostra de Ribeira de Pena. Para as outras amostras também foram obtidos gráficos deste tipo. A interpretação destes resultados converge para as conclusões anteriores. Relativamente às amostras recolhidas em Mirandela, em Tabuaço e Ribeira de Pena observa-se a existência de elevada quantidade de minerais do tipo calcite ou carbonato de cálcio. Por sua vez, a amostra de Macedo de Cavaleiros apresenta quartzo e muscovite em elevado teor. A amostra recolhida em Ribeira de Pena (figura 6) apresenta também teor significativo de quartzo e muscovite.

**Figura 6 – Difractogramas da amostra de Ribeira de Pena**

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A terra é um material natural, ecológico, reciclável, económico e, como tal, um material de construção com enorme potencial. Os edifícios históricos existentes são um testemunho da elevada durabilidade da terra como material de construção.

A construção em terra assume-se como sendo uma solução construtiva relevante em Portugal.

O tabique teve uma grande incidência na região de Trás-os-Montes e Alto Douro. O tabique difere da taipa e do adobe porque apresenta como elemento resistente principal uma estrutura de madeira que é revestida por material à base de terra.

A maioria das construções em tabique existentes na região de Trás-os-Montes e Alto Douro apresentam um estado de degradação acentuado. O levantamento destas construções e a identificação/caracterização dos materiais constituintes visam contribuir para o desenvolvimento de uma base de conhecimento que apoie futuras acções de reabilitação.

Os resultados experimentais obtidos neste trabalho permitem dar a conhecer o material à base de terra usado nas construções em tabique existentes nesta região, mostram que esse material pode ser variado em termos de composição granulométrica e mineralógica. Esta informação permitirá auxiliar a identificação de zonas de extracção de terra para futuros trabalhos de reabilitação. Outro dado relevante é o facto de o uso de um ligante/estabilizante do tipo cal como aditivo à terra ser frequente.

BIBLIOGRAFIA

ALEXANDRIA, S. (2006). *Arquitectura e construção com no Piauí: Investigação, caracterização e análise*. Dissertação de Mestrado [não-publicada] Universidade Federal do Piauí, Teresina.

CARVALHO, G.(2008), *Estudo de soluções para uma escola em blocos de terra crua: Cmatatela*. Tese de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Aveiro, Portugal.

CARVALHO, J., PINTO, J.VARUM, H., JESUS, A., LOUSADA, J., MORAIS, J.(2008). *Construções em tabique na região de Trás-os-Montes e Alto Douro, CINPAR 2008, 4th International Conference on Structural Defects and Repair*, 25 a 28 Junho, Universidade de Aveiro, Portugal.

CORREIA, Mariana (2006). "Investigação e difusão científica em arquitectura de terra, na ESG/ Escola Superior Gallaecia" in *TerraBrasil 2006 (em CD)*. Ouro Preto: TerraBrasil 2006.

FARIA RODRIGUES, P. (2007). *Construções em terra crua. Tecnologias, potencialidades e patologias* [on-line]. Disponível www.dec.fct.unl.pt.

GOMES, M.V. (2005). *Arqueologia da Arquitectura de terra em Portugal*. In *Arquitectura de terra em Portugal* (pp.125-131). Lisboa: Argumentum.

LOURENÇO, P. (2002). *Arquitectura de terra: uma visão de futuro*. Companhia de Arquitectura e Design [on-line]. Disponível www.planetaCAD.com.

NAVARRO, R.F. (2006). *A Evolução dos materiais, Parte1: da pré-história ao início da era moderna*. *Revista Electrónica de Materiais e Processos*, 1, 1-11.

AUTORES

Joana Carvalho, aluna de Mestrado de Engenharia Civil da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal.

Jorge Pinto, Professor Auxiliar, Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal.

Humberto Varum, Professor Auxiliar, Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal.

Abílio Jesus, Professor Auxiliar, Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal.

José Lousada, Investigador Auxiliar, Departamento de Florestal da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal.

José Morais, Professor Associado com Agregação, Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal.



O PRECONCEITO NA CONSTRUÇÃO COM TERRA: O USO DA TAIPA DE MÃO NO CONJUNTO PARQUE WALL FERRAZ, EM TERESINA, PIAUÍ, BRASIL

Wilza Gomes Reis Lopes¹; Thiago Melo Braga²; Jose Hamilton Lopes Leal Júnior²; Karenina Cardoso Matos³; Sandra Selma Saraiva de Alexandria⁴

(1) Departamento de Construção Civil e Arquitetura da Universidade Federal do Piauí - UFPI
Rua Major Manoel Lopes, n. 1714, Morada do Sol, 64056-570, Teresina, PI, Brasil
Tel: (55 86) 32331274. izarlopes@uol.com.br

(2) Estudantes de graduação do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Piauí;
thiago.a.melo@hotmail.com.br; satoescariote@hotmail.com

(3) Departamento de Construção Civil e Arquitetura da Universidade Federal do Piauí - UFPI
kareninamatos@yahoo.com.br

(4) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo do Instituto Camilo Filho – ICF
s3arquitetura@yahoo.com.br

Palavras-chave: arquitetura de terra, taipa de mão, preconceito

RESUMO

A arquitetura de terra, caracterizada por diversas técnicas construtivas, vem sendo usada há milênios. Neste contexto, a ausência de tecnologia sofisticada para a construção forçou os primeiros construtores da terra a fazerem adaptações em materiais encontrados na própria natureza, erguendo construções ousadas, que envolviam o uso da matemática, da astronomia e dos aspectos climáticos naturais.

As técnicas de construção com terra mais usadas no Brasil foram a taipa de pilão, o adobe e a taipa de mão. Bastante utilizadas durante o período colonial foram esquecidas e abandonadas, após a chegada dos novos materiais, ficando restritas às aulas de história da arquitetura e consideradas ultrapassadas e sem durabilidade. Em Teresina, capital do Estado do Piauí, é comum o uso de construções com taipa de mão, associadas a processos sociais transitórios, mas realizadas sem os devidos cuidados técnicos, resultando em construções precárias.

O Conjunto Habitacional Parque Wall Ferraz, localizado na zona Norte de Teresina, datado de 1996, foi construído inicialmente com taipa de mão, por meio do "kit taipa", financiado pela Prefeitura Municipal de Teresina, composto por madeira roliça e telha cerâmica. Hoje, quase a totalidade das casas foi substituída por construções em alvenaria cerâmica.

Neste trabalho procurou-se identificar as razões pela rejeição do uso das técnicas construtivas de terra, tendo como enfoque o conjunto Parque Wall Ferraz. Foram realizadas entrevistas e aplicados questionários aos moradores do conjunto, enfocando aspectos relativos ao processo construtivo, identificação da opinião dos moradores sobre este tipo de construção. A falta de resistência foi apontada como o maior problema das casas de terra, alegando que não suportavam as chuvas do inverno, necessitando, ainda, de reparos constantes. Mas ao serem apresentadas fotos de casas de terra construídas corretamente, afirmaram que voltariam a morar em casas construídas com este material, mostrando o desconhecimento do potencial da arquitetura de terra.

1. INTRODUÇÃO

A distribuição da população no país é predominantemente urbana, com cerca de mais de 50% da população mundial habitando as cidades. Dessa forma, percebem-se nas cidades alguns dos mais graves problemas ambientais tais como, excesso de lixo, a questão das águas, a poluição do ar, o alto consumo de energia e de recursos, além da carência de moradias.

Dentre todos esses problemas, a geração e o consumo de energia constituem-se num dos principais problemas enfrentados pela humanidade, devido à crescente escassez de fontes

e recursos e ao desperdício da energia disponível. A construção civil apresenta-se como uma das atividades que mais impactam o meio ambiente, pois além do uso de recursos naturais, utilizados como matéria-prima, consome grande parte da energia gerada e disponível no planeta para a produção e transporte de materiais, e gera considerável quantidade de entulho nas obras.

Para Morel et al. (2001) a indústria da construção civil é responsável, em toda parte do mundo, por altos níveis de poluição do meio ambiente, em decorrência da energia consumida durante as etapas de extração, processamento e transporte da matéria prima.

Segundo Faria (2002), em decorrência dos impactos ocasionados pelas atividades antropogênicas, a redescoberta da utilização de materiais e técnicas mais naturais, bem como a busca de materiais alternativos na construção civil, tornou-se uma necessidade cada vez mais iminente, procurando-se conciliar o meio ambiente às atividades sócio-econômicas e ao desenvolvimento.

Neste sentido, a construção com terra apresenta-se como uma alternativa para a solução dos problemas habitacionais, devido à facilidade de execução, inclusive por mão de obra não qualificada, e ainda por ser facilmente assimilável e transmissível, apresentando resultados excelentes desde que, seguidos os parâmetros técnicos necessários (Lopes e Ino, 2003).

Utiliza-se a terra para construção nos mais remotos e mais diferentes recantos do planeta, e sob técnicas variadas, visando resolver o secular problema de habitação da humanidade. Houben e Guillaud (1994) afirmam que, desde quando os homens começaram a construir casas e cidades, há 10 mil anos, a terra vem sendo um dos principais materiais de construção utilizados no mundo, para edificar cidades inteiras; palácios e templos, igrejas e mesquitas, armazéns e castelos, praças fortificadas e soberbos monumentos. E hoje cerca de um terço da população mundial vive em construções de terra crua, sendo difícil encontrar um país que não possua herança de edifícios em terra crua.

Para Casal Iglesias (1993), o maior desafio, para o uso das construções em terra, é puramente subjetivo. Trata-se do preconceito generalizado que associa as obras de prestígio às técnicas e materiais modernos e considera a arquitetura de terra como precária e símbolo de baixo "status social". Calla Garcia (2002) afirmou que a precariedade das construções com terra resulta da falta de conhecimento científico no uso deste material, e ainda que, o errado conceito de modernidade faz com que se considere o material terra como símbolo de antigo e pobre, associando suas construções à pobreza e ao precário, enquanto que os materiais como cimento e polímeros são associados à modernidade.

Segundo Barbosa et al. (2005), o surgimento dos materiais industrializados e a intensa propaganda das suas qualidades, além do preconceito existente em relação aos materiais antigamente tradicionais, como a terra, fizeram com que aos poucos as paredes de terra com blocos crus fossem caindo em desuso, até seu quase completo abandono.

Na cidade de Teresina, capital do Piauí, estado situado na região Nordeste do Brasil, é comum o uso de construções com taipa de mão, mas realizadas sem os devidos cuidados técnicos, associadas a processos sociais transitórios, resultando na maioria das vezes, em construções precárias. O Parque Wall Ferraz, localizado na zona Norte de Teresina, foi construído usando-se a taipa, com apoio da Prefeitura Municipal de Teresina, na gestão 1993/1996, por meio da Secretaria Municipal do Trabalho e Assistência Social. Atualmente, grande parte das construções foi refeita, utilizando-se material convencional.

2. DESCRIÇÃO DO PROCESSO CONSTRUTIVO EM TAIPA DE MÃO

Dentre as diversas técnicas com terra crua, a taipa de mão e de pilão e o adobe foram as mais usadas no Brasil. A taipa de mão, também conhecida como taipa de sopapo, de sebe, barro armado ou pau-a-pique, é uma variedade de construção em terra crua, que consiste basicamente de uma trama de madeira, bambu, ou outro material, formada por paus, na

vertical e varas na horizontal, unidas através de cipó, sisal, tiras de couro, prego ou arame, dependendo do material mais disponível no local.

Segundo Muniz (1997), depois de pronta, a trama é preenchida com barro, que é jogado ao mesmo tempo por dentro e por fora, sendo apertado sobre a trama da parede. “Este trabalho é feito, utilizando-se apenas as mãos, daí a denominação de taipa de mão” (Muniz, 1997, p. 121). Após a secagem do barro, é aplicado o reboco e posteriormente a pintura.

Na preparação da mistura para o barreado utiliza-se, em algumas regiões, apenas a terra com água, amassada com os pés, até completa homogeneização, enquanto que em outras, são acrescentados alguns materiais como fibras vegetais, capim, palha, esterco de gado, cal ou cimento, entre outros, que funcionam como estabilizantes da terra, o que contribui para diminuir a retração.

Esta técnica foi bastante usada no Brasil, encontrando-se exemplares em todo país, devido a diversas razões, tais como: facilidade de sua construção, não necessitando de mão-de-obra especializada, rapidez e economia na execução, além de ser leve e de facilmente adaptar-se às topografias acidentadas Vasconcellos (1979), Schmidt (1946), Alvarenga (1984), Souza (1996).

Vários exemplos de construção em taipa de mão, construídos em tempos remotos, persistem até nossos dias, desafiando às intempéries e ao próprio tempo, demonstrando o potencial de seu uso e de sua durabilidade. Porém, não só exemplos históricos comprovam a viabilidade desta técnica. Lopes (1998), a partir de um levantamento de construções em taipa de mão no Brasil, apresentou diversos exemplos contemporâneos, localizados em várias partes do país, em que foram respeitados procedimentos construtivos adequados e que atestam a versatilidade e o excelente desempenho desta técnica.

Segundo Lopes (2003), distintas espécies de madeira são adequadas, devendo ser usadas aquelas normalmente encontradas na região. Frota e Le Roy (1978) descrevendo as construções de taipa, no município de São Miguel do Tapuio no Piauí, relatam que o marmeleiro (*Croton sonderianus* Muell. Arg.), o birro (*Diptychandra aurantiaca*) e a sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth), espécies nativas do Piauí, são as madeiras mais usadas, na região, para a confecção do entramado. Para os esteios, é necessário uma madeira de melhor qualidade como, o angico (*Anadenanthera macrocarpa*), a aroeira (*Myracrodium urundeuva*), o pau-d'arco (*Tabebuia*) ou o jatobá (*Hymenaea courbaril*), que são mais resistentes.

As espécies de reflorestamento apresentam-se como excelente opção, na medida em que as áreas dedicadas a este fim encontram-se, atualmente, em constante expansão, o que facilita o uso da madeira como material renovável.

A trama interna pode ser produzida, artesanalmente no local, com madeira roliça, ou ainda sob a forma de painéis modulados pré-fabricados, com madeira serrada ou bambu. Vários tipos de madeira se prestam para confecção do entramado, dependendo da disponibilidade local. Segundo Lopes (1996) o uso de painéis modulados pré-fabricados em madeira serrada, executados em oficina e levados prontos para a obra possibilita o melhor aproveitamento das peças de madeira e permite maior agilidade do processo de construção.

Mitidieri (1987) descreve o método tradicional da construção pelos taipeiros do interior, em que os esteios são fincados direto no solo, com mais ou menos 50 cm de profundidade. As peças de madeira são postas nos vãos e depois de niveladas, fixadas com barro socado. Após a colocação dos apoios e do travamento com peças horizontais, são cavadas valas de 30 cm de profundidade. Começa então a estrutura das paredes fixando as ripas verticais que são enterradas na base e pregadas nos apoios horizontais. As cavas são preenchidas com o mesmo barro das paredes. Na etapa seguinte as ripas horizontais são também fixadas nas verticais, podendo-se usar entre outros materiais o sisal ou prego.

Após a colocação das linhas, são colocados os caibros e as ripas. O processo de construção em taipa tem como um dos principais objetivos o ajustamento das madeiras em suas devidas posições para receberem a cobertura. Este cuidado é tomado devido ao fato de que o telhado ajuda no processo de barreamento, pois evita a exposição do barro ainda úmido às águas da chuva.

A partir da estrutura pronta, inicia-se a colocação dos caibros roliços, que tem sua distância regulada pela largura das telhas, que pode assim dispensar o uso de ripas. É importante que os beirais tenham grandes dimensões, (em torno de 80 cm a 1m), desta forma, as paredes não terão contato direto com a chuva. Assim, o barro vai ser preservado e a construção perdurará por mais tempo. Após a colocação do madeiramento da cobertura, inicia-se a colocação das telhas, da mesma forma que é feito nas construções de alvenaria. Com o telhado pronto, inicia-se o processo de vedação das paredes, com o preenchimento do entramado com a mistura de terra.

De acordo com Vasconcellos (1979) é importante a correta escolha da terra a ser empregada, devendo incluir determinada mistura de areia e argila, para se ter maior aglutinação e menor possibilidade de desintegração, como rachaduras e fendas. Em alguns locais costumava-se misturar ao barro tanto o estrume de curral (principalmente do gado vacum), rico em fibras vegetais ou mesmo crina animal. A função destes materiais é armar o barro com trama interna propiciada pelas fibras. Há, também, a tradição de se juntar ao barro o sangue de boi como aglutinante.

3. A CIDADE DE TERESINA

Fundada em 16 de agosto de 1852, para ser a capital do estado do Piauí, localizado na região Nordeste do Brasil, em substituição à cidade de Oeiras, Teresina possui área total de 1.756,00 km², e de acordo com a contagem de 2007, sua população é de 779.939 habitantes (IBGE, 2007). Está situada entre dois rios, o Poti e o Parnaíba, apresentando altitude média de 72,00 m e localiza-se próxima à linha do Equador, a 5°05'12" de latitude sul e longitude oeste de 42°48'42" (Castelo Branco e Araújo, 2001).

Segundo Alexandria (2006), ainda é possível encontrar no centro de Teresina, exemplares da arquitetura de terra em bom estado de conservação remanescente de épocas passadas, do início do século XX, atestando a qualidade do material e da técnica empregada.

A maioria das construções com terra encontradas no centro antigo da cidade foi executada em adobe. Algumas delas, de acordo com Rocha e Lopes (2007), estão relacionadas no Inventário para Proteção do Acervo Cultural de Piauí de Teresina. Entre elas, podem ser citadas, a Casa Dota, a casa Oba Oba Variedades e a Art Cozinha, todas que antes eram residências, hoje possuem função comercial.

Além disso, são encontradas inúmeras edificações realizadas com taipa de mão, que produzidas com um objetivo temporário e realizadas sem seguir os procedimentos corretos, deixam a desejar no que se refere ao acabamento, durabilidade e aparência, contribuindo para o fortalecimento da imagem da casa de terra associada à pobreza e às construções provisórias. Tais construções são realizadas de maneira provisória pela população carente, pois são o meio mais rápido e barato para se construir, tendo o objetivo de ocupar determinado espaço, geralmente localizadas em área de risco e áreas de invasões, freqüentes na cidade. Posteriormente, seus moradores são atendidos pelos programas da Prefeitura, tais como o Programa Vila Bairro e o Programa Morar Melhor em parceria com a Caixa Econômica Federal.

Entretanto, Lopes (1998), apresenta exemplos de casas construídas em taipa de mão, em Teresina (figura 1), como a casa projetada pelo arquiteto Paulo Frota, que confirmam a versatilidade, a durabilidade e o potencial desta técnica construtiva. Percebe-se, então, que as técnicas de construção com terra fazem parte do conhecimento e da cultura da população piauiense.



Figura 1 – Casa em taipa de mão, na cidade de Teresina, do arquiteto Paulo Frota
Fonte: Wilza Lopes, 1997

Nos dias de hoje, a cidade de Teresina tornou-se um canteiro de obras, onde as construções crescem e ocupam o espaço urbano sem limites adequados. Diante disto, diversas áreas são postas à ação de invasores – famílias que não tem moradia fixa e que tentam sobrevivência em locais impróprios – que dispõem de pouca renda e necessitam de moradia e abrigo. A consequência desta situação é revelada através de construções precárias, irregulares e sem nenhuma programação e estudo para sua confecção. Por ser uma técnica prática, que não necessita de recursos financeiros, a taipa é empregada em larga escala, não só em Teresina, como também em diversos locais do nordeste brasileiro.

4. O CONJUNTO PARQUE WALL FERRAZ

O conjunto parque Wall Ferraz, datado de 1996, construído inicialmente com taipa de mão (figura 2), está localizado na zona norte de Teresina, próximo ao bairro Poty Velho. Para este loteamento foram transferidas 935 famílias, que habitavam áreas de risco, como encostas, áreas alagadas, terrenos de terceiros e leitos de rua (Lopes, 1998). Foram assentadas em terreno municipal, parcialmente urbanizado, do bairro Santa Maria da Codipi e aos poucos foi executada a devida infra-estrutura; abastecimento d'água, unidades sanitárias populares, energia elétrica, regularização de lotes, creche, escola e campo de futebol.

A maioria das famílias foi transferida de locais de risco e de áreas alagadas de bairros como Ininga, Vila São Francisco e bairro São Joaquim, dentre outros, devido à enchente ocorrida em 1996, que deixou muitas famílias desabrigadas.

As casas foram construídas pelos próprios moradores que receberam, na época, o “kit taipa”, composto por madeira roliça e de telha cerâmica, doado pela Prefeitura Municipal de Teresina. A terra usada foi a do próprio local, sem acréscimo de nenhum outro material. Após a doação do kit, da delimitação do terreno e começo de infra-estrutura básica no local a ser construído, o futuro morador seria o único responsável pela preparação e confecção da residência, amparado por vizinhos e amigos que também dispunham de força e vontade mútua para o início das obras.

Segundo os moradores, os kits eram obtidos através de solicitações feitas à Prefeitura. As casas de taipa de mão eram construídas de acordo com o critério do morador, sem definição de uma planta para a construção da edificação, sendo que cada família tinha a sua disposição um terreno de 8 metros de largura por 20 de comprimento, determinado pelo poder público.

Em aproximadamente três meses, durante o ano de 1996, praticamente todas as casas já estavam de pé e sendo habitadas. Ao construírem, os moradores não foram acompanhados

por técnicos ou arquitetos com conhecimento neste tipo de construção, sendo assim, acabaram construindo de forma errada, sem os devidos acabamentos e sem os devidos procedimentos técnicos. Devido às intempéries, principalmente das chuvas de inverno, as paredes sofriam danos, muitas vezes vindo a desmoronar, o que levava o morador a uma inevitável reforma de sua casa.



Figura 2 – Conjunto Parque Wall Ferraz, todo construído com taipa de mão, em 1996
Fonte: Wilza Lopes, 1997

No ano de 1998, a Prefeitura implementou, o programa Morar Melhor, que foi responsável pela mudança de quase todas as casas de terra para alvenaria cerâmica (figura 3). Ao contrário das casas de taipa, as atuais residências tiveram sua construção acompanhada por técnicos e engenheiros responsáveis, o que resultou em moradias com melhor acabamento estrutural e, assim, mais bem aceitas pela população.



Figura 3 – Situação atual do Conjunto Parque Wall Ferraz
Fonte: Thiago Melo, 2008

5. ANÁLISE DAS CONSTRUÇÕES DE TAIPA AINDA EXISTENTES NO CONJUNTO

Fazendo uma análise das construções com taipa de mão, ainda existentes no Conjunto Wall Ferraz, pode-se enumerar algumas falhas, percebidas tanto na parte externa como na interna. Em relação à estrutura, as paredes não foram niveladas nem aprumadas, ficando assim tortuosas; as fundações não foram executadas com os devidos cuidados para evitar o apodrecimento das madeiras verticais (forquilhas), que ficam enterradas parcialmente. Após

o barreamento as paredes não foram rebocadas, ficando desprotegidas, o que diminui bastante a sua resistência quando exposta ao sol e à chuva (figura 4).



Figura 4 – Casa de taipa de mão sem reboco

Fonte: Thiago Melo, 2008

As edificações apresentavam pé direito muito baixo, as vigas colocadas são de madeiramento impróprio, de baixa resistência, desta forma levaria à flexão e possível quebra da madeira (figura 5).



Figura 5 – Casa de taipa de mão, vendo-se a madeira flexionada

Fonte: Thiago Melo, 2008

O preenchimento das paredes não foi corretamente empregado, o que resultou em buracos nas paredes. Nas casas visitadas, no telhado não se teve o cuidado de executar a cumeeira, por consequência ficaram brechas por onde a água da chuva penetra (figura 5).

Como explica Alvarenga (1995), a visão de solução provisória, para construção de habitações em taipa, resulta em edificações sem as recomendações técnicas cabíveis, onde o aspecto visual e de higiene ficam comprometidos pela falta de reboco e pelo mau

acabamento, dentre outros fatores, estabelecendo-se por consequência, a idéia de que a casa de taipa está vinculada à pobreza e às habitações provisórias e insalubres.



Figura 6 – Fresta na cumeeira sem acabamento
Fonte: Thiago Melo, 2008

6. CONTATO COM A POPULAÇÃO DO CONJUNTO

Segundo informações no local, as residências foram edificadas individualmente, com cada morador sendo responsável pela construção de sua moradia. Mas como parte dos usuários não tinha conhecimento desta técnica construtiva, muitos buscaram a ajuda de vizinhos ou parentes para executar a construção, como declarou uma das antigas moradoras, residente no conjunto desde seu início.

Para a confecção das casas a Prefeitura disponibilizou madeira, barbante, pregos e telha. Quanto à madeira empregada, algumas pessoas do conjunto fizeram críticas a respeito de sua qualidade, qualificando-a como material frágil e de pouca durabilidade. Sabe-se que a madeira, quando exposta à chuva apodrece facilmente, e aquela que foi entregue para a construção do conjunto, além de ter sido de má qualidade, não foi protegida adequadamente.

A maioria das casas não era rebocada e foi construída do mesmo modo como se fazia na zona rural, ou seja, sem os cuidados técnicos devidos. Algumas apresentavam melhor aspecto, devido talvez ao capricho do proprietário (Lopes, 1998).

A partir das entrevistas realizadas no conjunto Parque Wall Ferraz, foi possível perceber certa rejeição para com a construção de terra. Segundo relatos de alguns moradores as casas de taipa de mão, executadas no conjunto, não foram construídas adequadamente, resultando em edificações frágeis, muito escuras e que apresentavam muitos buracos nas paredes, que as deixavam sujeitas à ação de marginais e, ainda, apresentando riscos de desabamento no período chuvoso.

Entretanto, os moradores reconheceram os benefícios e as vantagens de se construir com terra, apontando alguns pontos positivos, como a melhor condição climática proporcionada por estas construções. Também foi mencionada a facilidade na construção, possibilitando maior liberdade para se projetar e melhor distribuir os cômodos, além da rapidez na qual se desenvolvia o processo construtivo.

Por meio de entrevistas com os moradores foi observado que a maioria não optaria por residir em casas de terra, afirmando que somente fariam isso, se não houvesse outra opção de moradia. Foram apontadas razões como: falta de resistência, alegando que se tratava de

construções frágeis, que não suportavam as chuvas do inverno, e ainda, a necessidade de reparos constantes.

Mas ao serem apresentadas, aos habitantes do conjunto, fotos de casas de terra e de alvenaria construídas corretamente, para serem escolhidas as casas mais bonitas e em quais gostariam de morar, optaram em grande parte pelas casas construídas com terra. Dessa forma, percebe-se que a rejeição à arquitetura de terra está relacionada à associação que se faz deste tipo de construção à pobreza e à edificação insalubre, pois, na maioria das vezes, foram realizadas indevidamente, sem seguir os procedimentos técnicos necessários. Na verdade, o que ocorre atualmente, bem descrito nas palavras de Souza (1996), é que “o antigo saber fazer tem sido substituído e adulterado e o que resta hoje é só um arremedo do que outrora se praticava”.

Foi observado que na implantação do Conjunto Wall Ferraz as casas já foram edificadas com a perspectiva de construção temporária, tanto pelos gestores e técnicos da Prefeitura, quanto pelos próprios moradores. Não houve interesse no treinamento de mão-de-obra e nem na oferta de material adequado, resultando em construções precárias, fazendo com que se perpetue a associação da arquitetura de terra a construções sem qualidade e aumentando ainda mais o preconceito em relação a este tipo de construção. Para Calla Garcia (2002), a precariedade das construções com terra resulta da falta de conhecimento científico no uso deste material.

Dessa forma, a rejeição para com a arquitetura de terra acontece por não se conhecer seu potencial, durabilidade e versatilidade. Na visão de Pinto (1993) “é necessário recuperar as técnicas tradicionais, analisá-las, quantificá-las, sistematizá-las, testá-las em laboratório e aperfeiçoá-las. No fundo, reacreditá-las, restituir-lhes o crédito a quem tem direito. Para isso, há que se promover sua reaceitação por parte da população, já que a rejeição a que a terra foi sendo sujeita não tem sentido.”

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A taipa de mão pode ser mais uma alternativa na solução dos problemas habitacionais, dado à facilidade de execução, inclusive por mão de obra não qualificada, e ainda por ser facilmente assimilável e transmissível, apresentando resultados excelentes desde que, seguidos os parâmetros técnicos necessários.

As técnicas de construção com terra referem-se ao conhecimento que está inserido na cultura popular, fazendo parte da história construída e seu valor precisa ser reconhecido como tal. Construir com terra crua é uma forma de interação com o meio natural, uma forma de uso sustentável e em harmonia com as necessidades atuais de utilização racional dos valores naturais.

A importância da preservação destas técnicas não se vincula apenas a aspectos históricos e culturais, mas, fundamentalmente, à potencialidade que apresentam como alternativas para a construção. Portanto, é importante a divulgação de edificações devidamente executadas, que possam demonstrar a durabilidade, a versatilidade e a viabilidade da arquitetura de terra.

BIBLIOGRAFIA

ALEXANDRIA, Sandra Selma Saraiva de. (2006). 150 p. Arquitetura e Construção com Terra no Piauí: investigação, caracterização e análise. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Piauí - UFPI, Teresina, 2006.

ALVARENGA, M. A. A. (1995). A arquitetura de terra como instrumento de desenvolvimento social. In: WORKSHOP - ARQUITETURA DE TERRA, 1995. Anais., São Paulo: FAU -USP, São Paulo, p. 107-113.

BARBOSA, Normando Perazzo; BRASILEIRO, Suely; GHAVAMI, Khosrow. (2005). Comportamento Experimental de Paredes de Adobe com vistas à Elaboração de Norma Brasileira de Construção com

- Adobe. Terra em Seminário: IV Seminário Ibero-Americano de Construção com Terra e III Seminário Arquitectura de Terra em Portugal. Lisboa: Argumentum, 2005. p. 270-271.
- CALLA GARCIA, A. La Construcción com Tierra en la Cultura Andina.(2002). In: SEMINÁRIO IBEROAMERICANO DE CONSTRUÇÃO COM TERRA, 1. 2002, Salvador, Anais... Salvador: Projeto PROTERRA, 2002. p. 27-36.
- CASAL IGLESIAS, Francisco Tomás. (1993) Arquitectura de terra no século XXI: uma utopia? In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE O ESTUDO E CONSERVAÇÃO DA ARQUITECTURA DE TERRA, 7., 1993. Silves. Anais... Lisboa: DGEMN, 1993. p. 577-580.
- CASTELO BRANCO, Aline Elvas; ARAÚJO, V. M.D.(2001). O desenho urbano e sua relação com o microclima: um estudo comparativo entre duas áreas centrais de Teresina. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. 6., 1997. Salvador, BA, Anais... São Pedro, SP: ANTAC, 2001. 1 CD
- FARIA, O. B. Utilização de macrófitas aquáticas na produção de adobe: um estudo de caso na represa de Salto Grande (Americana – SP).(2002), 200p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP.
- FROTA, P.; LE ROY, L.. (1978). A casa de taipa em S. Miguel do Tapuio. Brasília, 88p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Arquitetura). Departamento de Arquitetura, UNB – Universidade de Brasília
- HOUBEN, Hugo; GUILLAUD, Hubert. (1994). Earth Construction: a comprehensive guide. London, UK: Intermediate Technology Publications, 1994.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2007). Cidades. IBGE, Brasília. 2007. Disponível em: <<http://www.ibge.com.br/cidadesat/default.php>>. Acesso em: 8 ago 2007.
- LOPES, Wilza G. R; INO, Akemi. Aspectos Construtivos da Taipa de Mão (2003). In: CYTED / HABYTED. Técnicas Mixtas de Construcción con Tierra. Salvador: Brasil: CYTED. p. 15-36. 2003.
- LOPES, W. G. R. (1998). Taipa de mão no Brasil: levantamento e análise de construções. 1998. 232p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura, área de concentração Tecnologia do Ambiente Construído) Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP.
- MITIDIERI, J. et al. (1987). Transferência de tecnologia em habitação e saneamento: proposta de ação conjunta. Rio de Janeiro: IBAM, 1987.
- MOREL, J.C.; MESBAH, A.; OGGERO, M; WALKER, P. (2001). Building houses with local materials: means to drastically reduce the environmental impact of construction. Building and Environment. Pretoria, South África, n. 36, p.1119-1126, 2001.
- MUNIZ, Maria Izabel Perini. (1997). Cultura e Arquitetura - a casa do imigrante rural italiano no Espírito Santo. Vitória: EDUFES, 1997.
- PINTO, Fernando. (1993). Arquitectura de Terra - Que futuro? In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE O ESTUDO E CONSERVAÇÃO DA ARQUITECTURA DE TERRA. 7. Silves,1993. Anais... Lisboa: DGEMN, p. 612-17.
- ROCHA, Nádja Marcella Soares da; LOPES, Wilza Gomes Reis. (2007). Levantamento e análise de edificações com terra no estado do Piauí. Relatório (Iniciação Científica). Departamento de Construção Civil e Arquitetura, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2007.
- SCHMIDT, C. B. Construções de Taipa. Alguns aspectos de seu emprego e da sua técnica. Boletim de Agricultura. série 47A, 1946.
- SOUZA, Renato César José de. (1996). Problemas de Conservação em Construções Típicas de Minas Gerais. Cadernos de Arquitetura e Urbanismo. Belo Horizonte, 1996. n.4, p. 103 -120.
- VASCONCELLOS, S. de. (1979). Arquitetura no Brasil: sistemas construtivos. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, 1979.

AGRADECIMENTOS

Nossos agradecimentos ao CNPq e a Universidade Federal do Piauí - UFPI pelas bolsas de iniciação científica e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pelo apoio financeiro dado a esta pesquisa.

AUTORES

Wilza Gomes Reis Lopes: Arquiteta, Especialista em Urbanismo, Mestre em Arquitetura, Doutora em Engenharia Agrícola. Professora Adjunta do Departamento de Construção Civil e Arquitetura, do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Piauí – DCCA/CT/UFPI e do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da UFPI. Membro da Rede Ibero-americana Proterra. Coordenadora do Laboratório Urbano da Paisagem - LUPA da UFPI

Thiago Melo Braga: Estudante do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Piauí. Bolsista do Programa de Pesquisa em Iniciação Científica – PIBIC/UFPI. Membro do Laboratório Urbano da Paisagem - LUPA da UFPI.

Jose Hamilton Lopes Leal Júnior: Estudante do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Piauí. Bolsista do Programa de Pesquisa em Iniciação Científica do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – PIBIC/CNPq. Membro do Laboratório Urbano da Paisagem - LUPA da UFPI.

Karenina Cardoso Matos: Arquiteta e Urbanista, Especialista em Meio Ambiente, Mestre em Arquitetura, Professora do Departamento de Construção Civil e Arquitetura da Universidade Federal do Piauí - UFPI. Coordenadora do Laboratório Urbano da Paisagem – LUPA, da UFPI

Sandra Selma Saraiva de Alexandria: Arquiteta e Urbanista, Especialista em Ciências Ambientais, Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Professora substituta do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Piauí. Professora do Curso de Arquitetura e Urbanismo do Instituto Camilo Filho. Membro da Rede Ibero-americana Proterra.



ANÁLISE COMPARATIVA PARA ESCOLHA DE VEDAÇÃO EM TERRA PARA O SISTEMA ESTRUTURAL PILAR-VIGA EM EUCALIPTO. ESTUDO DE CASO: CONSTRUÇÃO DE MORADIAS NO ASSENTAMENTO RURAL SEPÉ-TIARAJÚ, SERRA AZUL, SP

Rafael Torres Maia, Akemi Ino, Ioshiaqui Shimbo, Ivan Manoel Rezende do Valle

HABIS – Grupo de Pesquisa em Habitação e Sustentabilidade
Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Escola de Engenharia de São Carlos, USP
Avenida Trabalhador São-carlense, 400 – São Carlos/SP. CEP: 13560-970.
Tel: (55 16) 3373-9304; rafamaia@yahoo.com

Palavras-chave: sistemas de vedação, pilar-viga, construção em terra, viabilidade de materiais alternativos

RESUMO

Materiais considerados alternativos e mais sustentáveis como adobe (bloco de terra crua), tijolo ecológico (solo-cimento) e taipa de mão (pau a pique) são utilizados como vedação, por motivos que variam desde o reduzido impacto ambiental até como tendência do mercado na busca de materiais com apelo ecológico. Entretanto, a escolha sem prévia análise da viabilidade técnica e das condições de execução destas opções pode resultar em custos e problemas maiores do que com o uso de materiais convencionais, como o bloco baiano (bloco cerâmico alveolar).

No assentamento Sepé-Tiarajú, localizado no município de Serra Azul-SP, 77 famílias estão construindo suas casas com financiamento do Convênio INCRA/CAIXA e assessoria técnica do Grupo HABIS (Grupo de Pesquisa em Habitação e Sustentabilidade) da EESC/USP e UFSCar. Dentre estas, 4 famílias optaram por utilizar o sistema estrutural pilar-viga, em madeira de eucalipto serrado e roliço, e com cobertura em painéis pré-fabricados de madeira. Todos os componentes são produzidos em mutirão pelos próprios moradores. A solução do sistema pilar-viga tem a vantagem de cobrir antes de iniciar a execução das paredes, independente das condições climáticas.

O presente trabalho tem como objetivo analisar as alternativas de vedação em adobe, bloco ecológico, taipa de mão e bloco cerâmico, comparando as variáveis em relação a: custo, ritmo de produção, facilidade de execução e impactos causados. Para coleta de dados pesquisou-se a literatura técnica e científica sobre o tema, os registros de pesquisa do grupo HABIS e consulta a profissionais e pesquisadores da área de construção em terra. A escolha da vedação será conduzida em uma discussão coletiva entre a assessoria e as famílias a partir de um Quadro Comparativo das alternativas, com os respectivos dados das variáveis consideradas. Como resultado foi detectado que as vedações em terra crua apresentam inúmeras vantagens sobre as vedações industrializadas, porém, a perda das características e qualidades através das gerações aumenta o preconceito de que esse tipo de construção é característica da miséria, inviabilizando o uso de técnicas de terra como solução de moradia rural de baixa renda.

1. INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico da construção civil tem beneficiado economicamente seus investidores por meio da otimização nos processos construtivos, uso de novos materiais e diminuição dos riscos aos operários. Porém, em se tratando da escolha dos elementos construtivos que irão compor as edificações, não são analisadas as consequências de tal avanço. Materiais usuais como o bloco cerâmico, concreto, PVC, aço e vidro, apesar de serem potenciais geradores de emprego e renda, causam elevado impacto ambiental, devido ao consumo excessivo de energia para sua fabricação e no transporte, o que gera volume elevado de resíduos durante a sua construção, descartados, muitas vezes, de modo inadequado.

Diversas instituições de pesquisa têm realizado estudos sobre materiais mais sustentáveis para construção de edificações, porém, os maiores beneficiados continuam sendo as classes economicamente mais favorecidas, assim como a indústria da construção civil, que são os maiores financiadores de tais estudos. A população de baixa renda, como trabalhadores do campo, operários, assalariados, tem dificuldades para investir em melhorias habitacionais, o que os leva a morar em edificações construídas com pedaços de madeira, lonas, costaneiras.

Isso é o que acontece no Assentamento rural Sepé-Tiarajú, localizado no município de Serra Azul – SP, local em que vivem 77 famílias pertencentes ao MST (Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra), em condições precárias. No ano de 2006, as famílias foram beneficiadas com um recurso federal para construção de suas casas, e o Grupo HABIS está assessorando a construção nesse local. Do total das 77 famílias, 4 são membros do grupo denominado Grupo Alternativo e terão suas casas construídas em estrutura de Pilar-Viga em eucalipto. Em discussão nesse grupo, algumas famílias queriam construir as vedações para essa estrutura com blocos cerâmicos assentados com argamassa de cimento e areia, já outros defendiam o uso de materiais ecologicamente corretos, que causassem menor impacto ambiental. Foram citadas as técnicas construtivas usando terra crua como o adobe, a taipa de mão e o solo-cimento. Todos tinham conhecimento a respeito desses materiais e, por já terem morado e até mesmo construído casas em terra crua, todas as opiniões foram consideradas, impossibilitando que houvesse um consenso.

A assessoria técnica sugeriu a elaboração de um quadro comparativo, em que seriam listadas as alternativas existentes para vedação e comparadas com diversas variáveis, de acordo com conceitos e princípios da sustentabilidade, tempo de execução e custo. Dessa forma poderiam analisar comparativamente o quadro e tomar decisões baseado nas necessidades de cada família.

Analisando relatos do Grupo HABIS relacionados a discussões e conflitos inter-pessoais e com experiência adquirida do autor deste artigo em outras discussões envolvendo esses mesmos atores, foram listadas variáveis já mencionadas como custo e tempo de execução, além de outras previstas que possivelmente entrariam em discussão futuramente como acesso a tecnologia e equipamentos necessários para execução das vedações.

Com a análise da literatura técnica e científica sobre o tema, as pesquisas do Grupo HABIS, consulta a pesquisadores e profissionais da área de construção, foram levantados os dados necessários para preencher o quadro comparativo. A próxima etapa será a apresentação do quadro comparativo para as famílias do Assentamento Rural Sepé-Tiarajú, para análise, discussão das propostas, e tomada de decisão sobre as vedações das casas de pilar-viga.

O artigo está organizado da seguinte forma: o item 2 apresenta o objeto de estudo da pesquisa, o Assentamento Rural Sepé-Tiarajú. O item 3 traz o grupo de famílias com casas em pilar-viga, o sistema estrutural em pilar-viga de eucalipto e as opções de vedação. No item 4 será apresentado o quadro comparativo e sua respectiva análise, para que no item 5 sejam feitas as considerações finais, avaliando a viabilidade das opções de vedação, de acordo com as necessidades das famílias.

2. O ASSENTAMENTO RURAL SEPÉ-TIARAJÚ

O Assentamento Rural Sepé-Tiarajú é composto por 80 famílias de baixa renda que, em posse da terra, buscam melhorias das suas condições de vida trabalhando na construção de suas casas e produzindo alimento dentro de um sistema produtivo sustentável com o mínimo impacto no meio ambiente. A comunidade é formada por 4 núcleos com cerca de 20 famílias cada, denominados: Dandara, Chico Mendes, Paulo Freire e Zumbi. O recurso para construção das casas provém de subsídio pela CAIXA Econômica Federal (CEF), com recursos do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS) e financiado pelo Instituto de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). O assentamento faz parte do Programa de

Desenvolvimento Sustentável (PDS). Para o trabalho de construção das casas, 77 famílias da comunidade se organizaram em brigadas e também foram criadas comissões para atividades específicas como: compra de materiais, recebimento de materiais e controle financeiro.

No dia 9 de fevereiro de 2007 foi assinado o Termo de Ajuste de Conduta (TAC), entre o Ministério Público, Promotores de Justiça do Meio Ambiente e de Conflitos Fundiários, o INCRA e os beneficiário-concessionários (assentados). O TAC é um instrumento que estabelece regras de proteção ambiental, de produção agro-ecológica, de educação sócio ambiental da comunidade dos assentados da reforma agrária, aumentando as possibilidades de implementação de tecnologias mais sustentáveis para habitação e infra-estruturas de saneamento ambiental, conforme pode ser observado na página da internet em INCRA (2008).

3. CONTEXTUALIZAÇÃO DO GRUPO ALTERNATIVO E CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS ESTRUTURAL E DE VEDAÇÃO

Com o objetivo de construir casas que, além de atender as necessidades e anseios das famílias, de modo a garantir conforto e segurança, também utilizasse recursos naturais e locais, causasse reduzido impacto ambiental, apresentasse facilidade construtiva, durabilidade e utilizasse o recurso financeiro disponível, foram feitas discussões com as famílias para a definição do projeto arquitetônico das 77 casas do assentamento.

As reuniões para discussão foram realizadas respeitando a divisão em 4 núcleos existentes no assentamento. Era possível definir até 8 sugestões diferentes de plantas, porém, a semelhança entre as propostas foi tão expressiva que restaram apenas 3 tipologias a serem adotadas, utilizando os mesmos sistemas de fundação e cobertura, mas diferindo da vedação, com a utilização de dois tipos diferentes: bloco cerâmico liso estrutural e adobe. O grupo composto por 11 famílias que optou pelo adobe se denominou como *Grupo Alternativo*. Problemas de ordem técnica e conflitos internos forçaram a uma escolha de nova técnica construtiva e, desse grupo, 4 famílias optaram pela proposta da assessoria técnica de um sistema estrutural pilar-viga com madeiras roliças e serradas.

No entanto, iniciou-se uma nova discussão no grupo sobre a vedação desse sistema, pois, juntamente com a desistência do uso do adobe, as famílias apresentaram certa descrença na construção no uso do adobe, como também em outras técnicas que envolvessem terra. Foram propostas as seguintes alternativas: bloco cerâmico liso não estrutural, taipa de mão, bloco ecológico e adobe. A seguir será apresentada a descrição de cada sistema proposto.

3.1. Sistema estrutural pilar-viga

O sistema estrutural pilar-viga desenvolvido para a construção dessas habitações teve como premissas a rapidez, a facilidade construtiva e o baixo custo, pois as obras estavam atrasadas devido a troca de sistema de vedação e de estrutura, pelas dificuldades das brigadas de trabalho que precisavam conciliar atividade no canteiro e na lavoura simultaneamente. Buscou-se uma solução que possibilitasse a execução de estrutura principal de forma rápida permitindo, na sequência, a montagem da cobertura. Dessa maneira, as famílias teriam condições para a continuidade dos trabalhos no canteiro e mais tempo para decidirem os tipos de vedação e materiais de acabamento a serem usados na construção das casas e poderiam trabalhar nesta atividade mesmo em dias chuvosos.

A fundação e o sistema de cobertura já estavam definidos, sendo suas alterações inviáveis. A cobertura utiliza um sistema de painéis pré-fabricados em madeira *pinus spp.* e *eucaliptus spp.* coberto com telha cerâmica do tipo romana. A fundação em baldrame de sapata corrida em pedra argamassada foi um dos motivos que estimularam a alternativa de pré-usinar os pilares do sistema pilar-viga. Seria inviável furar a fundação para engastá-los, entretanto era preciso garantir um nivelamento preciso das bases de apoio dos pilares. A solução foi grautear todas as bases de apoio e chumbar um conector metálico em “T invertido” como meio de ligação entre fundação e pilar.

O sistema pilar-viga proposto, conforme aparece na Figura 1, consiste numa estrutura formada por pilares contínuos de Ø 15 cm de *eucalyptus spp.* autoclavados com CCA, vigas horizontais duplas de 2,5 cm x 15 cm de *eucalyptus spp.* que abraçam os pilares e vigas inclinadas de 5 cm x 25 cm de *eucalyptus spp.* apoiadas sobre os topos dos pilares. As vigas serradas (horizontais e inclinadas) dispensam o tratamento preservativo. O conjunto de pilares e vigas sustenta as terças que por sua vez recebem os painéis pré-fabricados de cobertura.



Figura 1 – Casa com sistema estrutural pilar-viga

3.2. Vedação em terra crua

O site CSA Arquitetura (2007), referindo-se a construção em terra, menciona que a técnica por muito tempo foi utilizada pela população de alta renda, mas nos países em desenvolvimento passou a ser de uso freqüente entre a população de baixa renda. Apesar de tantos obstáculos, milhões de trabalhadores da cidade e do campo continuam a recorrer a essa técnica de edificação. É a construção possível para a moradia necessária. É a única tecnologia à disposição das camadas pobres da população.

Segundo Silva. (2001, p. 3) deve-se romper desafios para prover a aceitação da arquitetura de terra como produção habitacional digna e confiável, por meio de pesquisas e transferência de conhecimento adquirido sobre soluções e alternativas para as deficiências técnicas do material.

Desde 1970, estudos no Brasil sobre racionalização da construção resgataram essas tecnologias alternativas na construção de moradias populares, entre elas a utilização da taipa, do adobe e do solo-cimento. Essas técnicas tinham sido abandonadas pela maioria, principalmente a partir do desenvolvimento da indústria de materiais, facilidades de transporte, além do surgimento de novos padrões estéticos a cada época. Esse resgate já tinha acontecido em países europeus no período após a Primeira Guerra Mundial, devido à escassez de material e ao déficit de moradias, e nos Estados Unidos, após a recessão econômica dos anos 20 (Leitão, 1993).

Em muitas regiões, a utilização de técnica em terra crua como vedação é mais viável que os materiais convencionais, pois emprega recursos locais, consome pouca energia nos seus processamentos, com baixa utilização de insumos e baixo custo, tornando essas opções viáveis para construção das casas de trabalhadores rurais. A seguir será apresentada uma descrição das vedações em terra crua escolhidas para análise.

- Taipa de mão (pau a pique): técnica construtiva antiga encontrada em várias partes do mundo em diversas escalas e usos, no Brasil é mais comum seu uso em áreas

rurais como habitações de baixa renda. Consiste em peças entrelaçadas na vertical e na horizontal formando um gradeamento, amarradas com cipó, cizal, arames ou pregos. Com uso das mãos, tem seus vãos preenchidos com uma mistura de terra argilosa (cerca de 30% de argila para 70% de areia) com fibra (esterco, palha de arroz, feno) e água, podendo receber aditivos como cal e impermeabilizantes, é um barro armado com madeira ou bambu (CSA Arquitetura, 2007). Como revestimento, utiliza-se o mesmo tipo de argamassa de barro, porém com solo menos argiloso (cerca de 20% de argila para 80% de areia). Essa etapa será realizada 60 a 90 dias após o barreamento do entramado, período necessário para cura do material. A fim de obter melhor desempenho, a argamassa de barro deve descansar 24 horas antes de ser aplicada tanto no entramado como no revestimento. O processo dispensa mão-de-obra especializada e qualquer ferramenta específica. Caso todos os materiais de sua composição básica podem ser encontrados na região e até mesmo no local da construção, trata-se de uma técnica de custos baixo, o que possibilita acesso das classes baixas a essa tecnologia.

- Tijolo ecológico (solo-cimento): também chamado de BTC (bloco de terra comprimida), é um bloco derivado da mistura de cimento, terra argilosa (ideal 30% de argila, mas sendo aceito até 50% de argila) e água, em um traço de aproximadamente 12 partes de terra para 1 de cimento e 1 de água (esse traço varia de acordo com a quantidade de argila na terra). A mistura é colocada em uma prensa manual operada por uma ou duas pessoas, local em que será comprimida em formas e tamanhos variados dependendo do molde, que normalmente é retangular, com altura menor que a largura e dois furos no meio. É um material com alta resistência a compressão (3,7 MPa) e baixo índice de absorção (14,5%), porém, para adquirir tais características, o bloco deve ter uma cura de aproximadamente 28 dias, protegido do sol e de água (Tijoleco, 2008). Foi nomeado ecológico porque sua fabricação não usa qualquer fonte de energia, não são gerados efluentes que venham a causar dano ao meio ambiente, tem redução substancial no desperdício de material e não requer argamassa de assentamento. O solo-cimento abordado na pesquisa tem dimensões 25 cm x 12,5 cm x 6,5 cm, com dois furos de 6,66 cm de diâmetro e traço de 1:12, pois já existe uma prensa com essa modulação no Assentamento Sepé-Tiarajú.
- Adobe (bloco de terra crua): encontrado em vários lugares do mundo e citado nos mais antigos textos, é uma técnica construtiva milenar composta de blocos de terra crua secos sem fontes de calor artificiais. Trata-se da composição de terra argilosa (entre 25 e 30% de argila), fibra (esterco, palha de arroz, feno) e água, normalmente amassada com uso dos pés para misturar bem os elementos. Após descansar por 24 horas, o material segue para a etapa de modelagem, quando será colocado em formas retangulares e desenformados logo em seguida. O processo de cura do adobe ocorrerá em 7 dias e deve ocorrer abrigado de sol e água. O bloco de adobe, fonte dos dados para a pesquisa, em questão adquiriu resistência de 1,42 MPa e tem dimensões de 10 cm x 28 cm x 14 cm (Silva, 2007).

3.3. Vedação em bloco cerâmico

Blocos cerâmicos são blocos de barro cozidos em fornos e, assim como as construções em terra cruas, existem registros de seu uso antes da era cristã. Por ter grande aceitação por todas as classes sociais, no Brasil é um dos materiais mais utilizados nas construções, sendo produzido e comercializado em grande escala, em diversos tamanhos e modulações para atender demandas variadas. Assentados com argamassa de cimento e areia, formam paredes maciças, podendo ter grande resistência a compressão. O bloco cerâmico usado como fonte de dados para essa pesquisa tem dimensões de 14 cm x 19 cm x 29 cm, liso (dispensando o uso de materiais de regularização) é recomendado para uso apenas de vedação não estrutural.

Apresentadas todas as vedações a serem analisadas, na sequência é elaborado o quadro comparativo de sistemas de vedação para estrutura de pilar-viga, com respectiva análise do mesmo.

4. QUADRO COMPARATIVO DE SISTEMAS DE VEDAÇÃO PARA ESTRUTURA DE PILAR-VIGA (ANÁLISE DAS VARIÁVEIS RESULTADOS)

Para elaboração do quadro comparativo foram identificadas 13 variáveis, que fossem de fácil compreensão para pessoas de diferentes graus de escolaridade, que representassem a opinião das famílias do assentamento rural.

1. Custo de compra/produção: valor em R\$ por metro quadrado para compra do material pronto para ser assentado ou compra de matéria prima e pagamento de mão de obra para produzir os materiais de vedação;
2. Custo total de construção com M.D.O. não remunerada: valor em R\$ por metro quadrado da vedação aplicada, considerando todos os materiais necessários para assentamento sem pagamento de mão de obra;
3. Tempo de cura do material antes da aplicação: tempo necessário para o material produzido pelas famílias estar pronto para uso;
4. Ritmo de construção: ritmo em que as pessoas erguem a alvenaria;
5. Componentes: matéria prima que compõem cada sistema de vedação;
6. Material para assentamento: elementos necessários para assentamentos dos blocos (quando se tratar de blocos);
7. Revestimento: opção de revestimento para proteção da alvenaria;
8. Equipamento específico necessários para sua implantação: ferramenta ou equipamento de uso indispensável para execução da vedação;
9. Passagem de instalações Elétrica e Hidráulica embutidas: nível de dificuldade para execução de instalações elétricas e hidráulicas embutidas na alvenaria;
10. Grau de aceitação: nível de aceitação das famílias com relação à técnica construtiva;
11. Acesso a tecnologia: nível de dificuldade para entendimento por parte das famílias do processo de construção da alvenaria;
12. Impacto ambiental: impactos ambientais causados pelo uso de cada material, considerando extração da matéria prima, processo de produção do material e transporte até o local de uso;
13. Geração de emprego e renda para as famílias: possibilidade das famílias converterem o aprendizado em trabalho remunerado, podendo ser prestadores de serviços para terceiros.

No quadro comparativo (tabela 1) as variáveis citadas acima foram utilizadas para avaliar 6 tipos de vedação:

1. Tijolo prensado de solo-cimento com dimensões 25 cm x 12,5 cm x 6,5 cm - industrializado: produzido e comercializado pela Tijoleco – Tijolos Ecológicos;
2. Tijolo prensado de solo-cimento com dimensões 25 cm x 12,5 cm x 6,5 cm - auto-fabricação: produzido pelas famílias do Assentamento Rural Sepé-Tiarajú, com terra extraída do local e cimento comprado;
3. Taipa de mão – entramado de madeira: todos os materiais extraídos da região, considerando sem custos de transporte e produzido pelas famílias do Assentamento Rural Sepé-Tiarajú;

4. Taipa de mão – entramado de bambu: todos os materiais extraídos da região, considerando sem custos de transporte e produzido pelas famílias do Assentamento Rural Sepé-Tiarajú;
5. Adobe com dimensões 10 cm x 14 cm x 28 cm: todos os materiais extraídos da região, considerando sem custos de transporte e produzido pelas famílias do Assentamento Rural Sepé-Tiarajú;
6. Bloco cerâmico não estrutural liso dimensões 29 cm x 19 cm x 14 cm: produzido e comercializado por Cerâmica Santa Marta e entregue no Assentamento Rural Sepé-Tiarajú.

Em se tratando de famílias de baixa renda, o custo será um dos principais pontos a serem considerados na escolha da vedação. Com relação ao custo de compra ou de fabricação dos materiais e da vedação executada, destaca-se a taipa de mão (com madeira ou bambu) e o adobe, que utilizam materiais disponíveis na região, dispensando qualquer investimento. O solo-cimento fabricado pela própria família é uma opção acessível por ser composto em sua maior parte por terra retirada do local da obra, porém, o uso de cimento na produção dos blocos, a utilização de argamassa ou cola para o assentamento e a necessidade de ferro para amarrar os cantos das paredes acrescenta um custo. Produzidos em fábricas longe do assentamento, precisando custear funcionários, impostos e transporte do material, o uso de bloco cerâmico não estrutural e o solo-cimento industrializado são opções mais caras, conseqüentemente, pouco acessíveis.

Outra variável bastante questionada é o tempo de execução da etapa de vedação. Destaque para o solo-cimento industrializado que tem o ritmo de construção rápido com apenas duas pessoas (uma passando cola e a outra assentando), não necessitando de mão de obra especializada. A taipa de mão (com madeira ou bambu) é um pouco mais demorada, porém necessita de apenas algumas horas para preparar o barro, poucos dias para preparar o entramado e de apenas um dia de descanso da mistura antes de ser lançada. O entramado pode ser erguido e barreado em poucos dias, o ritmo de construção é rápido, não requer mão de obra especializada nem ferramentas especiais. No quesito tempo, o solo-cimento (auto-fabricação) necessita de 28 dias para curar e poder ser assentado, tornando essa opção a mais demorada dentre as avaliadas.

As instalações hidráulicas e elétricas devem ficar preferencialmente embutidas na alvenaria, ficando protegidas. Nesse quesito, os blocos de solo-cimento e cerâmico proporcionam boa compatibilização, pois possuem aberturas na vertical com espaço para passagem de conduítes elétricos e canos de água, sendo necessário o corte dos blocos apenas quando as instalações percorrerem as paredes horizontalmente. A taipa de mão (com madeira ou bambu) não tem boa aceitação com a passagem de instalações, a estrutura interna em forma de grade dificulta o corte da parede e não oferece profundidade suficiente para esconder as instalações. A execução da instalação hidráulica embutida não é recomendada para construções em taipa, pois internamente o barro e o entramado não são protegidos contra a ação da água.

Quando analisadas do dano causado ao meio ambiente, as vedações em taipa de mão (com madeira ou bambu) e adobe são as que causam menor impacto. Os materiais que compõem esse sistema construtivo são extraídos da própria região e o volume retirado para construção de uma casa com 70 m² (tamanho estabelecido para a casa com sistema estrutural pilar-viga) é insignificante.

As técnicas construtivas em terra crua que executam a produção total de seus elementos no canteiro, como a taipa de mão (com madeira ou bambu), o adobe e o solo-cimento (auto-fabricação), não tem custos com mão de obra e capacitam as pessoas, possibilitando a geração de emprego e renda com a conversão do aprendizado em trabalho remunerado prestando serviço para terceiros.

Tabela 1 – Quadro Comparativo de Sistemas de Vedação para Estrutura de Pilar-Viga

VARIÁVEIS	ALTERNATIVAS	Tijolo prensado de solo-cimento - 25 cm x 12,5 cm x 6,5 cm		Taipa de mão		Adobe - 10 cm x 14 cm x 28 cm	Bloco cerâmico não estrutural liso - 29 cm x 19 cm x 14 cm
		Industrializado	Auto-fabricação	Entramado de Madeira	Entramado de Bambu		
1- Custo de compra/produção		R\$ 28,74/m²	R\$ 6,08/m²	R\$ 0,00/m²	R\$ 0,00/m²	R\$ 0,00/m²	R\$ 12,39/m²
2- Custo total de construção com M.D.O. não remunerada		R\$ 29,12/m²	R\$ 6,46/m²	R\$ 0,00/m²	R\$ 0,00/m²	R\$ 0,00/m²	R\$ 13,16/m²
3- Tempo de cura do material antes da aplicação		0 dia	28 dias	1 dia	1 dia	7 dias	0 dia
4- Ritmo de construção		rápido	rápido	rápido	rápido	lento	lento
5- Componentes		cimento, terra e água		madeira, terra, fibra e água	bambu, terra, fibra e água	terra, fibra e água	terra e água
6- Material para assentamento		cola PVA branca ou argamassa de solo-cimento		nenhum		argamassa de Terra	argamassa de cimento, areia e cal
7- Revestimento		selador ou resina		reboco de terra		reboco de terra	selador
8- Equipamento específico necessários para sua implantação		bispnaga para aplicação da argamassa de assentamento		nenhum		colher de pedreiro	colher de pedreiro
9- Passagem de instalações Elétrica e Hidráulica embutidas		fácil		difícil		médio	fácil
10- Grau de aceitação		médio		baixo		baixo	alto
11- Acesso a tecnologia		fácil		fácil		fácil	fácil
12- Impacto Ambiental		Alto consumo de energia na fabricação do cimento. Consumo de energia no transporte do material. Degradação de área para retirada do solo.	Alto consumo de energia na fabricação do cimento.	Baixo, desde que os materiais sejam retirados da própria região de acordo com as Leis de preservação ambiental.		Baixo, desde que os materiais sejam retirados da própria região de acordo com as Leis de preservação ambiental.	Consumo de energia na queima do bloco, na fabricação do cimento e no transporte. Degradação da área para retirada do solo.
13- Geração de emprego e renda para as famílias		não	sim	sim		sim	não
Fonte		Tijoleco (2008)	Sahara / CV (2008)	Silva (2001)		Silva (2007)	Silva (2007)

As vedações em terra crua apresentaram mais vantagens que as industrializadas, porém o grau de aceitação é baixo, diferente do convencional sistema construtivo utilizando bloco cerâmico. A seguir serão apresentadas as conclusões da análise do quadro comparativo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As famílias do Assentamento Rural Sepé-Tiarajú que optaram pelo sistema estrutural pilar-viga para suas casas entraram em discussão sobre a de vedação a ser usada. Foram sugeridos o bloco cerâmico, taipa de mão, solo-cimento e adobe, porém, cada família tinha uma opinião e não houve acordo. Havia preocupação da parte de todos com relação a custos, tempo de produção, modo de fazer, mão de obra, ferramentas necessárias e impacto ambiental. Foi sugerido pela assessoria técnica utilizar essas variáveis para confrontar as alternativas, gerando um quadro comparativo, usado como ferramenta para discussão e escolha da vedação que melhor adéqua-se a sua necessidade.

Após o preenchimento do quadro comparativo, foram feitas análises da influência das variáveis sobre as opções. As técnicas construtivas que usam a terra crua como material principal (com os demais elementos naturais da região e feitas pelas famílias) se destacaram de forma positiva das técnicas cujos materiais têm origem industrializada. Aquelas apresentaram custo e tempo de produção inferior, não necessitam de ferramentas específicas, nem de mão de obra especializada, têm o ritmo de construção rápido, o revestimento necessário para proteção da vedação é executado com o mesmo material da alvenaria, além de causar baixo impacto ambiental e possibilitar a geração de emprego e renda para as famílias.

Porém, as vedações de origem industrializada têm o grau de aceitação muito mais alto que o adobe ou a taipa, principalmente o bloco cerâmico, pois são de fácil acesso a todas as classes e recebem forte investimento do mercado da construção civil. Apesar das vedações em terra crua apresentarem inúmeras vantagens, o histórico dessas técnicas no Brasil está diretamente ligado a miséria. Dessa forma, o baixo grau de aceitação das técnicas construtivas em terra inviabiliza o seu uso como solução para a moradia rural de baixa renda.

Como conclusão deste trabalho foi constatada a necessidade de promover um estudo diretamente relacionado às estratégias, condições e limites para uso da terra na construção de habitação de interesse social.

BIBLIOGRAFIA

LEITÃO, Gerônimo Emílio Almeida. Tecnologias construtivas alternativas e programas habitacionais de interesse social: o uso do solo-cimento em assentamentos rurais no estado do Rio de Janeiro. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1993.

SILVA, Fernando Machado Gonçalves da Silva. Análise da sustentabilidade no processo de produção de moradias utilizando adobe e bloco cerâmico. Caso: Assentamento Rural Pirituba II – Itapeva-SP. São Carlos, 2007. 182p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Escola de Engenharia de São Carlos (EESC), Universidade Estadual de São Paulo (USP), São Carlos, 2007.

SILVA, Maristela Siolari. A terra crua como alternativa sustentável para a produção de habitação social. São Carlos, 2001. 171p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Escola de Engenharia de São Carlos (EESC), Universidade Estadual de São Paulo (USP), São Carlos, 2001.

CV – Construvan Tijolos Ecológicos – Disponível em: <<http://www.construvan.com.br>>. Acessado em 29 Jul. 2008.

CSA Arquitetura - Arquitetura consciente – a taipa moderna - Cydno Silveira. Disponível em: <<http://www.csaarquitetura.com.br>>. Acesso em: 29 Ago. 2007.

INCRA – Instituto Nacional de Colonização e reforma Agrária. Disponível em: <<http://www.incra.org.br>> Notícias INCRA 08/02/2007. Acesso em: 26 Jul. 2008.

SAHARA – Sahara Tecnologia, Máquinas e Equipamentos LTDA. Disponível em: <<http://sahara.com.br/inicio>>. Acesso em: 21 Jul. 2008.

TIJOLECO – Tijolos Ecológicos. Disponível em: <<http://www.tijol-eco.com.br>>. Acesso em: 29 Jul. 2008.

AUTORES

Rafael Torres Maia, pesquisador do Grupo HABIS (uso da terra crua para habitação rural), graduação em arquitetura e urbanismo pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - UFAL em 2006.

Akemi Ino, professora doutora do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC-USP), coordenadora do grupo de pesquisa HABIS (habitação e sustentabilidade), doutorado em Engenharia Civil pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo em 1992, mestrado em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de São Paulo (1984), graduação em Engenharia Civil pela Universidade de São Paulo (1979).

Ioshiaqui Shimbo, professor do Departamento de Engenharia Civil da UFSCar, Coordenador do Grupo HABIS e Coordenador da INCOOP/UFSCar, doutorado em Educação pela Universidade Estadual de Campinas (1992), mestrado em Engenharia Civil pela Universidade de São Paulo (1985), graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade de São Paulo (1975).

Ivan Manoel Rezende do Valle, professor da FAU/UnB; doutorando na Arquitetura e Urbanismo da EESC/USP (sistemas de cobertura pré-fabricadas em madeira para habitações em assentamentos rurais), mestrado pelo Instituto de Madeira da Escola Politécnica Federal de Lausanne em 1992, graduação em arquitetura e urbanismo pela FAU/UnB em 1988.



ESTUDOS PARA VIABILIZAR O USO DO MATERIAL SOLO-CIMENTO-CINZA DE CASCA DE ARROZ NA CONSTRUÇÃO DE PAREDES MONOLÍTICAS

Ana Paula da Silva Milani (1); Sandra Regina Bertocini (2)

CCET/DEC – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS
Cidade Universitária, Campo Grande – MS, CEP 79070-900; (55 67) 3345 7478
(1) anamilani@dec.ufms.br; (2) bertocini@nin.ufms.br

Palavras-chave: material alternativo de construção, resíduo agroindustrial, eficiência energética

RESUMO

Buscando um material alternativo de construção que minimize a degradação ambiental e reduza os custos energéticos do produto final, o presente trabalho pesquisou a viabilidade técnica do uso do material solo-cimento-cinza de casca de arroz na construção de paredes de vedação para habitação de interesse social.

Para tal, foi estudado as características físico-mecânicas e térmicas da mistura solo-cimento-cinza através de ensaios de compactação, de compressão simples, de absorção de água, de permeabilidade, de condutividade térmica, de calor específico e de durabilidade por secagem e molhamento. Posteriormente foi construída uma edificação-protótipo utilizando-se o sistema construtivo de paredes monolíticas de solo-cimento-cinza de casca de arroz, a qual foi avaliada o desempenho do processo construtivo, o desempenho estrutural e o desempenho térmico dessas vedações.

Após análise dos resultados, pôde-se concluir que o solo arenoso, quando substituído por 7,5% de cinza de casca de arroz (em massa) e estabilizado com 10% de cimento, apresentou-se como um material alternativo de construção de boa qualidade, de baixo custo e com potencialidade técnica para construção de componentes construtivos em habitações quer sejam civis e/ou rurais.

1. INTRODUÇÃO

A cada dia o progresso tecnológico traz inovações nos produtos industrializados e otimização de sua produção; porém, paralelamente a este progresso, são extraídos de forma indiscriminada recursos naturais que quase sempre resultam na geração de resíduos que não são aproveitados pelo homem, provocando danos ambientais algumas vezes irreversíveis. A construção civil, por usar materiais em larga escala e pela quantidade de mão-de-obra e de energia que ocupa, contribui significativamente para o esgotamento desses recursos. Outro problema frequente em países emergentes, como o Brasil, é a grande demanda de habitações que, por sua vez, tem-se deparado com o alto custo de materiais e de tecnologias tradicionais de construção e com soluções construtivas inadequadas às condições do local ou às necessidades do morador.

Visando soluções que minimizem esta degradação ambiental e ao mesmo tempo contribuam para a diminuição do déficit habitacional brasileiro, procura-se desenvolver materiais e técnicas que utilizem racionalmente os recursos naturais, necessitem de pouco investimento financeiro, gerem tecnologias apropriadas, utilizem materiais de baixo consumo energético e reaproveitem os materiais residuais de agroindústrias como forma de evitar seu lançamento em locais e condições inadequadas.

Partindo-se dessas premissas, o objetivo deste trabalho foi estudar as características físico-mecânicas e térmicas de diferentes misturas de solo-cimento-cinza de casca de arroz e verificar a viabilidade técnica do uso da mistura de solo-cimento-cinza como componente construtivo (paredes monolíticas) para construção de habitação de interesse social.

1.1 Solo-cimento-cinza de casca de arroz

Em face da necessidade de utilização racional dos recursos naturais, o resgate do uso do solo compactado como material de construção tem se intensificado ultimamente, tendo sido seu comportamento físico-mecânico melhorado através da estabilização com aglomerantes minerais. Os solos mais adequados para a fabricação de elementos construtivos de solo-cimento são, segundo a ABCP (1985), os que possuem as seguintes características: 100% passando na peneira ABNT 4,8 mm; 10 a 50% passando na peneira ABNT 0,075 mm; limite de liquidez $\leq 45\%$ e índice de plasticidade $\leq 18\%$; ou seja, solos considerados da classe textural arenosa. Diversas pesquisas sobre o uso de sistemas de solo-cimento para componentes de alvenaria, indicam, para solos arenosos, o traço de 1:10, 1:12 e 1:14 (proporção em volume, de cimento para solo seco).

Visando a obtenção de um material de menor impacto ambiental e de baixo consumo energético, a utilização conjunta de solo estabilizado + cinzas vegetais tem alcançado um certo destaque, sendo que a maior parte das pesquisas concentra-se nas cinzas advindas da queima de casca de arroz. Justifica-se assim o desenvolvimento de um sistema de reaproveitamento do resíduo agroindustrial cinza de casca de arroz devido à sua composição físico-química apresentar potencialidade para produção de material aglomerante e pela grande disponibilidade da casca de arroz no Brasil. A produção anual de arroz em casca é da ordem de 10 milhões de toneladas e de seu beneficiamento resultam aproximadamente 400 mil toneladas de cinzas, IBGE (2005).

Estudos indicam que o processo de calcinação da casca de arroz é a chave para a atividade pozolânica da cinza resultante, visto que as cinzas de casca de arroz que apresentam em sua composição alto teor de sílica amorfa (obtidas através de processos de queima com temperaturas controladas entre 400 e 700 °C) são consideradas adequadas para produção de cimentos pozolânicos, (John et al., 2003). Evidentemente, nem toda casca é queimada sob temperaturas controladas, e esse tipo de processo acaba gerando cinzas com presença de sílica cristalina, quimicamente inativa. Considerando-se que grande parte das pesquisas enfoca as cinzas de casca de arroz de alta pozolanicidade, estende-se a necessidade dos estudos às cinzas de baixa ou nenhuma atividade pozolânica.

Portanto, nesta pesquisa, incorporou-se cinza de casca de arroz de baixa pozolanicidade a misturas de solo-cimento como carga mineral, possibilitando destinação final a este resíduo, assim como sua possível utilização como material de construção.

1.2 Sistema construtivo de paredes monolíticas de solo-cimento

Para o desenvolvimento de uma política habitacional consistente para o Brasil, segundo Krüger (2000), são necessários três elementos básicos: a introdução de tecnologias apropriadas enfatizando a combinação de elementos construtivos e favorecendo a racionalização da construção; iniciativas que promovam a participação dos futuros moradores no projeto e na execução das moradias; e adequação da edificação às especificidades regionais onde se pretende construir (clima, uso de material local, aspectos socioculturais).

Seguindo tais considerações, a técnica construtiva de paredes monolíticas de solo-cimento destaca-se como uma relevante tecnologia apropriada para a construção de habitações de interesse social. Segundo Myrrha (2003), a técnica de paredes monolíticas consiste na compactação do material solo-aditivo na umidade ótima, em camadas sucessivas, no sentido vertical, com o auxílio de fôrmas e guias, sendo necessário ao término da confecção da parede a aplicação da cura úmida.

Barbosa e Mattone (2002) discutiram sobre o uso do material solo-cimento como tecnologia apropriada, e verificaram o grande potencial desse material para ser explorado na minimização do problema do déficit habitacional, sendo uma alternativa não poluente e de baixo consumo energético. Destacaram ainda que o solo-cimento é um material resistente à ação da água e aos carregamentos de serviço, e, quando utilizado como alvenaria de

vedação, apresenta um excelente conforto interno devido à sua porosidade que permite as trocas de vapor entre o interior e o exterior da construção.

A partir da construção e avaliação de uma casa de solo-cimento na cidade de Santa Maria-RS, Soares et al (2004) relataram que a técnica de construção de habitações com paredes monolíticas pode ser adotada facilmente, necessitando o uso de ferramentas simples e proporcionando geração de trabalho e renda para a mão-de-obra pouco qualificada. Os autores afirmaram que a habitação, após um ano de uso, apresenta-se em bom estado de conservação, não havendo trincas nas paredes e infiltração de umidade, comprovando seu bom desempenho frente às intempéries. O excelente conforto térmico, a boa resistência e aparência da habitação foram às características que causaram a satisfação do usuário.

2. MATERIAIS E PROGRAMA EXPERIMENTAL

Para a execução da presente pesquisa foram utilizados os seguintes materiais: cinza de casca de arroz, coletada em fôrnelha da beneficiadora Broto Legal – cidade Porto Ferreira - SP; solo, pertencente à classe textural arenosa, coletado em jazida da cidade de Hortolândia - SP; cimento Portland CP-III-32 – RS ensacado, da marca Votoran. Após a coleta da cinza de casca de arroz, a mesma passou por um processo de peneiramento para a retirada do material não-queimado (matéria orgânica), sendo que a fração utilizável de cinza foi o material passante na peneira de 0,6 mm. Já o material solo passou pelo processo de secagem ao ar e de peneiramento, sendo a fração de solo utilizável aquela passante na peneira de 4,8 mm. A metodologia aplicada à pesquisa observou o disposto nas normas técnicas pertinentes, sendo executados os seguintes procedimentos:

2.1 Caracterização físico-mecânica e térmica das misturas de solo-cimento-cinza

Foram confeccionados corpos-de-prova (ϕ 5 cm x 10 cm de altura) com as diferentes misturas de solo-cimento-cinza recomendadas no estudo de dosagem de Milani e Freire (2006), os quais foram curados durante 7 dias em câmara úmida e conservados em ambiente de laboratório até a idade de rompimento.

Chegadas as idades de 7, 30, 60, 90, 120, 180 e 360 dias foram realizados os ensaios de compressão simples e de absorção d'água, conforme, respectivamente, as especificações da NBR 12025 (1990) e NBR 13555 (1996). Os corpos-de-prova foram também submetidos ao ensaio de durabilidade por molhamento e secagem nas mesmas idades. Este ensaio consistiu na execução de seis ciclos alternados de molhamento e secagem (cada ciclo de 48 h) de acordo com a norma NBR 13554 (1996) sendo eliminada a etapa de escovação, pois se considerou que as solicitações de abrasão superficial em paredes de vedação são menos severas que as previstas em outro uso do solo-cimento. Ao final dos ciclos de molhamento e secagem estes corpos-de-prova foram submetidos ao ensaio de compressão simples.

Para a realização dos ensaios térmicos foi escolhida a mistura de solo-cimento-cinza de melhor desempenho frente aos esforços mecânicos, durabilidade e absorção de água. A caracterização térmica baseou-se nos resultados de ensaios laboratoriais realizados pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT com corpos-de-prova de solo-cimento-cinza moldados no laboratório da Faculdade Engenharia Agrícola. Foram executados os seguintes ensaios: condutividade térmica pelo princípio da placa quente protegida; na qual seguiram os procedimentos da ASTM C177-04; e para o ensaio de calor específico foi utilizado o equipamento calorímetro mediante os procedimentos da ASTM C-351-92.

2.2 Descrição da construção da edificação-protótipo com sistema de paredes monolíticas de solo-cimento-cinza de casca de arroz

A construção da edificação-protótipo foi realizada em área livre do campo da Faculdade de Engenharia Agrícola – Universidade Estadual de Campinas, sem a influência de sombreamento natural e com dimensões externas de 3,72 m x 3,72 m e internas de 3,48 m x 3,48 m; e pé-direito de 2,70 m.

A edificação-protótipo foi construída sobre fundação de brocas de concreto (ϕ 20 cm e 60 cm de profundidade) e baldrame de concreto armado (20 cm x 20 cm), sendo fixados nesta base oito pilares pré-fabricados de concreto armado (12 cm x 12 cm x 310 cm), os quais foram utilizados como guias fixas e travamento das paredes monolíticas. Para evitar possíveis infiltrações do solo para as paredes monolíticas, foi executada cinta inferior de concreto (rodapé de 12 cm x 12 cm). O traço utilizado para confecção do concreto armado foi de 1:3:2 (cimento: pedrisco: areia média) em volume; relação água/cimento de 0,64; ferragem de 6,3 mm de bitola e amarração por estribos de 5 mm de bitola.

Possui paredes monolíticas (12 cm de espessura) confeccionadas de forma análoga às descrições construtivas de Myrrha (2003), ou seja, compactação da mistura de solo-cimento-cinza na umidade ótima dentro de fôrmas deslizantes de madeira compensada resinada. A compactação era finalizada quando o soquete não deixava mais marcas sobre a superfície compactada e antes do início da execução da camada seguinte, eram feitas ranhuras sobre a superfície superior da camada anterior, visando o aumento da aderência entre as camadas. As paredes possuem juntas verticais (guia de concreto fixa) a cada 1,68 m para evitar a formação de trincas.

A composição da mistura de solo-cimento-cinza adotado para confecção dessas paredes foi o tratamento de melhor desempenho frente à caracterização físico-mecânica (traço descrito na etapa análise de resultados). A cura dos painéis seguiu recomendações para garantir a qualidade prevista na dosagem, sendo umedecidas 3 vezes por dia, durante 7 dias após sua execução. A colocação das esquadrias da janela (90 cm x 120 cm, peitoril 1,00 m) e da porta (80 cm x 210 cm) foi simultânea à execução das paredes monolíticas e dispostas nas fachadas norte e sul, respectivamente, sendo que as mesmas foram vedadas por um painel de madeira.

Na face superior, uma cinta superior em concreto armado (12 cm x 12 cm) para recebimento da laje pré-moldada (isopor e concreto) e ático ventilado por aberturas em trama de tijolos de barro nos oitões das faces norte/sul. A cobertura é de telhas de fibrocimento pintadas externamente de branco com beiral de 20 cm, e, junto ao caibramento de sustentação, um filme de alumínio polido (isolante térmico) para reduzir a influência da superfície mais exposta à radiação solar. Acabamento final com execução de pintura externa das paredes com impermeabilizante incolor (K154 - marca Viapol) e piso interno em concreto com revestimento em argamassa de cimento desempenada.

2.3 Avaliação do desempenho das paredes monolíticas de solo-cimento-cinza de casca de arroz

Em relação ao desempenho do processo produtivo das paredes monolíticas de solo-cimento-cinza foi realizado acompanhamento diário da construção da edificação-protótipo verificando montagem das formas; dosagem da mistura; compactação; os ensaios de controle tecnológico; desfôrma; acabamento, materiais e equipamentos utilizados; bem como a mão-de-obra (não especializada) necessária e o tempo para execução da obra. Desta forma permitiu-se o levantamento e análise dos custos referentes à confecção das paredes monolíticas e seu custo-benefício em relação a outros materiais de construção tradicionais utilizados em vedações de habitações populares.

Para a verificação do desempenho estrutural das paredes monolíticas de solo-cimento-cinza da edificação-protótipo foi utilizado o critério da resistência mecânica, na qual realizou-se o ensaio destrutivo de mini-painéis com dimensões de 30 cm x 30 cm x 12 cm (largura x comprimento x espessura). Tais painéis foram confeccionados juntamente com a construção das paredes monolíticas, sendo compactados e curados de forma análoga à execução das vedações da edificação. O ensaio de compressão simples x deformação dos mini-painéis de solo-cimento-cinza foi realizado na idade de 150 dias, conforme disposições das normas NBR 8949 (1985) e NBR 8522 (2003) com a utilização de dois extensômetros de 15 cm cada, posicionados longitudinalmente nas laterais dos mini-painéis.

O desempenho térmico das paredes monolíticas de solo-cimento-cinza foi avaliado através dos parâmetros de resistência térmica total, transmitância térmica, capacidade térmica e atraso térmico. Estes parâmetros foram determinados conforme as especificações da NBR 15220 (2005) – Parte 2: Método de cálculo de características térmicas de elementos e componentes de edificações, sendo utilizados como base dos cálculos os valores da condutividade térmica e do calor específico da mistura solo-cimento-cinza.

Para avaliação do desempenho físico das paredes monolíticas de solo-cimento-cinza foi utilizado o critério de permeabilidade à água, sendo executado ensaio de permeabilidade em corpo-de-prova de solo-cimento-cinza conforme prescrições da NBR 13292 (1995); e o critério de durabilidade, sendo verificado possíveis deformações, fissurações, falhas, manchas e descolorações em função da exposição às ações climáticas e ações de cargas permanentes ou variáveis que ocorreram durante o período de um ano de observação da edificação-protótipo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A caracterização dos materiais utilizados na presente pesquisa foi apresentada nas tabelas 1, 2 e 3. Tais materiais foram utilizados para todas as etapas da pesquisa, sendo que a caracterização do cimento baseou-se nas informações fornecidas pelo fabricante Votoran, as quais atenderam aos requisitos da norma NBR 5735 (1991). O solo, conforme recomendações da ABCP (1985), é adequado para fabricação de elementos construtivos de solo-cimento. Já a cinza de casca de arroz coletada em fornalha sem controle efetivo de temperatura não possui atividade pozolânica, visto que a literatura recomenda que a totalidade das partículas das pozolanas deve estar abaixo da peneira de 0,035 mm. Apesar desta cinza apresentar alto teor de sílica e baixo teor de carbono, a análise de difração de raios-X da cinza em estudo revelou um halo centrado em torno de $23^{\circ} 2\theta$. A esse halo encontraram-se sobrepostos grandes picos que representam diferentes formas cristalinas da sílica, o que confirma baixa pozolanicidade do material que, provavelmente, foi calcinada a temperatura superior a 700°C .

Tabela 1 - Caracterização física, mecânica e química do cimento Portland CP III 32 RS ensacado

Perda ao Fogo	Resíduo Insolúvel	MgO	SO ₃	Finura # 200	Superfície Específica (Blaine)	Resistência à compressão aos 28 dias	Início de Pega - Fim de Pega
2,3	0,49	5,33%	1,62%	0,7%	3618 cm ² /g	40,7 MPa	4,5 h – 5,5 h

Tabela 2 - Caracterização física do solo arenoso

Composição granulométrica			Plasticidade	Massa específica dos grãos	Massa unitária (g/cm ³)	Classificação AASHTO
areia	silte	argila				
72%	19%	9%	não-plástico	2,673 g/cm ³	1,17	A2-4

Tabela 3 - Caracterização física e química da cinza de casca de arroz

Distribuição de tamanho		Massa específica	Superfície específica (BET)	SiO ₂	CO ₂	Massa unitária (g/cm ³)
Entre as peneiras 0,15 mm e 0,60 mm	Passante na peneira 0,15 mm					
74,4%	25,6%	2,18 g/cm ³	12,68 m ² /g	96%	3%	0,25

3.1 Caracterização física, mecânica e térmica das misturas de solo-cimento-cinza

Seguindo as recomendações de Milani e Freire (2006), os quais utilizaram o critério de maior teor de cinza aliado ao valor mínimo de resistência à compressão simples (≥ 1 MPa), as misturas de solo-cimento-cinza (tratamentos) indicadas para um maior aprofundamento nos estudos de caracterização física e mecânica do material formado foram (tabela 4):

Tabela 4 - Misturas de solo-cimento-cinza de casca de arroz (porcentagens em massa) e seus respectivos valores de massa específica aparente seca máxima (Mesp) e umidade ótima (Uot)

Tratamentos (aplicada energia de compactação de Proctor Normal)	Mesp (g/cm ³)	Uot (%)
T1 - (100% de solo + 0% de cinza) estabilizado com 7% de cimento	1,956	11,57
T2 - (100% de solo + 0% de cinza) estabilizado com 10% de cimento	1,967	11,50
T3 - (100% de solo + 0% de cinza) estabilizado com 13% de cimento	1,974	11,40
T4 - (92,5% de solo + 7,5% de cinza) estabilizado com 7% de	1,686	15,77
T5 - (92,5% de solo + 7,5% de cinza) estabilizado com 10% de	1,700	16,43
T6 - (92,5% de solo + 7,5% de cinza) estabilizado com 13% de	1,714	16,03
T7 - (90% de solo + 10% de cinza) estabilizado com 10% de cimento	1,605	17,13
T8 - (90% de solo + 10% de cinza) estabilizado com 13% de cimento	1,607	18,10

A análise de variância dos ensaios de compressão simples mostrou que o fator tipo de tratamento promoveu efeitos significativos na variável resistência à compressão simples (RCS) dos corpos-de-prova de solo-cimento-cinza de casca de arroz.

Para os dados da figura 1, o teste de Tukey mostrou que, independente da idade, os tratamentos T3 e T2 alcançaram os maiores valores de RCS, seguidos dos tratamentos T1, T5, T6, T7 e T8, os quais não apresentaram diferenças significativas entre si. Durante os primeiros seis meses, observou-se que, para todos os tratamentos, houve aumento significativo de RCS nos primeiros 30 dias; ao longo dos 180 dias, foram notados também acréscimos e decréscimos, porém, não-significativos, assim demonstrando o acelerado processo de hidratação de produtos à base de cimento nas primeiras idades e o alcance de valores máximos de RCS nas idades de 120 ou de 180 dias. Entretanto, após atingir os valores máximos de RCS, os mesmos sofreram diminuição significativa, tendendo à estabilização ao final de 360 dias.

O fenômeno de perda de resistência em idades avançadas (após seis meses) pode ser explicado a partir do comportamento da estrutura cristalina desses materiais, ou seja, quando tais materiais ficam expostos ao ambiente ocorrem ciclos de absorção de umidade e secagem, os quais geram pressões de expansão ou de contrações internas em partículas frágeis, resultando em processos de perda de resistência mecânica do material final. Silva (1992) verificou tal comportamento em estudos de resistência de misturas de solo-cimento ao longo do tempo. O autor associou a queda de resistência do material solo-cimento ao fato de ocorrer alterações das concreções lateríticas presentes no solo, as quais, com o tempo, saturam-se e perdem resistência.

Já para o ensaio de absorção de água (figura 2), o teste de Tukey mostrou que, independente da idade, o menor valor de capacidade de absorção de água foi alcançado pelo tratamento T3 seguido dos tratamentos T2, T1, T6, T5, T4, T8 e T7; os quais diferiram estatisticamente entre si.

Quanto ao ensaio de durabilidade, após a execução dos ciclos de molhamento e secagem, todos os tratamentos apresentaram perda de massa inferior a 0,95% e valores de resistência igual ou superior a 2 MPa. Estes resultados foram satisfatórios em relação à recomendação de Neves (1988) que indica que o sistema solo-cimento deve apresentar perda de massa $\leq 10\%$ e resistência mínima de 1 MPa. Observou-se para todos os tratamentos (figura 3) que, independente da idade, houve mínima perda de massa e ganho de resistência mecânica, podendo-se concluir que a execução dos ciclos de molhamento e

secagem proporcionou as misturas de solo-cimento-cinza o processo de cura térmica, acarretando aumento na hidratação dos elementos à base de cimento e a estabilidade volumétrica dos corpos-de-prova. Notou-se também que a figura 3 apresentou comportamento semelhante à figura 1, corroborando a diminuição da resistência mecânica após 6 meses e a estabilização ao final de 372 dias.

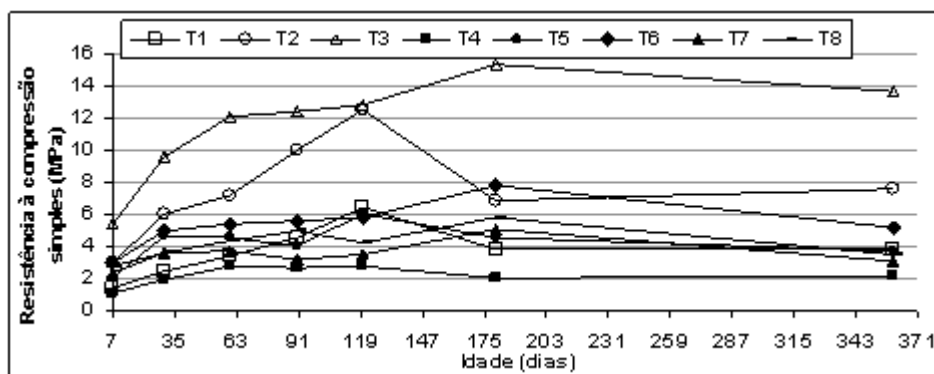


Figura 1 – Resultados do ensaio de compressão simples

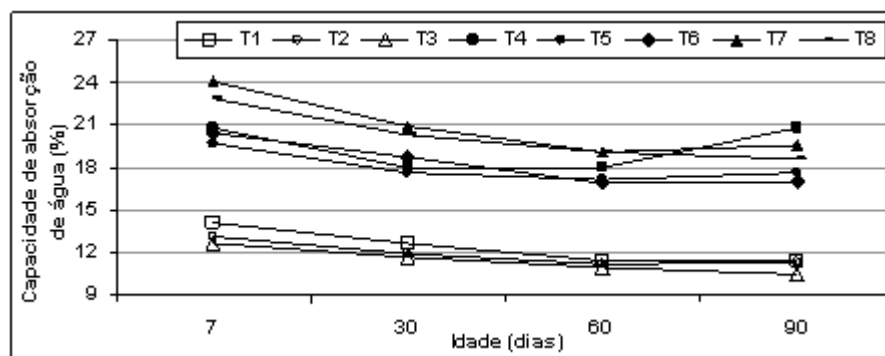


Figura 2 – Resultados do ensaio de absorção de água

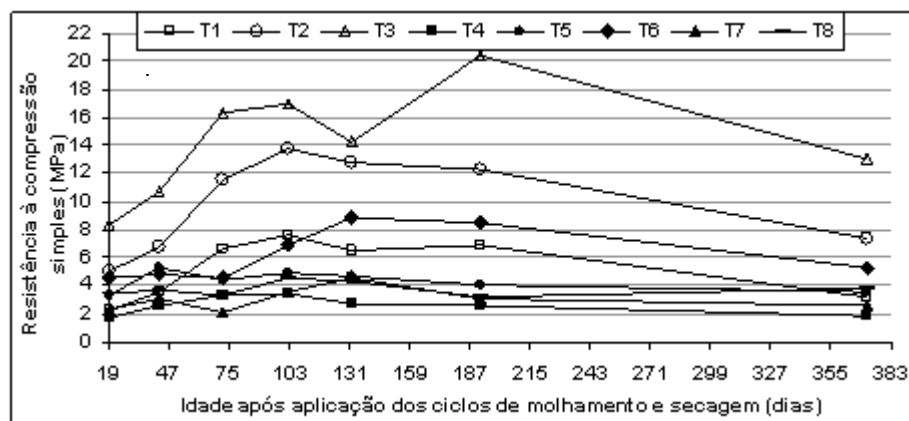


Figura 3 - Resultados do ensaio de compressão simples após ciclos de molhamento e secagem

Em termos de resistência à compressão simples, somente os tratamentos T1 e T4 não atenderam às especificações da NBR 8491 (1984) empregada para tijolos prensados de solo-cimento; essa norma estabelece, como mínimo, o valor médio de 2,0 MPa e nenhum valor inferior a 1,7 MPa, aos 7 dias. Em termos de absorção de água, somente os tratamentos T7 e T8 não atenderam às diretrizes da Norma que estabelece, como máximo, o valor médio de 20% e nenhum superior a 22%, aos 7 dias.

Analisando-se as características físico-mecânicas dos diferentes tratamentos de solo-cimento-cinza, a mistura T5 foi o tratamento com adição de cinza que atendeu aos requisitos mínimos de resistência à compressão e máximos de absorção de água especificados pela norma NBR 8491 (1984) e também apresentou bom desempenho frente aos ensaios de durabilidade e de ultra-som. Portanto, dentro dos critérios analisados, o tratamento T5 - (92,5% de solo + 7,5% de cinza) estabilizado com 10% de cimento (em massa) foi definido como o material (tratamento) mais adequado para a construção das paredes monolíticas da edificação-protótipo.

Os resultados dos ensaios laboratoriais referentes à determinação das propriedades térmicas do tratamento T5 indicaram os seguintes valores: massa específica aparente seca de $1,655 \text{ g/cm}^3$, condutividade térmica de $0,65 \text{ W/(m.K)}$ e calor específico de $0,96 \text{ kJ/(kg.K)}$. Tais propriedades foram semelhantes aos valores encontrados em pesquisa de Ferreira (2003) com misturas de solo-cimento.

3.2 Avaliação do desempenho das paredes monolíticas de solo-cimento-cinza de casca de arroz

Durante a construção da edificação-protótipo foram observados alguns aspectos relevantes.

Os dois operários que executaram a obra são qualificados no mercado como pedreiro e ajudante, e não possuíam nenhum conhecimento relacionado ao sistema construtivo de paredes maciças de solo-cimento-cinza. As maiores dificuldades relatadas pelos operários foram relacionadas à manipulação e alinhamento das formas para compactação do material, mas propuseram a utilização de fôrmas menores as quais ficariam mais leves. Quanto à quantidade dos materiais e homogeneização dos mesmos, a partir da transformação do traço em massa para traço em volume, não houve dificuldades durante a preparação do produto solo-cimento-cinza (mistura T5), sendo eliminada a utilização de argamassadeira elétrica acarretando, em consequência disso, redução no consumo de energia. O traço, em volume, correspondente a mistura T5 foi de 1:11:4 (cimento: solo: cinza) e relação água/cimento igual a 2.

A assimilação da técnica construtiva foi rápida devido ao caráter repetitório das operações e o controle tecnológico foi fácil, sendo utilizado o “teste do bolo”, CEPED (1984), para verificação de umidade ótima de compactação e extração e pesagem de material recém-compactado para verificação do grau de compactação. Estes procedimentos confirmaram que não há necessidade de mão-de-obra especializada, facilitando programas organizados de autoconstrução.

As figuras 4 e 5 mostram a edificação-protótipo durante a construção e sua finalização (vedações com sistema de paredes monolíticas de solo-cimento-cinza – mistura T5). A relação custo-benefício do material solo-cimento-cinza foi demonstrado nas tabelas 5 e 6.

Comparando-se os valores de consumo de materiais (tabela 5), tem-se que a utilização racional dos recursos naturais e o aproveitamento de resíduos foram relativamente alcançados, visto que houve a incorporação significativa de cinza de casca de arroz no produto final, e o consumo de cimento e de solo foi minimizado.

Pode-se observar na tabela 6 que o processo construtivo de painéis de solo-cimento-cinza apresentou um custo maior em relação à alvenaria cerâmica; no entanto, deve-se ressaltar que, para compor este custo, foram contabilizados gastos significativos referentes ao transporte das matérias-primas. Evidentemente, se o solo e a cinza de casca de arroz forem retirados de fontes próximas aos locais da obra, este custo sofrerá redução de até 40%. E, ao se analisar o consumo de tempo da mão-de-obra utilizada para a construção dos painéis de solo-cimento-cinza (um pedreiro e um ajudante), pode-se dizer que este sistema apresentou um resultado muito superior ao do sistema de tijolos cerâmicos. Vale salientar que o processo construtivo de paredes monolíticas de solo-cimento-cinza resultou em vedações de superfícies lisas, sem a necessidade de revestimentos grosseiros (chapisco, emboço ou reboco) para posterior aplicação de massa corrida e/ou de pinturas.



(a)



(b)

Figura 4 - Pilares e cinta de concreto (a) e compactação solo-cimento-cinza e cura das paredes (b).

(a)



(b)

Figura 5 - Vista sul/oeste da edificação-protótipo (a) e vista norte/leste da edificação-protótipo (b).**Tabela 5** - Comparação entre os tratamentos de solo-cimento e solo-cimento-cinza enfocando o consumo¹ de materiais para execução de 1 m³ de material compactado

Traços	Consumo de materiais para execução de 1 m ³ de solo-cimento-cinza compactado		
	Solo (m ³)	Cimento (kg)	Cinza (m ³)
T5 - (92,5% de solo + 7,5% de cinza) estabilizado com 10% de cimento	1,2	150	0,45
T2 - (100% de solo + 0% de cinza) estabilizado com 10% de cimento	1,5	175	0

Tabela 6 - Comparação entre dois sistemas construtivos enfocando o custo² de volume de matéria-prima por metro quadrado e o consumo de tempo da mão-de-obra por metro quadrado

Sistema construtivo	Custo de consumo de matéria-prima em volume / m ²	Consumo de tempo da mão-de-obra/ m ²
Painel monolítico solo-cimento-cinza	R\$ 12,15	1,5 horas
Alvenaria cerâmica – 10 cm espessura (tijolo cerâmico furado 10 x 20 x 20 cm ³ assente c/ argamassa)	R\$ 8,12	3,6 horas

Quanto à avaliação de resistência à compressão simples x deformação dos mini-painéis de solo-cimento-cinza (mistura T5), observou-se que antes da ruptura não houve ocorrência de fissuras ou destacamentos. Os mini-painéis apresentaram deformabilidade baixa (tabela 7) e

ruptura frágil. Do ponto de vista estrutural, os mini-painéis obtiveram um bom comportamento e apresentaram eficiência em torno de 0,72 em relação à resistência de corpos-de-prova (mistura T5 na idade de 175 dias). A relação tensão mini-painel/tensão corpo-de-prova (T_{mp}/T_{cp}) e o módulo de elasticidade longitudinal (MOE) assemelham-se aos valores encontrados por CEPED (1984), e Houben e Guillaud (1994), na qual encontraram, respectivamente, os seguintes resultados para painéis monolíticos de solo-cimento: $T_{mp}/T_{cp} = 0,70$ e MOE entre 2000 a 7000 MPa.

Tabela 7 - Desempenho estrutural dos mini-painéis de solo-cimento-cinza

Mini painel ³	Carga de ruptura	Tensão ruptura (MPa)	Deformação (mm/m) à $\sigma = 0,5$ MPa (média extensômetro)	Deformação (mm/m) à $\sigma = 0,3.F_c = 1,2$ MPa (média extensômetro)	Módulo de elasticidade longitudinal (MPa)
1	12700	3,5	0,156	0,291	5198
2	10800	3,0	0,091	0,207	6034
3	18400	5,1	0,078	0,126	14583
Média		3,25	-	-	5616

Utilizando-se as propriedades térmicas encontradas para a mistura T5 e os métodos de cálculo das características térmicas de componentes de edificações descritas na norma NBR 15220 (2005), os valores encontrados para transmitância térmica, capacidade térmica e atraso térmico das paredes foram, respectivamente: 2,82 W/(m².K); 190 kJ/(m².K); e 4,3 h.

Avaliando-se o desempenho térmico da parede monolítica de solo-cimento-cinza através do critério de verificação do enquadramento de características térmicas dentro dos limites admissíveis recomendados pela NBR 15220 (2005), a parede monolítica confeccionada com a mistura T5 apresentou conformidade com os valores estabelecidos pela norma, sendo esta mistura indicada como um material promissor em relação ao desempenho térmico. Esta norma recomenda que, para a edificação encontrar-se adequada ao clima de Campinas (Zona 3), as vedações externas devem ser leves refletoras, ou seja, devem apresentar transmitância térmica $\leq 3,6$ W/(m².K) e atraso térmico $\leq 4,3$ h.

Durante um ano de observação das paredes de solo-cimento-cinza da edificação-protótipo notou-se o surgimento de algumas fissuras longitudinais e diagonais nas vedações localizadas acima das esquadrias (porta e janela), fato este devido à falta de colocação de vergas. Nas demais paredes não houve aparecimento de fissuras estruturais ou estéticas, apenas manchas de bolor na parte inferior da parede na fachada oeste, na qual devido à pequena extensão do beiral do telhado acarretou a constante absorção de água durante períodos de chuvas, no entanto, o material solo-cimento-cinza apresenta baixa permeabilidade (coeficiente de permeabilidade de $0,66 \cdot 10^{-7}$ cm/s). De modo geral, a edificação-protótipo possui bom estado de conservação, sendo necessário um acompanhamento sistemático por mais alguns anos para confirmar a durabilidade do material solo-cimento-cinza/protótipo.

4 CONCLUSÃO

A utilização conjunta de ensaios físicos, mecânicos e térmicos resultou em valores expressivos para a caracterização dos tratamentos de solo-cimento-cinza. Os resultados promissores para a confecção de componentes construtivos foram expressos pelos tratamentos com solo arenoso substituído pelo teor de 7,5% de cinza (em massa) e estabilizados com 10% e 13% de cimento (em massa).

A construção da edificação-protótipo foi uma ação prática, que possibilitou comprovar a viabilidade técnica e econômica do uso da mistura solo-cimento-cinza nas paredes monolíticas para construção de habitação de interesse social.

Sob os aspectos analisados no presente trabalho, pode-se concluir que solo-cimento-cinza é um material de construção de boa qualidade, de baixo custo e apropriado para utilização no sistema construtivo de paredes monolíticas. Evidentemente, o desempenho físico-mecânico, térmico e durabilidade da edificação-protótipo devem ser estudados em idades mais avançadas para corroborar as conclusões atuais e apresentar maior confiabilidade do uso deste material não-convencional de construção.

BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND – ABCP (1985). Fabricação de Tijolos de Solo-Cimento com a Utilização de Prensas Manuais. São Paulo: ABCP, Boletim Técnico 111., 4 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 12025 (1990). Solo-Cimento. Ensaio compressão simples de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro. 3p.

_____. NBR 5735 (1991). Cimento Portland de alto forno. Rio de Janeiro. 10p.

_____. NBR 8491 (1984). Tijolo maciço de solo-cimento. Rio de Janeiro. 4p.

_____. NBR 8522 (2003). Concreto. Determinação dos módulos estáticos de elasticidade e deformação e da curva de tensão-deformação. Rio de Janeiro. 9p.

_____. NBR 8949 (1985). Paredes de alvenaria estrutural. Ensaio à compressão simples. Rio de Janeiro. 7p.

_____. NBR 13292 (1995). Solo. Determinação do coeficiente de permeabilidade de solos granulares à carga constante. Rio de Janeiro. 5p.

_____. NBR 13554 (1996). Solo-Cimento. Ensaio de durabilidade por molhagem e secagem. Rio de Janeiro, 3 p.

_____. NBR 13555 (1996). Solo-Cimento. Determinação da absorção de água. Rio de Janeiro, 3 p.

_____. NBR 15220 (2005). Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE (2005). Levantamento sistemático da produção agrícola – 20005. Levantamento sistemático da produção agrícola - 2005. Disponível em: www.ibge.gov.br/Producao_Agricola. Acesso em: 10/ jun/ 2005.

BARBOSA, N. P.; MATTONE, R. (2002). Construção com terra crua. In: Seminário Ibero Americano de Construção com Terra, 1.,2002. Anais...Salvador: Projeto PROTERRA. Cd-rom.

CENTRO DE PESQUISAS E DESENVOLVIMENTO CAMAÇARI - CEPED (1984). Manual de construção com solo-cimento. 3. ed. São Paulo: ABCP, 147 p.

FERREIRA, R. C. (2003). Desempenho físico-mecânico e propriedades termofísicas de tijolos e mini-painéis de terra crua tratada com aditivos químicos. 204 p. Tese (Doutorado em Construções Rurais) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas.

HOUBEN, H.; GUILLAUD, H. (1994) Earth Construction – A comprehensive guide. London: Intermediate Technology Publications,. 362 p.

JOHN, V. M.; CINCOTTO, M. A.; SILVA, M. G. (2003). Cinza e aglomerantes alternativos. In: Freire, W. J.; Beraldo, A. L. Tecnologia e materiais alternativos de construção. Campinas: Editora da UNICAMP. cap.6, p. 145-90.

KRUGER, E. L. (2000). Tecnologias apropriadas e habitação social no Brasil. In: Kruger, E. L. Coletânea Tecnologias Apropriadas. Curitiba: CEFET-PR, p. 43-53.

MILANI, A. P. S.; FREIRE, W. J. (2006). Ensaio destrutivos e não-destrutivos aplicados a caracterização físico-mecânica de misturas de solo-cimento-cinza de casca de arroz. In: Conferência Brasileira de Materiais e Tecnologias Não-Convencionais, 2006. Anais...Salvador: ABMTENC. Cd-rom.

MYRRHA, M. A. L. (2003). Solo-cimento para fins construtivos. In: Freire, W. J.; Beraldo, A. L. Tecnologia e materiais alternativos de construção. Campinas: UNICAMP. cap.4, p. 95-120.

NEVES, C. M. M. (1988). Desempenho de paredes – Procedimento adotado para paredes monolíticas de solo-cimento. In: Simpósio de Desempenho de Materiais e Componentes de Construção Civil, 1., Anais...Florianópolis: p. 58-64.

REVISTA CONSTRUÇÃO MERCADO (2007). n.69, ano 60. São Paulo: Pini,.

SILVA, P. R. (1992). Estudo da interação solo-estrutura de fundação em solo-cimento. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) - Universidade de Brasília.

SOARES, J. M. D.; TOMAZETTI, R. R.; PINHEIRO, R. B. (2004). Habitação em paredes monolíticas de solo-cimento. Teoria e Prática na Engenharia Civil, São Paulo, Brasil. n.5, p.51-57.

NOTAS

- 1 – Consumo determinado a partir dos dados coletados durante a construção da edificação-protótipo.
- 2 – Na tabela 6 não foram considerados estruturas e andaimes. No que se refere às informações sobre os sistemas construtivos em alvenaria cerâmica, os dados apresentados foram fornecidos pela Revista Construção Mercado (2007).
- 3 - Mini-painel 3 não foi considerado no cálculo da média da Tensão e do Módulo de Elasticidade.

AUTORES

Ana Paula da Silva Milani, graduação em Engenharia Civil - UNESP (2001), mestrado e doutorado em Engenharia Agrícola - UNICAMP (2005 e 2008). Atualmente é Prof. Adjunto do Departamento de Estruturas e Construção Civil - UFMS, desenvolvendo pesquisas nas áreas de materiais alternativos de construção e desempenho térmico de elementos e componentes construtivos.

Sandra Regina Bertocini, graduação em Tecnologia da Construção Civil – CESUP (1983), mestrado em Engenharia Civil – UFSC (2002). Atualmente é Prof. Colaboradora do Departamento de Estruturas e Construção Civil – UFMS e técnica do Laboratório de Materiais de Construção, desenvolvendo pesquisas nas áreas de materiais e tecnologia da construção.



CALIDAD DE EDIFICACIONES EN SUELO ESTABILIZADO Y SU EVALUACIÓN MEDIANTE MODELOS CONSTRUCTIVOS

Adriana Beatriz García¹, Juan Pablo Mazzeo², Pablo Grazi³

Facultad Regional Avellaneda - Universidad Tecnológica Nacional - Laboratorio de Ensayos de
Materiales y Estructuras (LEME) - Departamento Ingeniería Civil
San Vicente 206, Villa Dominico, Buenos Aires, Argentina
Tel: (54 11) 4353 0220 - int. 118; (1) abgarcia@fra.utn.edu.ar;
(2) jpmazzeo@fra.utn.edu.ar; (3) grazzipablo@hotmail.com

Palabras clave: calidad en edificaciones, modelos constructivos, suelo estabilizado

RESUMEN

El avance de estrategias constructivas que minimizan el impacto ambiental de los materiales empleados en la construcción de viviendas, especialmente las denominadas de interés social, se ha incrementado en los últimos años como un camino válido para resolver el déficit habitacional que globalmente afecta diferentes países en el mundo y se encuentra muy extendido en Latinoamérica.

Entre otros materiales el suelo solo o estabilizado es utilizado con este fin bajo distintas técnicas, presentando ventajas, entre otras, en cuanto a la factibilidad de transferencia tecnológica al medio, disminución de agresión hacia el medioambiente y menor costo de ejecución.

El presente trabajo forma parte del proyecto de investigación: "Sistema de Control de Calidad de Modelos Constructivos con Suelo Estabilizado - SCC-MOD", que actualmente desarrolla el Grupo Tecnologías Constructivas Biosustentables en el Laboratorio de Ensayo de Materiales y Estructuras - Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Avellaneda, Buenos Aires - Argentina, centrado en el diseño experimental de un sistema de control estandarizado sobre modelos de ensayo contruidos con el mencionado material base. El mismo establece controles en laboratorio y métodos sencillos de control en campo durante el proceso constructivo, encontrándose el equipo trabajando en estos aspectos actualmente.

El estudio se fundamenta en que el establecimiento de métodos estandarizados de control específicos que, consideren las características propias de este tipo de mezclas, los métodos constructivos y su destino final, como es por ejemplo: cerramientos en las viviendas, se traducen en un aporte tecnológico desde la Universidad Tecnológica Nacional hacia la sociedad.

Se promueve de esta manera, el uso de metodologías destinadas a obtener edificaciones de calidad adecuada (resistencia y durabilidad) con estándares mínimos de aceptabilidad, que reduzcan el riesgo de daño al medio, y fundamentalmente contribuyan a la mejora de la calidad de vida de las personas.

1. INTRODUCCIÓN

La preocupación a nivel mundial por encontrar respuestas a las necesidades de las comunidades que afecten en menor medida al medio y los recursos naturales es creciente.

El Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de las Naciones Unidas (ONU, 1987), de la denominada Comisión Brundtland¹: Nuestro Futuro Común (Our Common Future), planteó una invitación al cambio de paradigma, un llamado a la reflexión, al expresar al desarrollo "sustentable" como aquel que logra:

"Meets the needs of the present generation without compromising the ability of future generations to meet their own needs"

(Satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades)

Se señaló el concepto de desarrollo sostenible asociado a aspectos: ambiental, económico y social.

En la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Agenda 21)² se planteó un programa de acción sobre desarrollo mundial sostenible mediante lineamientos tendientes a tomar como base los mencionados aspectos.

Esta mirada es una propuesta de desarrollo cuyo fundamento es mejorar la calidad de vida de la comunidad sobre la base de:

- Respetar la diversidad biológica, la ecología.
- Satisfacer necesidades básicas primarias de las personas, entre las que se encuentra la salud y la vivienda.
- Reducir del uso de recursos no renovables y la producción de basura.

La problemática de la escasez de vivienda se ha extendido a países de Latinoamérica y el mundo, acompañando a la escasez de recursos y la pobreza.

Actualmente, se desarrollan técnicas constructivas en las que se utilizan diferentes materiales como un desafío enfocado en el crecimiento de la denominada “Construcción sostenible”, aquella que respeta y se compromete con el Medio Ambiente.

En los últimos años la desocupación y la escasez de recursos, ha afectado a Argentina como a otros países de la región, presentando un panorama en el que se ha dificultado el derecho de las personas a una “vivienda adecuada”, y por lo tanto a aspectos como: Seguridad jurídica, disponibilidad de servicios, facilidades e infraestructura, habitabilidad, asequibilidad, etc.³

La declaración de Gobernadores propone el “Desarrollo sostenible para consolidar una política de crecimiento con equidad”⁴ cita en el punto 4 entre otras consideraciones:

“Que la comunidad internacional incorporó el paradigma del desarrollo sostenible, comprometiéndose a promover la integración de sus tres componentes: el crecimiento económico, la equidad social y la protección del ambiente “... declarando que “...Alcanzar el desarrollo sostenible constituye en la República Argentina una política de Estado”.

Muchos de los materiales tradicionales utilizados en la construcción introducen un impacto en el medioambiente, en las diferentes etapas como ser: su extracción y procesos de fabricación.

De la misma forma debemos considerar el impacto que puede generarse durante los procesos constructivos en los que se aplican sin dejar de lado la disposición posterior a la vida útil de la edificación.

Actualmente en diferentes centros de estudios en el mundo se desarrollan experiencias en las que se utilizan “ecomateriales” como materia prima para la construcción de viviendas.

La aplicación de estas tecnologías de bajo impacto como el uso de suelos estabilizados procura menor impacto en el medio ambiente, disminución de costos para un mejor aprovechamiento de recursos y principalmente deben atender a una mejor calidad de vida de las personas.

2. ANTECEDENTES

La presencia de edificaciones con el empleo de la piedra calcárea, ladrillo cocido y de tierra apisonada ha sido característica hasta de Dinastía III en Egipto. También se han desarrollado construcciones utilizando suelos en Asia y Europa.

En América países como por ejemplo Perú, Ecuador, México, Brasil y Argentina conservan hasta hoy muchas construcciones de este tipo.

En nuestro país el uso de “suelo” en construcción de viviendas en “adobe” se desarrolló especialmente en el periodo colonial. En diferentes zonas del país y en Buenos Aires permanecen actualmente algunas de estas construcciones a pesar del tiempo.

La búsqueda de tecnologías para construcción de viviendas de interés social basadas en el uso de suelo y/o suelo con diferentes estabilizantes es trabajo de grupos de investigación.

La aplicación de suelos estabilizados en subbases destinadas a vías de comunicación es una práctica extendida por lo que podemos analizar patologías que se presentan habitualmente dadas por fallas debidas a:

- Selección del material
- Selección de mezclas dosificadas
- Deficiencias en el proceso constructivo
- Falta y/o escasez de especificaciones técnicas
- Falta de mantenimiento adecuado que asegure la calidad de las obras

Es previsible que esta situación se reitere en el uso de este material con destino en cerramientos de viviendas.

En diferentes reuniones técnicas internacionales de los últimos años como, por ejemplo, Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra -SIACOT V (2006), Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra - SIACOT VI (2007), Forum Internacional de Arquitectura y Tecnologías para la Construcción Sustentable - Ecobuilding 2008, varios grupos de investigación participantes y la Red Iberoamericana PROTERRA en su conjunto evidenciaron en forma reiterada, entre otros aspectos importantes, la necesidad de promover la elaboración de normativas específicas para estos materiales con destino a la construcción de viviendas.

La evaluación de desempeño y aptitud técnica a través de modelos constructivos de cerramientos de viviendas elaborados con suelo estabilizado, requiere desarrollos que contribuyan a asegurar la calidad, y conformen una base válida para el futuro diseño de normas específicas, inexistentes actualmente en el país.

En el Laboratorio de Ensayo de Materiales y Estructuras (LEME), Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Avellaneda, el equipo de investigación realiza trabajos basados en tecnologías constructivas biosustentables desde el año 2004.

Actualmente se está trabajando en el desarrollo de materiales que disminuyen daños al medioambiente, metodologías de control de calidad y conjuntamente con el grupo de investigación de CECOVÍ – Facultad Regional Santa Fe de UTN, que posee amplia experiencia en bioconstrucción, en el apoyo a la formación basada en prácticas que aseguren la calidad de las obras de profesionales y técnicos.

El proyecto “Sistema de Control de Calidad de Modelos Constructivos con Suelo Estabilizado - SCC-MOD” en particular propone aportes que faciliten el establecimiento de metodologías de control y el aseguramiento de la calidad de las obras, promoviendo fundamentalmente la mejora de la calidad de vida de la población.

La edificación utilizando suelos estabilizados es de bajo impacto hacia el medio ambiente y disminuye los costos comparativos con construcciones tradicionales, aplica tecnología de baja complejidad y ductilidad en la transferencia a la comunidad, facilitando su uso en la autoconstrucción.

3. OBJETIVOS

Aportar lineamientos de control metodológico destinados mejorar la calidad final de la vivienda, considerando requisitos técnicos, ambientales y sociales.

Esto implica establecer:

1. Criterios de control previos destinados a lograr una construcción sostenible sobre los que el profesional debe reflexionar y adoptar decisiones en relación al diseño.
Son pautas que estiman las condiciones del entorno donde se localizará la vivienda, usos de recursos, materiales y técnica adecuados, basados en recomendaciones a nivel mundial.
2. Desarrollo experimental métodos de control en laboratorio y su adaptación con prácticas de campo.
Determinación de técnicas de control basadas en prácticas experimentales, diseño de modelos de ensayo, evaluación de su comportamiento físico-mecánico.
3. Herramientas documentales de Registro de Ensayos y Lista de verificación de Criterios de Control Global.

4. DESARROLLO

A continuación se indican los avances realizados hasta el momento.

4.1 Criterios de control

De acuerdo a lo expresado anteriormente, entre los aspectos que debería considerar el profesional previo al diseño de una vivienda de construcción sostenible pueden mencionarse prácticas que disminuyan:

- El consumo energético
- El consumo de agua
- El uso de materiales que puedan afectar el medio y los seres que lo habitan, prevaleciendo aquellos de menor impacto bioambiental.
- La producción de residuos y contaminación que puedan ocasionar a través de la reutilización responsable con aportes de tecnologías.

Fortalecer además:

- El respeto por el ambiente natural
- Adaptación al medio
- Ambiente interno de la vivienda saludable
- El uso de materiales renovables.

4.2 Desarrollo experimental

Los antecedentes estudiados revelan la importancia de minimizar fallas en las construcciones con suelo estabilizado aplicados a viviendas de interés social, puesto que disminuye la confiabilidad del uso de estos sistemas constructivos.

Se ha planteado el estudio analizando la influencia de la calidad de los materiales componentes y producto final, y la calidad en los procesos constructivos, puesto que están ligados a la resistencia, durabilidad y economía del producto terminado y la estandarización de métodos puede contribuir a la mejora de la calidad. Se formulan:

- Ensayos de tipificación del material base de modelos.
- Ensayos de control en modelos.

- Técnica en los procesos constructivos.

En consecuencia se comenzó a trabajar en un plan de trabajo experimental, a saber:

- Recopilación, análisis y evaluación de antecedentes en la temática, adoptando bibliografía en el tema patologías y normas relativas a materiales como base (Bowles, 1978).
- Búsqueda de suelo disponible en el mercado.
- Selección de cantera que aporte el material adecuado. Se trabajó con suelo proveniente de la Pcia. de Buenos Aires.
- Definición de constantes físicas y características organolépticas del suelo solo y estabilizado.

Se determinó la densidad máxima de compactación y humedad óptima de moldeo.

- Evaluación de resultados de ensayos sobre materias primas (Terzaghi y Peck, 1973).
- Diseño de mezclas. Seleccionando la de mejor desempeño considerando todos los ensayos realizados.
- Determinación de comportamiento mecánico y evaluación de resultados. En la figura 1 se observan algunas probetas representativas de muestras ensayadas a la compresión.



Figura 1 – Probetas sometidas a ensayos mecánicos

- Construcción de modelos experimentales para ensayo.

Se trabajó en diferentes etapas sobre la base de construcción de modelos con posibilidades de ser ensayado con el equipamiento disponible en Laboratorio previa adaptación de mecanismos para la seguridad de los resultados.

Igualmente se desarrollaron diferentes técnicas de moldeo de modelos evaluando la simplicidad del trabajo, las alteraciones durante el proceso constructivo, el proceso de curado, el estudio de fallas y la prevención de aquellas potenciales (figura 2).



Figura 2 – Modelo constructivo de suelo-cemento con compactación manual

4.3 Instrumentos de registro

Para el registro de los ensayos realizados se diseñaron planillas de registro en las que se pudieran ingresar los datos y cuyo ordenamiento permitiera la evaluación de resultados en forma rápida.

Las mismas pueden observarse en las tablas 1, 2 y 3.

- Tabla 1: Ficha modelo de identificación de suelos (IRAM, 1968, 1971, 1982, 1986 y 2007; DVN, 1998; Minke, 2001).
- Tabla 2: Distribución granulométrica y constantes físicas de suelos (ejemplo) (IRAM, 1971, 1982, 1986 y 2007; DVN, 1998).
- Tabla 3: Ensayo de compactación (ejemplo) (IRAM, 1972 y 1977).

Tabla 1 – Ficha modelo de identificación de suelos.

Ficha de Identificación del suelo			
Fecha extracción			
Cantidad muestra (IRAM 10500)			
Identificación Cantera			
Zona			
Color			
Olor (Minke, 2001)			
Granulometría (IRAM 10507)	Tamiz		
Resultados	Nº 10	Nº 40	Nº 200
(% que pasa)			
Constantes físicas (IRAM 10501)	LL	LP	IP
Resultados (%)			
Clasificación (IRAM 10509-10521)			
Clasificación (VN-E4-84) ⁵			

Tabla 2 – Distribución granulométrica y constantes físicas de suelos (ejemplo)

Granulometría	Resultados		
(IRAM 10507)	Tamiz Nº 10	Tamiz Nº 40	Tamiz Nº 200
(% que pasa)	84	71	51
Constantes físicas	Resultados (%)		
Límite líquido (LL) (IRAM 10501)	38,2		
Límite plástico (LP) (IRAM 10501)	33,4		
Índice de plasticidad (IP) (IRAM 10501)	4,8		
Clasificación (IRAM 10509-10521)	ML		
Clasificación (VN-E4-84) ⁵	A-4 IG-1		

Tabla 3 – Ensayo de compactación (ejemplo)

Ensayo de compactación	Resultados		
(IRAM 10511-10522)	Suelo seleccionado	Suelo-cemento 10%	Suelo-cal 5%
Densidad seca máxima (kg/m ³)	1450	1480	1380
Humedad óptima (%)	26,0	26,5	29,0

4.4 Criterios de control global

Considerando las pautas de trabajo de la investigación no podemos dejar de evaluar en forma global criterios que asuman responsabilidad sobre la construcción sostenible. Por lo cual planteamos criterios que deben evaluarse al momento de diseñar una vivienda de

interés social (Dirección de Tecnología e Industrialización, 2000) y verificados durante la construcción (Dirección de Tecnología e Industrialización, 2008), con los que se elaboró una lista de chequeo o verificación, a saber:

1. Criterio: Medioambiente

- 1.1. Respetto por el medio, adaptación y disminución de posible agresión.
- 1.2. Respetto por la cultura y medio social de la comunidad.
- 1.3. Calidad del ambiente interno de la edificación, para que no afecte la salud de sus habitantes.

2. Criterio: Recursos

- 2.1. Consumo de agua.
- 2.2. Consumo de energía.
- 2.3. Agresión hacia el suelo.
- 2.4. Elección de materiales adecuados, minimizando contaminación y residuos.

3. Criterio Calidad Vivienda

- 3.1. Calidad de los materiales y mezclas utilizados.
- 3.2. Calidad de los procesos constructivos.
- 3.3. Evaluación de mantenimiento y vida útil.

4. Criterio Factor Humano

- 4.1. Formación de miembros de la comunidad para facilitar la autoconstrucción supervisada.
- 4.2. Formación de profesionales en tecnologías con ecomateriales.

5. CONSIDERACIONES FINALES

De los estudios comparativos realizados en modelos pudo determinarse que se presentan desempeños diferenciales según los medios y forma de compactación y su curado posterior.

Se han detectado los desvíos que pueden originar los defectos de compactación, de humedad adecuada y curado del modelo.

La aptitud del modelo constructivo (resistencia, durabilidad y economía del producto terminado) está relacionada con:

- a) La adecuación de la calidad de los materiales componentes de las mezclas y del producto obtenido.
- b) La adopción de procedimientos que aseguren la calidad en los procesos constructivos.

Continuamos trabajando con modelos de estudio puesto que consideramos que estos métodos de control tienden no solo a apoyar las actividades del profesional sino que es apropiado para grupos de autoconstrucción, puesto que fomenta la seguridad y calidad final de la construcción.

BIBLIOGRAFÍA

BOWLES, J., (1978). Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil. Traducido por Arrieta, A. Bogotá: Editorial McGraw-Hill Latinoamericana S.A.

DIRECCIÓN DE TECNOLOGÍA E INDUSTRIALIZACIÓN, (2000) - Estándares Mínimos de Calidad para Viviendas de Interés Social. Buenos Aires: Subsecretaría de Desarrollo urbano y vivienda. Ministerio de Infraestructura y Vivienda.

DIRECCIÓN DE TECNOLOGÍA E INDUSTRIALIZACIÓN, (2008) - Recomendaciones para Inspectores. Buenos Aires: Subsecretaría de Desarrollo urbano y vivienda. Ministerio de Infraestructura y Vivienda.

DVN, (1998). Normas de Ensayo VN-E4-84 – Clasificación de suelos. Buenos Aires: Dirección Nacional de Vialidad. Secretaria de Obras Públicas. Ministerio de Economía, Obras y Servicios Públicos.

IRAM, (1968). IRAM 10500 – Mecánica de suelos. Preparación de muestras. Buenos Aires: Instituto Argentino de Normalización y Certificación, ex IRAM, Instituto Argentino de Racionalización de Materiales.

IRAM, (2007). IRAM 10501 – Geotecnia. Método de determinación del límite líquido y del límite plástico de una muestra de suelo. Índice de fluidez e índice de plasticidad. Buenos Aires: Instituto Argentino de Normalización y Certificación, ex IRAM, Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. IRAM, (1986). IRAM 10507 – Mecánica de suelos. Método de determinación de la granulometría mediante tamizado por vía húmeda. Buenos Aires: Instituto Argentino de Normalización y Certificación, ex IRAM, Instituto Argentino de Racionalización de Materiales.

IRAM, (1982). IRAM 10509 – Mecánica de suelos. Clasificación de suelos, con propósitos ingenieriles. Buenos Aires: Instituto Argentino de Normalización y Certificación, ex IRAM, Instituto Argentino de Racionalización de Materiales.

IRAM, (1977). IRAM 10511 – Mecánica de suelos. Método de ensayo de compactación en laboratorio. Buenos Aires: Instituto Argentino de Normalización y Certificación, ex IRAM, Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. IRAM, (1971). IRAM 10521 – Suelos. Clasificación por el sistema del índice de grupo. Buenos Aires: Instituto Argentino de Normalización y Certificación, ex IRAM, Instituto Argentino de Racionalización de Materiales.

IRAM, (1972). IRAM 10522 – Mecánica de suelos. Método de ensayo de compactación en mezclas de suelo-cemento. Buenos Aires: Instituto Argentino de Normalización y Certificación, ex IRAM, Instituto Argentino de Racionalización de Materiales.

MINKE, G., (2001) - Manual de Construcción en Tierra. Uruguay: Nordan-Comunidad.

ONU, 1987. Report of the World Commission on Environment and Development- WCED (Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo a la Asamblea de Naciones Unidas) N° A/42/427. Estados Unidos: Organismo de Naciones Unidas.

TERZAGHI, K. y PECK, R., (1973) - Mecánica de Suelos en la Ingeniería Práctica. Buenos Aires, El Ateneo.

NOTAS

1 – Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de la ONU: Nuestro Futuro Común emitido por la denominada Comisión Brundtland (debido a la Primer Ministro Ambiental en Suecia Sra. Gro Harlem Brundtland), 1987.

2 – Conferencia de la ONU sobre Medio Ambiente y Desarrollo (Segunda "Cumbre de la Tierra") en Río de Janeiro, junio de 1992.

3 – Universidad de Quilmes (2007) según Informe sobre "La situación habitacional en Argentina año 2001", convenio con la Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda de la Nación.

4 – Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable - Declaración de los Sres. Gobernadores sobre Desarrollo sostenible, 05-05-2006, pag. web <http://www.ambiente.gov.ar> – Sección publicaciones.

5 - Dirección Nacional de Vialidad (1998), "Clasificación de Suelos", Normas de Ensayo, Ministerio de Economía y Obras y Servicios Públicos.

AUTORES

Adriana Beatriz García, Ingeniera en Construcciones y Quality Auditor DGQ-EOQ. Docente Codirectora de equipo de investigación desde el 2004, Dpto. de Ingeniería Civil, Fac. Regional Avellaneda, Universidad Tecnológica Nacional. Asesora tecnología de materiales de construcción y

gestión de la calidad en áreas privadas y públicas. Miembro representante de UTN FRA en la Red PROTERRA. Delegada UTN-FRA ante UNILAB.

Juan Pablo Mazzeo, Ingeniero Civil y Docente FRA-UTN. Becario en el Laboratorio de Ensayo de Materiales y Estructuras LEME desde el año 2004 a la fecha. Becario Investigador integrante de equipo desde el 2004, del Dpto. de Ingeniería Civil, Fac. Regional Avellaneda, Universidad Tecnológica Nacional. Proyectista y calculista de estructuras metálicas y de hormigón armado en el ámbito privado.

Pablo Nicolás Grazzi, Estudiante de Ingeniería Civil FRA-UTN. Becario en el Laboratorio de Ensayo de Materiales y Estructuras LEME desde el año 2007 a la fecha. Becario investigador integrante de equipo desde el 2007, del Departamento de Ingeniería Civil de la Facultad Regional Avellaneda - Universidad Tecnológica Nacional.



EVALUACIÓN DE LA PASTA DE PAPEL PERIÓDICO EN MORTEROS PARA FRISOS EN MUROS DE TIERRA

Víctor Piñero, Angélica Reyes, Jean Carlos Viña

Instituto Universitario de Tecnología Alonso Gamero
Santa Ana de Coro-Municipio Miranda- Estado Falcón Venezuela
pinero@cantv.net; victorpinero@gmail.com

Palabras clave: frisos, pasta periódico, tierra

RESUMEN

El trabajo de investigación experimental desarrollado, tiene como principal objetivo evaluar la pasta de papel periódico en el mortero para frisos en muros de tierra, a través de ensayos físicos-mecánicos basados en las normas ASTM. En la mezcla experimental, la pasta de papel periódico sustituye el excremento de animal (burro), el cual, se ha venido utilizando de generación en generación por nuestros artesanos locales. En la bibliografía consultada, no se encontró dosificaciones establecidas para mezclas con el uso de la tierra como principal material de construcción que garanticen durabilidad en el tiempo, como lo existe para mezcla de concreto. Razón por la que la dosificación usada en esta investigación fue determinada partiendo de una dosificación patrón, conocidas de acuerdo a la información recopilada en entrevistas con artesanos de la localidad de la ciudad de Coro, Estado Falcón, Venezuela. Para la elaboración de la pasta de papel periódico, se empleo el método descrito por Fornerino (1998). Se recolecto material (caliche), de Zumurucuaré, Municipio Miranda, y del Hatillo, Municipio Colina, del Estado Falcón, Venezuela. Resultando el suelo del Hatillo adecuado dentro de las curvas límites, siendo este seleccionado para trabajar en nuestra investigación. Para la identificación de ambos suelos, se realizó por el método del SUCS (Sistema Unificado para la Clasificación de Suelos). Para el diseño de la mezcla propuesta en este trabajo de investigación experimental, se efectuó fijando las mezclas de caliche, cal y cemento, variando las cantidades de la pasta de papel, resultando como la mezcla más óptima la de 9:1:4:1/2, que son nueve partes de caliche, una parte de cal, cuatro partes de pasta de papel y media parte de cemento. Demostrando su confiabilidad mediante los ensayos realizados en laboratorio tanto a la resistencia a flexión (3 kgf/cm^2) como compresión (12 kgf/cm^2), pero no muy eficiente en los ensayos de absorción 18% con pasta de papel, contra 12% de estiércol de burro. Por lo que es necesario desarrollar investigaciones donde se pueda aplicar una resina natural o artificial, sobre los frisos elaborados con la mezcla a base de la pasta de papel, ya que es muy susceptible ante la presencia de humedad.

1. RESEÑA HISTÓRICA DE LA CIUDAD DE SANTA ANA DE CORO COMO PATRIMONIO CULTURAL DE LA HUMANIDAD

La ciudad de Santa Ana de Coro, fundada en 1527, y su centro histórico, esta constituido por un conjunto urbano de edificaciones construida con tierra cruda, siendo actualmente el mas destacado de Venezuela y uno de las mas representativo de las cuencas caribeñas. Se hacen presente en ella dos de las modalidades mas comunes en cuanto a sistemas constructivos en muros de tierra como son el bahareque y el adobe. Con su trazado urbano y la experiencia constructiva acumulada a largo del siglo XVI, se elige como primera ciudad y capital de la provincia de Venezuela, teniendo una influencia considerable en otras ciudades antiguas del país. Junto a la persistencia del trazado y las técnicas constructivas, en Coro se manifiesta una marcada recurrencia tipológicas en sus edificaciones religiosas y civiles. Se conserva en la ciudad el conjunto de iglesias coloniales mas numerosas del país `presidido por la primera catedral de Venezuela, que fuera sede del primer obispado creado en Sudamérica.

La ciudad de Santa Ana de Coro y su Puerto La Vela situados en los municipios Miranda y Colina del Estado Falcón, Venezuela, fueron declarados por la UNESCO un 9 de diciembre de 1993 (Gasparini, 1994), como Patrimonio Cultural de la humanidad, debido a su valor

histórico desde el punto de vista arquitectónico, en ella tenemos un total de 1.622 edificaciones en tierra cruda de gran valor, construidas entre los siglos XVI, XVII, XVIII, XIX hasta las cuatros primeras décadas del siglo XX, estas fueron construidas aplicando técnicas para muros como: el bahareque, el adobe, la tapia, la piedra y el ladrillo, con techos de tierra(torta) y madera protegidos con tejas, donde el material local tierra, es utilizado al máximo para este tipo de obras. Para el recubrimiento y protección de los muros de cerramientos tanto interior como exterior en los muros de tierra, se aplican varias capas, la primera capa de este recubrimiento es una mezcla constituida por tierra, fibra orgánica y agua, a la que se le denomina pañote, la cual, permite darle nivel al muro ante posibles deformaciones una vez construido el muro, luego continua una segunda capa conformada con otra mezcla de tierra, arena, estiércol seco cernido de burro (fibra orgánica) y cal para el acabado final (friso). La cal actúa como aglomerante y de forma antiséptica para eliminar posibles bacterias u otra contaminación contenidas en el estiércol de burro, el cual, tiene la función de absorber los movimientos diferenciales que presenta la estructura, evitando que se produzcan agrietamientos y desprendimientos del friso en el muro de tierra y finalmente se aplica la capa de pintura(cal y zavalita). El estiércol seco del burro es muy escaso en estas zonas urbanas; por lo que es necesario buscar este producto hacia las zonas rurales adyacentes a estas localidades. Además que no hay forma de garantizar, una vez obtenido, que el mismo sea sometido a un proceso de secado más la adición de una lechada de cal, de manera que este quede libre de cualquier contaminación o bacterias que afecten la salud del artesano que hace la mezcla. A todo esto se le añade el excelente comportamiento físico-mecánico y térmico de estos frisos ante los movimientos diferenciales y la radiación solar, bien sea por expansión o retracción de las arcillas presentes en el suelo de la zona, que al entrar en contacto con la humedad producen este fenómeno, influyendo indirectamente en el friso hasta causar agrietamiento y/o desprendimiento del mismo. La utilización del papel periódico como un componente en morteros de tierra y de arena cemento, han venido revolucionando en el campo de la construcción dando como resultados mejoras en muchas de las propiedades físicas de los elementos construidos con este tipo de mezcla. El presente trabajo de investigación evaluó el diseño de una mezcla de tierra con la incorporación de Pasta de papel periódico, en este caso para ser utilizada en revestimiento en muros de tierra en su capa externa, con ciertas características específicas en cuanto a resistencia y durabilidad, partiendo de dosificaciones determinadas en campo por la experiencia de artesanos reconocidos en la Ciudad de Santa Ana de Coro, siendo estas dosificaciones el punto de partida para el diseño de la mezcla experimental.

2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo general

- Evaluar la pasta de papel periódico en el mortero para friso en muros de tierra.

Objetivos Específicos

- Determinar las características de la pasta de papel periódico y el suelo a emplear.
- Determinar la dosificación de los materiales que constituyen la mezcla (tierra, cal, cemento y una porción variable de la pasta de papel periódico).
- Estudiar el comportamiento físico-mecánico de los morteros diseñados a través de los ensayos de compresión, flexión, absorción, adherencia y resistencia al agua.

3. RESEÑA HISTÓRICA DEL USO DE LA TIERRA EN LA LOCALIDAD

Nuestros viejos artesanos que trabajan con la tierra, acostumbran a utilizar arcilla, paja conejera, cal hidratada y cagajón (estiércol) de burro, todos los materiales procedentes del mismo lugar donde se ejecutaba la obra. Utilizan procedimientos y técnicas heredadas de generación en generación y logrando calidad y durabilidad en el tiempo. Al momento de extraer la tierra, descubren los 20 primeros centímetros para así desechar la capa vegetal y

hacen un hoyo en el suelo. Una vez picada y desmenuzada la tierra se procede a humedecerla con agua de cal, goma de tuna y zábila. En épocas coloniales usaban guarapos de caña y sangre de ganado vacuno, los materiales después de mezclado se dejaban reposar por el mayor tiempo posible, de esta manera las mezclas adquirirían mayor consistencia, durabilidad y calidad. Una vez amasado (pisoteado) el barro se le añade la cantidad de agua y fibra vegetal y se mezcla hasta homogenizarla. Luego se deja en reposo de 2 a 3 días, al cumplir los tres días se siente un olor fétido por la descomposición del barro y la paja, lo que indicaba que la mezcla estaba en su punto, es decir, con una excelente consistencia óptima para emplearla en los recubrimientos (pañote).

Dosificación de mezcla de tierra con estiércol de burro usado por los artesanos

- 3 sacos de estiércol seco tamizado por el N° 8
- 3 caretilas de tierra tamizado por el N° 10
- 3 sacos de cal de 20 kg.

Se prepara una mezcla húmeda con todos los materiales y se deja madurar la mezcla por tres días.

Preparación de la mezcla

La preparación de la mezcla para el revestimiento, es una de las operaciones más importantes. Las diferencias entre las texturas y las densidades de los materiales a mezclar (por un lado un barro pesado y pegajoso y por otro lado fibras livianas e inconsistencia) vuelven la operación de amasado difícil de llevar a cabo correctamente. Esta heterogeneidad de materiales induce a menudo al aumentar la cantidad de agua y del barro para facilitar su manipulación. Al secado o desprendimiento del revestimiento del muro. Estos defectos no son siempre visibles al inicio, pero van a afectar la durabilidad de la construcción; por ello es necesario prestar mayor atención a la proporción de agua y la homogeneidad de la mezcla.

Proceso de decantación de la mezcla

Una vez realizada la amasadura homogénea de los materiales que conforman la mezcla, se procede a dejarla por lo menos 48 horas en proceso de decantación. Este proceso consiste, en dejar “dormir” la mezcla con el fin de que los materiales que lo conforman adquieran mejores propiedades de adherencia entre si para obtener de esta manera una masa pastosa y plástica. A medida que los materiales mezclados lo dejemos dormir por más tiempo la mezcla adquiere mayores propiedades de consistencia y adherencia.

4. SELECCIÓN DEL MATERIAL EMPLEADO

Recolección de muestras

Se recolectó material, de dos sitios de préstamo, en Zumurucuaré ubicado al Sur de la Ciudad de Coro; Municipio Miranda y de Hatillo ubicado en el Municipio Colina. El estiércol de burro se recogió de los alrededores de la Vela de Coro, Municipio Colina y las hojas de papel periódico se recolectó de periódicos de desecho. La cal hidratada y el cemento fueron de procedencia comercial. De acuerdo con los ensayos obtenidos en los ensayos preliminares (granulometría y límites), fue seleccionado el material del Hatillo, por sus características granulométricas, que lo definen como un excelente material para la ejecución de trabajos con tierra, de manera que no fue necesario el empleo de arena en nuestra mezcla experimental.

Elaboración de la pasta de papel

Para la elaboración de la pasta de papel se empleó el siguiente método por vía húmeda:

- Se cortaron hojas de papel periódico a pequeñas tiras y se colocaron en remojo (figuras 1 y 2).



Figura 1 – Corte en pequeñas tiras



Figura 2 – Colocación del papel en agua

- El papel periódico permanece en agua durante un lapso de tres días (72 horas), de manera que el agua pueda saturar en un 100% el papel y así permitir el desalojo de la tinta con mayor facilidad.
- Para eliminar la mayor cantidad de tinta posible, fue necesario cambiar el agua de remojo cada 24 horas y desmenuzar aun mas los trozos de papel manualmente con la ayuda de un listón de madera batiéndola vigorosamente.
- Una vez retirada la tinta, se elimina el agua en exceso exprimiéndola manualmente y con ayuda de una malla metálica, luego se somete a un escurrimiento para finalmente exponerlo al sol durante 24 a 48 horas, como se muestra en la figura 3.



Figura 3 – Pasta seca

- Las fibras de papel ya secadas se toma en partes volumétricas necesarias según la dosificación requerida para elaboración de mezclas.
- Al papel seco se agrega el agua de mezclado, para ello se utilizó una batidora. De esta manera se obtuvo la pasta de papel húmeda con una consistencia apropiada para ser mezclada con el resto de los materiales que compone la mezcla propuesta.

5. ELABORACIÓN DE LA MEZCLA TRADICIONAL Y EXPERIMENTAL

Mezcla tradicional

Basándose en las dosificaciones para frisos de tierra que manejan los artesanos con muchos años de experiencia se llegó a una dosificación patrón 9:1:5:1/2 es decir, nueve partes de tierra, una de cal, cinco de fibra (estiércol de burro) y media de cemento.

Tabla 1 – Dosificación empleada

Mezcla	Caliche	Cal	Estiércol de burro	Cemento
Tradicional	9	1	5	1/2

Mezclas experimentales

Partiendo de la dosificación de la mezcla tradicional, se dosificaron mezclas experimentales donde el elemento innovador es la pasta de papel utilizado como fibra. Se confecciono una serie de mezclas de tierra con diferentes proporciones de pasta de papel en cantidades por debajo y por encima de cinco partes, es decir con 3, 4, 5, 6, 7 partes y sometidas a ensayos para establecer la proporción mas adecuadas de pasta de papel.

Tabla 2 – Dosificaciones de las mezclas experimentales (con pasta de papel)

Mezcla	Caliche	Cal	Pasta de papel	Cemento
A	9	1	3	1/2
B	9	1	4	1/2
B	9	1	5	1/2
D	9	1	6	1/2
E	9	1	7	1/2

Preparación y amasado de las mezclas

La forma y el orden de la preparación de las mezclas, depende de las diferentes texturas que tienen los materiales que la constituyen. Para la mezcla tradicional se realizo de la siguiente manera:

- En primer lugar se tamizaron los materiales, la tierra se hizo pasar por el tamiz #4 y el estiércol de burro, una vez secado al sol, se trituro y se tamizo por el tamiz #8 (figuras 4 y 5).



Figura 4 – Estiércol seco de burro.



Figura 5 – Triturado y tamizado del estiércol

- Se mezcla en seco las partes de tierra, cal y estiércol de burro. Luego se añade agua de forma controlada, mezclando hasta obtener una mezcla homogénea y consistente (figuras 6 y 7).



Figura 6 – Mezclado en seco



Figura 7 – Mortero con estiércol

- En ambas mezclas se utilizo el procedimiento manual, este se debe realizar aplicando suficiente fuerza al mezclado y así lograr excelente unión entre los materiales, siguiendo el orden ante descritos. Luego de cumplir el proceso de maduración, se repite el procedimiento de mezclado para la adición de cemento conjuntamente con la proporción de agua necesaria hasta lograr mezclas con humedad optima.

- Las mezclas experimentales necesitan mas agua en comparación con la mezcla tradicional, debido a que el papel absorbe una mayor cantidad de agua para saturarse.

Proceso de maduración de la mezcla tradicional y la mezcla experimental

Una vez mezclado los diferentes materiales y logrando suficiente cohesión y plasticidad entre ellos se dejo reposar por tres días (72 horas) cubierto con bolsas plásticas evitando la evaporación del agua de mezclado. Este proceso también denominado maduración tiene la finalidad de que los materiales desarrollen al máximo sus propiedades adquiera mayor adherencia entre si para obtener una mezcla con olor fétido, para finalmente añadir el cemento en proporciones adecuadas. De esta manera el mezclado estará listo para ser usada en los revestimiento de los muros de tierra.

Elaboración de las briquetas de pruebas

Para la comprobación de la resistencia al esfuerzo de compresión de las mezclas, tanto, las tradicionales como las experimentales se elaboro tres briquetas en forma de cubos con dimensiones de 5 cm x 5 cm x 5 cm para cada mezcla. Para el ensayo de flexión se construyó briquetas rectangulares de 12 cm x 20 cm x 5 cm para cada mezcla.

De acuerdo a los resultados obtenidos en los ensayo de flexión – compresión de las mezclas que contienen pasta de papel periódico, fueron seleccionadas las muestras que arrojaron mayor resistencia, para someterlas a los ensayo de absorción, permeabilidad y adherencia, conjuntamente con la mezcla que contiene estiércol de burro.

6. ENSAYOS Y RESULTADOS

Ensayo de límites de consistencia

El suelo del Hatillo, obtuvo un índice de plasticidad de 3.98 %, limite plástico de 15.2% y limite liquido de 19.17% y un porcentaje de humedad de 6.8%. Su granulometría resulto de la siguiente manera: el pasante al tamiz # 4, es mayor al 50% de la fracción gruesa lo que indica de que es un suelo grueso se verifico su granulometría, obteniéndose un 34% de arena, 21% de grava y 45% de finos, resultando mas arena que grava. Al llevar los valores de los límites de consistencia a la grafica de plasticidad, empleando el método de SUCS, lo identifica como un suelo arenoso con presencia de limos de baja plasticidad, es decir, una arena-limosa de baja plasticidad.

Mientras que el suelo de Zumurucuaré, obtuvo un índice de plasticidad de 5,8%, limite liquido de 23,0%, limite plástico de 17,2% y un porcentaje de humedad de 4,8%, su granulometría resulto de la siguiente manera: el pasante al tamiz # 4, es mayor al 50% de la fracción gruesa lo que indica de que es un suelo grueso se verifico su granulometría, obteniéndose un 21% de arena, 45% de grava y 33% de finos, pero con la gran diferencia de que al llevar los datos de los limites de consistencia al grafico de plasticidad, este queda sobre la línea "A" con un índice de plasticidad entre 4% y 7%, el cual lo identifica como un suelo de simbología doble, una arena con contenido de arcillas y limos de baja plasticidad, es decir, una arena limo-arcillosa de baja plasticidad.

Este resultado indica de que el suelo apropiado para el diseño de la mezcla experimental es el procedente del Hatillo, ya que presenta una mezcla bien definida de arena con finos, predominando el componente arena, el cual brinda altas resistencias mecánicas al suelo y a su vez disminuyen la contracción de las arcillas por desecación, dichas propiedades son excelentes para trabajos de tierra. Para el limite de contracción, también se constato que el material que presenta mejor características físicas es el suelo del Hatillo, ya que obtuvo un porcentaje de contracción de 11,5%, mientras que el suelo de Zumurucuaré presento un 19,4%, lo que indica que tiene mucha presencia de finos (arcillas, limos), que provocan el encogimiento del material al secarse, lo cual, es dañino para los morteros de tierra. Razón por el cual el suelo de Zumurucuaré se descarto para este trabajo de investigación. De acuerdo a las características granulométricas, dadas por el suelo del Hatillo, se decidió no utilizar arena en las mezclas diseñadas.

Ensayo de compresión

Una vez realizadas las mezclas con diferentes dosificaciones, se elaboraron tres briquetas en forma de cubos con dimensiones de 5 cm de lado. Estas fueron expuestas a un proceso de secado a temperatura ambiente, para luego ser sometidas a los ensayos de compresión simple en diferentes edades a los 7, 14 y 28 días. Obteniéndose los siguientes resultados en la mezcla tradicional y en la mezcla experimental, como se indica en las tablas de resultados (tablas 3, 4 y 5 y figura 8).

Tabla 3

Diseño	Días	Esfuerzo (kgf/cm ²)
9:1:5:1/2	7	12.00
	14	8.00
	28	8.00

Tabla 4

Diseño	Días	Esfuerzo (kgf/cm ²)
9:1:4:1/2	7	10.00
	14	10.00
	28	12.00

Tabla 5

Diseño	Días	Esfuerzo (kgf/cm ²)
9:1:6:1/2	7	8
	14	9.33
	28	9.33



Figura 8 – Ensayo de compresión

Ensayo de flexión

Para el ensayo de flexión, se diseñaron briquetas de 20 cm x 12 cm x 5 cm, para cada dosificación en las mezclas experimentales y la mezcla tradicional. A continuación las tablas 6, 7 y 8 con resultados y edades de la realización del ensayo a flexión.

Tabla 6

Diseño	Días	Esfuerzo (kgf/cm ²)
9:1:5:1/2	7	4.39
	14	4.57
	28	4.89

Tabla 7

Diseño	Días	Esfuerzo (kgf/cm ²)
9:1:4:1/2	7	3.53
	14	4.17
	28	4.23

Tabla 8

Diseño	Días	Esfuerzo (kgf/cm ²)
9:1:6:1/2	7	3.64
	14	4.16
	28	4.40



Figura 9 – Ensayo de flexión

Ensayo de adherencia

A través de este ensayo descrito en el tomo de Orus Asso cap. IV Materiales de Construcción (1985), se mide la capacidad que tiene un mortero de adherirse a otra superficie. En nuestro caso se evaluó la adherencia que tiene la mezcla de papel a la superficie de salpicado y compararla con la adherencia que puede tener la mezcla con estiércol de burro en la misma superficie de salpicado, se realizó de la siguiente manera:

- Se elaboraron briquetas en forma de cubos con dimensiones de 5 cm x 5 cm x 5 cm, de la mezcla recomendada para usarla como salpicado antes de la colocación del friso, con una dosificación de 3:1:1/2, tres partes de arena, una parte de cal y media parte de cemento. Una vez secadas estas briquetas se hicieron estrías para simular una superficie áspera que brindara una mejor adherencia a la mezcla a ensayar.
- Se adosaron tres briquetas mediante una junta de 1 cm de espesor con las mezclas, tanto la del estiércol de burro como la que contiene cuatro y seis partes de papel periódico.
- A los siete días se midió la adherencia y luego se determinó la resistencia a la adherencia (R_{ad}) aplicando la siguiente fórmula, ($R_{ad} = P/2A$), donde P es la carga de rotura en kgf y A es el área de contacto del mortero con las dos briquetas adyacentes en cm^2 . Para efectos de este ensayo se dejó sobresaliente a la briqueta central de 5 cm, donde se aplica la carga, 2 cm, por lo tanto el área de adherencia que se tomó como efectiva fue de 3,5 cm x 5 cm (x2), resultando con mayor adherencia la mezcla que contiene papel periódico, la cual obtuvo una resistencia que duplica la arrojada por la mezcla de estiércol de burro. Como se observa en la tabla 9 de resultados (figura 10).

Tabla 9

Mezcla con cinco partes de excremento de burro			
Briqueta	Área (cm^2)	Carga (kgf)	Rad (kgf/ cm^2)
1	17.5	50	1.43
2	17.5	50	1.43
3	17.5	50	1.43
Mezcla con cuatro partes de papel			
1	17.5	100	2.86
2	17.5	100	2.86
3	17.5	100	2.86
Mezcla con seis partes de papel			
1	17.5	100	2.86
2	17.5	100	2.86
3	17.5	100	2.86



Figura 10 – Ensayo de adherencia

Ensayo de erosión

Consiste en tomar la mezcla seleccionada y elaborar una briqueta en forma de baldosa, dejándole caer desde una altura de 2,5 m, una gota por segundo durante un periodo de tres horas. Si no perfora la baldosa, la mezcla seleccionada es resistente, dando como resultando que la mezcla que contiene estiércol de burro produjo una erosión de 0,59 mm, mientras que la mezcla de cuatro y seis partes de papel, se noto una leve erosión de aproximadamente 0,01 mm (figuras 11 y 12).

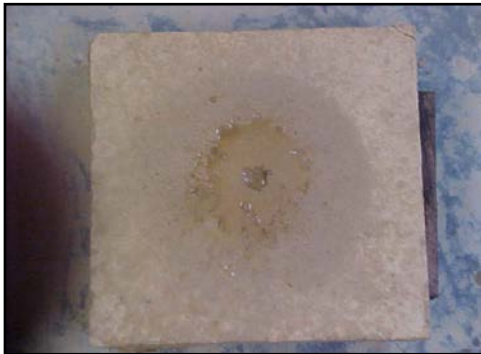


Figura 11 – Erosión con mezcla de estiércol



Figura 12 – Leve erosión con mezcla de papel

Ensayo de absorción

Para el ensayo de absorción, se elaboraron tres briquetas de cada mezcla, las cuales, se colocaron sobre un colchón de arena totalmente saturado de agua, para obtener el porcentaje de absorción. Al pasar cinco minutos, las mezclas con papel obtuvieron una altura de humedad de 2,5 cm y la que contiene excremento de burro alcanzo 0,5 cm y al pasar los veinte minutos ambas muestras alcanzaron su máxima altura 5 cm (tabla 10 y figuras 13 y 14).

Tabla 10 – Resultado de absorción

Mezclas con cinco partes de excremento de burro					
Horas	1:00	1:30	3:00	4:00	4:30
% Abs	7.91	9.37	11.15	12.07	12.07
Mezclas con cuatro partes de pasta de papel					
Horas	1:00	1:30	3:00	4:00	4:30
%Abs	17.66	17.72	17.72	17.87	17.87
Mezclas con seis partes de pasta de papel					
Horas	1:00	1:30	3:00	4:00	4:30
% Abs	19.55	20.11	20.31	20.31	20.31



Figura 13 – Mezcla de papel



Figura 14 – Mezcla de estiércol

7. ANÁLISIS DE RESULTADO

7.1 Ensayos mecánicos

Ensayo de compresión simple

En este ensayo las mezclas experimentales, tuvieron un excelente comportamiento resultando de mayor o igual resistencia que la mezcla tradicional, donde las mezclas que arrojaron mejores resultados fueron las de 9:1:4:1/2, es decir, nueve partes de caliche, una parte de cal, cuatro partes de papel y media parte de cemento. Y la de 9:1:6:1/2, igual que la anterior pero con seis partes de papel.

Además, durante la ejecución de este ensayo se observaron características favorables en el comportamiento físico de las mezclas que contienen papel, donde le dan propiedades ventajosas al revestimiento en muros de tierra. Características como:

En el momento de la rotura las briquetas presentan una falla dúctil de tal manera que no se fracturan; al dejar de aplicar la carga, estas tienden a volver a su altura inicial. Además las mismas obtuvieron menor peso en comparación con la mezcla tradicional. Tales observaciones, indican que los frisos realizados con esta mezcla se puede amoldar a los movimientos diferenciales que realice el muro, sin fracturar y desprender los frisos, siendo esta la principal causa del deterioro en los revestimientos en las edificaciones de tierra en la localidad.

Ensayo de flexión

En este ensayo las resistencias dadas en las mezclas de papel, resultaron con valores por debajo e igual que la mezcla tradicional. Se comprobó que mientras mas cantidad de papel, menor era la resistencia a flexión. Al momento del ensayo se observó que las briquetas fracturaban formando una línea de 45° con respecto a la horizontal, según las normas para mezclas de concretos, este tipo de fractura indica que la mezcla tiene aire atrapado, siendo esto perjudicial para los elementos de concretos, en nuestro caso no, porque nuestra mezcla esta destinada para revestimiento y el aire que tenga en su masa son menos pesados los frisos, evitando su desprendimiento provocado por exceso del propio peso. Las mezclas que arrojaron mejores resultados fueron las que contenían cuatro y seis partes de papel.

7.2 Ensayos físicos

Se decidió someter ambas mezclas, la tradicional y la experimental, a los ensayos físicos como: adherencia, erosión y absorción, resultando lo siguiente:

Adherencia

Resultando con una mayor adherencia la mezcla que contiene 6 y 4 partes de papel, la cual, obtuvo una resistencia que duplica la resistencia dada por la mezcla con estiércol de burro. El ensayo según la norma ASTM C-952. Los resultados obtenidos en las mezclas experimentales cumplen la especificaciones del código Colombiano de Estructuras Sismorresistente en el capítulo D, parágrafo D.43.2.5, con esfuerzo admisibles en tensión perpendicular a las juntas horizontales. Para morteros M o S, el esfuerzo permisible es de 2,7 kgf/cm² y para morteros del tipo N, de 1,9 kgf/cm².

Nota:

Morteros M: de gran calidad

Morteros S: de media – alta calidad

Monteros N: de media calidad.

Tomando como referencia los parámetros de adherencia de las normas ASTM C – 952, referidos a morteros de arena–cemento, se puede considerar como de gran calidad la adherencia que tiene las mezclas que contiene papel ya que el resultado obtenido fue de 2,86 kgf/cm². La adherencia de la mezcla que contiene excremento de burro se considera como de mediana calidad ya que el resultado obtenido fue de 1,43 kgf/cm². Es de resaltar que una mayor adherencia para un mortero de tierra, se alcanzará mediante la calidad de los materiales de la mezcla, la rugosidad y porosidad de la superficie de contacto como también de la decantación o maduración de la mezcla por un tiempo mas prolongado.

Erosión

En la mezcla experimental el resultado obtenido en la que contiene estiércol de burro, se produjo una erosión de 0,59 mm., mientras que la mezcla de cuatro y seis partes de papel, se noto una leve erosión de aproximadamente 0,01 mm, lo que indica que el mortero de papel obtuvo una mayor resistencia al agua en comparación con la mezcla tradicional. Sin embargo se observo que la mezcla experimental es muy permeable debido a que la humedad se distribuyo en toda la sección permaneciendo dentro de ella. Mientras que la mezcla tradicional, no permitió que el agua se distribuyera o penetrara completamente a la sección de la muestra. Por lo que resulto ser menos permeable.

Absorción

En este ensayo la mezcla de papel absorbe mayor humedad y con mayor rapidez ya que tan solo se requiere de una hora para saturar mientras que la mezcla con cuatro partes de papel obtuvo un 17,87% y la de seis partes un 20,51%, por otra parte la mezcla que contiene estiércol de burro aunque absorbió menos agua 12,07 %, necesito de cuatro horas para su saturación. Una vez obtenidos estos resultados, se tomo la mezcla de 9:1:4:1/2. Es necesario el uso de algún impermeabilizante, bien sea al momento de hacer la mezcla o una vez secada la mezcla.

8. CONCLUSIONES

- Se obtuvo una mezcla de mayor resistencia mecánica, resistente al agua y con excelente adherencia, pero con la particularidad que absorbe mucha agua. La mezcla con cuatro partes de papel alcanzo un 17,87% de absorción, esta fue la que menos humedad absorbió, por tal razón, fue seleccionada como mezcla apropiada, mientras que la mezcla que contiene estiércol de burro obtuvo un 12.07%.
- Con la incorporación de la pasta de papel periódico en la mezcla, se obtienen frisos livianos, de menor peso que la de estiércol de burro.
- Al someter la muestra de las mezcla a los ensayos de compresión, esta se comporta en forma ductil, lo que indica que los frisos elaborados a base de esta mezcla experimental, se amolda a los movimientos diferenciales que realice el muro de tierra, provocado por la expansión o retracción de las arcillas expansivas de la localidad o por las vibraciones que genera la circulación de vehículos u otros factores.
- Se determino que la mezcla propuesta para realizarla en campo sería de la siguiente manera: 3 carretillas de caliche. 1 saco de 20 kg de cal, 4 cuñetes de 18 l de papel y ¼ de saco de cemento.
- La evaluación mediante los ensayos mecánicos de flexión–compresión, se demuestra que la incorporación de papel en las mezcla en estudio incrementa notablemente la resistencia, siendo estas mayores que las obtenidas en las mezclas que contienen estiércol de burro.

- Una vez elaboradas las mezclas, tanto la experimental como la tradicional, se concluye, que la mezcla de papel en estado fresco, adquiere mas volumen y por consiguiente mas rendimiento que la mezcla de estiércol de burro.
- Es necesario desarrollar investigaciones donde se pueda aplicar una resina natural o artificial, sobre los frisos elaborados con la mezcla a base de la pasta de papel, ya que es muy susceptible ante la presencia de humedad.
- Se recomienda realizar ensayos a edades de 90 a 120 dias.

BIBLIOGRAFÍA

ASTM C-952-91. Ensayo adherencia "Metodo de ensayo de resistencia de adhesión de morteros a unidades de mampostería".

Código Colombiano para estructuras Sismorresistente.

GASPARINI, Graziano(1994). *Coro Patrimonio Mundial*. Caracas: Armitano.

FORNERINO, Luis (1988). *Papel periódico en mezclas de mortero*. Trabajo de investigación. Coro: IUTAG.

ORUS, Felix (1985). *Materiales de Construcción*. Madrid: Dossat.

AUTORES

Victor Piñero, Msc. Ingeniero Civil, docente investigador universitario, Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda, Instituto Universitario de Tecnología Alonso Gamero, Coro-Estado Falcón Venezuela, desarrollo de investigaciones en vivienda de tierra, participante en numerosos eventos internacionales, nacionales y regionales vinculado a la vivienda de tierra, experiencias en proyectos comunitarios utilizando la tierra como material base para la vivienda.

Angélica Reyes, Técnico Superior Universitario en Construcción Civil

Jean Carlos Viña, Técnico Superior Universitario en Construcción Civil



CARACTERIZAÇÃO DE ADOBE ESTABILIZADO COM AMIDO DE MANDIOCA

**Luís Felipe de Medeiros Veiga¹; Sebastiana Luiza Bragança Lana¹;
Nelcy Della Santina Mohallem²**

1-Escola de Design da UEMG, Avenida Antônio Carlos 7545, 31270-901, Pampulha, Belo Horizonte, MG, Brasil. Tel: (55 31) 34911843 veigauemg@yahoo.com.br; sebastiana.lana@gmail.com

2-Departamento de Química da UFMG, Avenida Antônio Carlos, 6627, CEP 31270-901, Pampulha, Belo Horizonte, MG, Brasil. Tel: (55 31) 3409 5768 nelcy@qui.ufmg.br

Palavras-chave: adobe, caracterização, estabilização

RESUMO

Tendo conhecimento do elevado déficit habitacional brasileiro e do impacto causado pelos resíduos de construção convencionais sobre o ambiente, técnicas de construção com solo, por atenderem às necessidades de sustentabilidade, se apresentam como alternativa para moradias de baixo custo e construções rurais.

Neste trabalho, as técnicas construtivas com solo mais comuns, as principais patologias que podem apresentar e medidas que podem reduzir seus efeitos são citadas. Dentre estas, são descritos processos de secagem e diversos processos de estabilização físicas e químicas, tradicionais e não tradicionais. Alguns destes processos têm aplicação conhecida em atividades construtivas distintas das habitações, como contenção de taludes, pavimentação de estradas, correção de solo para agricultura e outras, mas se apresentam como recursos potenciais para aplicação em moradias.

Para verificar os efeitos da estabilização com amido de mandioca foram produzidos adobes de acordo com o conhecimento da comunidade em São Sebastião das Águas Claras, distrito de Nova Lima na região metropolitana de Belo Horizonte – MG.

A caracterização dos materiais foi feita por microanálise com sonda EDS, difração de raios X, adsorção gasosa, além de análise granulométrica, determinações dos limites físicos relacionados à umidade e determinação da resistência e compressão dos adobes. Verificou-se que a composição utilizada apresentava-se distante das composições encontradas na literatura com propriedades mecânicas satisfatórias. Porém, foi observado que determinada composição com amido favoreceu a resistência à compressão dos adobes.

Considerando que ao longo dos anos, parte dos conhecimentos tradicionais foi se perdendo, os resultados encontrados permitem que se realizem as alterações necessárias para que as construções com solo tenham propriedades que atendam as necessidades de estabilidade e sua utilização propicie autonomia para comunidades tradicionais diante do crescente desenvolvimento de materiais industrializados, os quais algumas regiões não têm acesso.

1. INTRODUÇÃO

O solo é um dos materiais mais abundantes no planeta e por isso tem sido utilizado como matéria-prima de elementos construtivos e alvenarias desde períodos pré-históricos.

No Brasil, diversas técnicas de construção com solo foram utilizadas no período colonial, sendo algumas destas introduzidas pelos negros trazidos da África, outras de conhecimento de povos indígenas brasileiros e outras trazidas pelos colonizadores. Durante o início da colonização brasileira, todas as culturas componentes dominavam técnicas construtivas utilizando o solo como matéria prima, principalmente técnicas com argamassa de solo e solo socado. Principalmente em regiões de escassez de materiais rochosos, as técnicas com solo foram muito empregadas devido as dificuldades encontradas na produção de materiais de construção.

Posteriormente tais construções foram se tornando menos freqüentes devido a sua substituição por materiais cerâmicos manufaturados. Seu desuso é também comumente

associado à propagação de moléstias como doença de Chagas (infecção por *Trypanossoma cruzi*), pelo fato das técnicas de construção com solo serem consideradas precárias e improvisadas. Este aspecto de improvisação teve como consequência uma difusão intensa de preconceito contra construção com solo no Brasil (Santos, 2002).

No Brasil, segundo Sachs (1986), três aspectos relacionados entre si configuram a questão da habitação ecológica: a dos assentamentos populacionais adaptados ao ecossistema; a construção das moradias ecológicas; e o uso de materiais locais, preferencialmente com uso de recursos renováveis ou com resíduos industriais ou agrícolas, os quais se têm ampla disponibilidade em diversas regiões.

Quanto à situação da população em relação à habitação, aproximadamente 30% da população mundial, como relata Coferman (1990) apud Binici et al. (2004) vive em estruturas de solo.

Segundo Minke (2001), em torno da metade da população de baixa renda em países em desenvolvimento vivem em construções com solo.

No Brasil, segundo dados da Fundação João Pinheiro do ano de 2002 apud Santos (2002), existe um déficit habitacional de aproximadamente 6.500.000 unidades de moradia em 2000, devido ao acelerado crescimento populacional, principalmente em centros urbanos. Esta necessidade é maior nos Estados da Região Sudeste e em parte do Nordeste brasileiro.

2. TÉCNICAS DE CONTRUÇÃO COM SOLO, PATOLOGIAS E PROCESSOS DE MELHORIA

As técnicas de construção com solo podem ser classificadas, de acordo com Neves (2005), em monolíticas quando o elemento construtivo se compõe de uma única peça; mistas, quando são feitas aplicações de solo sobre estruturas de madeira e alvenaria quando a construção se compõe de diversos elementos construtivos dispostos em sobreposição, como tijolos e blocos.

Entre essas técnicas, a taipa-de-pilão recebe esta denominação por ser socada ou apiloadada, com auxílio de um instrumento chamado popularmente de “mão de pilão”. A forma que recebe o material de solo para a compactação e secagem chama-se “Taipal”.

Na taipa-de-mão ou pau-a-pique, a estrutura das paredes é feita de madeira formando esteios e engradamento, que é recoberto com o material de solo. São usadas, mais frequentemente, em paredes internas das construções. Ainda hoje se encontram construções de pau-a-pique em diversas regiões brasileiras, porém, a execução contemporânea da técnica é mais rudimentar, contribuindo para que a durabilidade dessas construções seja bastante reduzida.

O adobe, cujo termo “At-tub” significa bloco de solo secado ao sol, assim como a técnica tem origem árabe. No Oriente Médio seu conhecimento é muito antigo e amplamente difundido. Trata-se de um processo de produção de tijolos de solo moldados em formas de madeira, a partir de material de solo preparado e homogeneizado em um orifício aberto no terreno, denominado “panela”.

Quanto às patologias, as construções com solo apresentam baixa resistência mecânica e elevada absorção de água que pode ser pluvial, do solo ou de instalações. Para esta última devem ser tomadas medidas preventivas para minimizar seus efeitos, como fundação executada com rochas, revestimento da primeira fiada e extensão do beiral.

Visando melhoria sobre a resistência mecânica deve-se atuar sobre dois processos. O processo de secagem deve ter uma taxa de difusão capilar da água do interior para a superfície igual a taxa de evaporação da água na superfície evitando-se assim surgimento de trincas.

Outro processo é a estabilização que pode ocorrer por vários modos. Com a estabilização mecânica a melhoria introduzida no comportamento do solo ocorre devido às mudanças no sistema trifásico (solo-água-ar). Ocorre sem introdução de nenhum material exterior, resultando apenas do recurso de técnicas de compactação manual ou mecânica.

A estabilização elétrica envolve a passagem de uma corrente elétrica no solo por descargas sucessivas de alta tensão, usadas no adensamento de solos arenosos saturados. Este processo, segundo Machado et al. (2005) encontra-se em fase de estudos. A aplicação de corrente contínua de baixa tensão, em solos argilosos, baseados em fenômenos de eletromose, eletroforese e consolidação eletroquímica tem aplicação restrita em habitação e envolve maior consumo de energia.

A estabilização térmica pode ocorrer de modos distintos: por congelamento, a melhoria no comportamento do solo é obtida de forma temporária pela alteração na textura do solo. Este processo tem limitações de aplicação em habitações em países de clima tropical. Outro processo, a termosose consiste na drenagem que promove a difusão de um fluido em meio poroso, pela ação de gradientes de temperatura.

A estabilização por aquecimento envolve rearranjos na rede cristalina dos minerais constituintes do solo. Um processo conhecido e amplamente utilizado na produção de tijolos, telhas e revestimentos, envolvendo aquecimento é a sinterização, que tem como força motriz a redução da área superficial total das partículas. Durante este processo o material apresenta uma contração em volume e uma redução da porosidade devido à coalescência das partículas, ocasionando um aumento de densidade e melhoria de sua integridade mecânica. A sinterização é processada a uma temperatura abaixo da temperatura de fusão do material.

Dentre as técnicas de estabilização granulométrica ou fibrosa, encontra-se o emprego de diversos tipos de fibras ou partículas, naturais ou sintéticas que atuam no material como agente de reforço. No caso de blocos de solo reforçados com fibras ou partículas o material resultante pode ser classificado como um material compósito, onde o solo é a matriz e a fibra ou partícula, a fase dispersa, ou agente de reforço. Os compósitos têm propriedades distintas de seus constituintes separadamente. Têm-se conhecimento deste tipo de estabilização utilizando fibras de coco, sisal, fibras e cinzas de bagaço de cana-de-açúcar, palha, fibras plásticas, polietileno fabril e outros.

A estabilização química refere-se às alterações produzidas na massa de um solo pela implementação de uma quantidade relativamente pequena de um aditivo destinado a conferir ao solo propriedades pré-determinadas.

Existem diversos modos de classificação, quanto ao tipo de estabilizante químico, por exemplo, quanto ao modo de obtenção do material, que de acordo com Brazetti (1996) apud Machado (2005) podem ser naturais ou artificiais. Os aditivos artificiais ou sintéticos são obtidos por tratamentos de resinas naturais ou processos químicos complexos. De maneira diferente, Machado et al. (2005) divide os materiais mais empregados na estabilização de solos, em tradicionais e não-tradicionais, considerando como tradicionais, o cimento, a cal e as misturas betuminosas que apresentam comprovada eficiência para diversos tipos de solo. Os não-tradicionais se dividem entre comerciais, produtos patenteados e já testados, e não-comerciais, que são aditivos de baixo custo obtidos a partir de resíduos sólidos ou líquidos de processos industriais.

Neste estudo, em que foi utilizado o amido de mandioca, faz-se a distinção, apenas, do aspecto tradicional ou não-tradicional, independentemente do aspecto comercial ou não-comercial, considerando relevante apenas a aplicabilidade do material na construção com solo.

De acordo com Mainford (1955) apud Machado et al. (2005), agentes impermeabilizantes utilizados na preparação do adobe, envolve as partículas do solo, tornando-as hidrofóbicas; não afetando significativamente a resistência do solo quando seco, mas, permitindo que seja

conservada em presença de umidade devido à redução de sua absorção de água. Lambe (1962) apud Machado et al. (2005), descreve como mecanismo de impermeabilização das partículas de solo, o fato de uma extremidade da molécula impermeabilizante tornar-se preferencialmente adsorvida à superfície do mineral de argila e a outra extremidade da molécula, sendo hidrofóbica, repelir a água promovendo a impermeabilização do mineral do solo. Os principais tipos de impermeabilizantes são os betumes que conforme Lima & Bueno (1993) apud Machado et al. (2005), em solos granulares provocam a aglutinação entre as partículas, aumentando a parcela de coesão e, em geral uma redução do ângulo de atrito interno; em solos argilosos provoca bloqueio dos vazios, impermeabilizando o solo e mantendo o seu teor de umidade de compactação. Este tipo de material tem maior aplicação em pavimentação de estradas, entre eles os asfaltos e alcatrões.

O agente dispersante aumenta a força de repulsão interpartículas do solo, pelo aumento de sua eletronegatividade ou aumentando a espessura do filme de água que envolve as partículas do solo. De acordo com Ingles (1968), apud Machado (2005), um efeito positivo sobre a compactação é a redução da quantidade de água necessária para a obtenção da massa específica máxima seca na aplicação. A repulsão elétrica entre as partículas finas mais próximas é aumentada, separando-as e desfazendo blocos argilosos que oferecem resistência à compactação. Esta repulsão permite que a densidade do solo seja elevada ao ser compactado, aumentando a resistência e diminuindo a permeabilidade, promovendo, então, maior estabilidade ao solo. Os mais comuns são fosfatos, sulfonatos e versanatos e são melhores descritos como auxiliar na compactação.

Os agentes agregantes, aglutinantes ou aglomerantes promovem a coesão entre as partículas, formando ligações reforçadas entre os agregados de partículas pequenas e promovendo a formação de agregados maiores, modificando sua estrutura e favorecendo assim, ao aumento da resistência. Os estabilizadores de solo mais comuns empregados para construção são: cimento, cal e silicato de sódio.

De acordo com Mehta & Monteiro (1994), o cimento Portland é o aglomerante hidráulico mais usado na estabilização de solos. Os principais constituintes do cimento são os silicatos de cálcio, os aluminatos de cálcio e a gipsita adicionada para inibir a pega instantânea ocasionada pela grande reatividade dos silicatos. Esta alta reatividade se deve à presença de vazios na estrutura cristalina do cimento. As reações ocorrem no contato com a água, sendo a hidratação dos aluminatos responsáveis pelo enrijecimento e a evolução da resistência (endurecimento), devido a hidratação dos silicatos, que ocorrem algumas horas após a hidratação do cimento.

A estabilização com cal é freqüentemente aplicada para solos de predominância argilosa. Os resultados de estabilização dependem da natureza dos argilominerais e são melhores sob alta concentração de silicatos de alumínio, sílica e hidróxido de ferro (Ngowi, 1997 apud Ferreira et al., 2005).

Segundo Guimarães (1992) apud Ferreira et al (2005) o cálcio, principal componente da cal, ataca quimicamente parte das argilas e até mesmo, o próprio quartzo, resultando na formação de silicatos e aluminatos hidratados de cálcio com notável capacidade cimentante pozolânica.

De acordo com Freire (1976) apud Dallacort et al (2002), o tratamento do solo com álcalis fortes favorece as reações do quartzo com estabilizadores alcalinos, como cal e cimento, podendo aumentar a resistência inicial entre 15 e 400% com finalidade de estabilização de solos. Como descrito por Ren e Kagi (1995) apud Ferreira et al. (2005), o silicato de sódio é utilizado na estabilização de solos porque reage com sais solúveis de cálcio em soluções aquosas, formando silicatos de cálcio gelatinosos insolúveis. Os silicatos de cálcio hidratados são agentes cimentantes que melhoram a estabilidade do solo, preenchendo seus espaços vazios e expulsando a água do solo. Como exemplos de aplicação de estabilizantes tradicionais têm-se os tijolos de solo-cimento, solo-cal e solo-cal-silicato de sódio. Como exemplo de estabilizantes não tradicionais tem-se blocos de resíduo cerâmico

moído, blocos de cama sobreposta de suínos, blocos de solo-vinhaça concentrada, solo-melaço de cana-de-açúcar, solo-lignina e o uso do amido na produção de briquetes de carvão e de finos de minérios. A maioria das aplicações industriais do amido segundo Cereda (2002) é atribuída à propriedade de gelatinização, na qual ocorre a dissolução dos grânulos e abertura da rede formada pelas moléculas de amilose e amilopectina.

A estabilização biológica ocorre em solos com presença de matéria orgânica causada pela ação de microrganismos. A mucilagem excretada pelos microrganismos do solo atua como agente cimentante das partículas do solo, formando agregados estáveis, favorecendo com isto, uma melhor circulação de água e ar, reduzindo também, a susceptibilidade à erosão (Ferreira & Monteiro, 1987 apud Rolim, 1996). Este efeito é mais notável em solos que contêm pequenas quantidades de argila. Concluiu-se ainda que, os polissacarídeos e compostos similares estão sujeitos a uma lenta transformação biológica, diminuindo a taxa de decomposição da matéria orgânica e aumentando o efeito do tempo na estabilidade dos agregados.

Neste trabalho, o amido de mandioca foi utilizado para estabilizar adobes obtidos de acordo com o conhecimento da comunidade em São Sebastião das Águas Claras, distrito de Nova Lima na região metropolitana de Belo Horizonte - MG.

3. METODOLOGIA

Tijolos adobe compostos de solo puro (testemunhas) e tijolos adobe com diferentes composições com amido, foram produzidos a partir de fôrmas com dois tamanhos distintos, com o objetivo de realizar a caracterização química e ensaios mecânicos para verificação dos efeitos da implementação de amido nativo de mandioca no solo. Foi verificada a resistência à compressão simples dos adobes e também o efeito da dimensão das formas sobre a resistência investigada.

Todo o procedimento de produção dos adobes foi realizado nas dependências do Instituto Kairós, em São Sebastião das Águas Claras – MG.

Foi estabelecido um local adequado à abertura da “panela” e preparada uma cobertura para abrigar os tijolos moldados para fim de secagem. Prepararam-se duas fôrmas K e R de dimensões 26 cm x 13 cm x 8 cm e 24 cm x 12 cm x 6 cm respectivamente e uma lata graduada para medição.

Para selecionar o solo, foram consideradas como propriedades mais importantes a composição química, granulometria, a plasticidade e a contração ou retração. A composição química, em laboratório foi determinada por microanálise em uma microsonda JEOL 840 com espectrômetro de dispersão de energia (EDS). Difração de Raios-X (Rigaku, modelo Geigeflex-3034) foi utilizada para determinação das fases. A composição granulométrica determinada em laboratório foi realizada por dois ensaios: para partículas maiores, como grânulo e areia, o ensaio de peneiramento determina a quantidade percentual das partículas que passam ou são retidas em peneiras de aberturas normatizadas. Para partículas menores, como silte e argila, no ensaio de sedimentação mede-se a velocidade de decantação das partículas dispersas em água em função da densidade da solução, calculando-se suas proporções na amostra. A plasticidade dos solos varia, nitidamente, de acordo com a quantidade de água contida e pode ter caráter líquido, plástico ou sólido, sendo necessário medir o teor de umidade para diversas consistências. Para realizar a caracterização dos solos em relação aos teores de umidade presentes deve-se determinar o limite de liquidez-LL e o limite de plasticidade-LP de acordo com as normas brasileiras. O limite de liquidez e o limite de plasticidade dependem da quantidade e do tipo de argila presente no solo. A diferença entre estes, determina o índice de plasticidade-IP.

Em campo, a composição granulométrica, foi determinada por testes visuais e tácteis, nos quais, a caracterização do tamanho das partículas pode ser feita visualmente. As partículas visíveis se enquadram em grânulos e areias e o material fino corresponde a siltes e argilas. Ao se esfregar o solo seco entre os dedos, pela sensação ao tato podem-se identificar os

tipos de partículas presentes. A areia arranha, o silte cobre os dedos e apresenta sensação aveludada. Para verificação da presença de argila foi observada a facilidade de se moldar uma esfera com solo umedecido. Considerou-se, assim que o solo escolhido era predominantemente argiloso.

Para a determinação em campo, da plasticidade, umidade e retração foram realizados os chamados testes expeditos relatados pelo CEPED (1984) apud Neves (2005), sendo estes: teste do cordão, que avalia a resistência apresentada pelo solo com um determinado estado de umidade. O teste da fita relaciona a plasticidade ao tipo de solo. O teste da exsudação avalia a plasticidade pela capacidade de retenção de água. O teste da resistência seca identifica o tipo de solo em função da resistência ao esmagamento de pastilhas moldadas com solo bem úmido e secas ao sol. A realização destes testes permite relacionar os comportamentos apresentados aos tipos de solos e às técnicas construtivas mais apropriadas a serem executadas com este solo. Após estes testes o solo foi considerado adequado à produção de adobe.

Para a verificação da retração linear sofrida por determinado solo, foi utilizado o teste da caixa. Este teste indica seu comportamento quanto à retração volumétrica e quanto à formação de fendas.

Foi realizada também a caracterização da contração do solo através de ensaios em laboratório que é determinada pelo limite de contração-LC e pelo grau de contração-C. Entretanto, considera-se que o conhecimento popular pode proporcionar decisões empíricas, de caráter qualitativo, bastante eficiente, que atestam o reconhecimento e a valorização da combinação dos saberes populares com os conhecimentos técnicos, aplicados, neste caso, a um objetivo comum: a seleção de solos para a produção de adobes.

Depois de selecionado, o solo foi secado ao ar e corrigido com areia segundo proporção descrita por um integrante da comunidade e depositado na “panela”. Em seguida foi vertida a água sobre o material, deixado em repouso para posteriormente ser homogeneizado com os pés, lançado nas fôrmas, desenhado e posto a secar em galpão coberto. Para a primeira série T (Testemunha) foi produzido um lote de vinte adobes K e um lote de vinte adobes R.

As amostras do material foram retiradas da panela para se fazer medições de umidade e consistência em laboratório. Para a confecção dos adobes com amido de mandioca¹ das séries A e B, considerando que a densidade aparente do solo seco foi determinada em 1,01g/cm³, utilizou-se a umidade medida (29,1%) para a série T e a seguinte equação para as composições de material:

$$\begin{array}{c} \text{PASTA} \\ \text{---10%---} \\ (\text{SOLO SECO PREPARADO}) + (\text{AMIDO} + \text{ÁGUA}) + \text{ÁGUA DE AMASSAMENTO} = \text{TOTAL DE MATERIAL} \\ \text{---29,1%---} \\ \text{ÁGUA TOTAL} \end{array}$$

Foram produzidas posteriormente, duas séries de quarenta adobes contendo 10% de pasta de amido. A série A foi produzida com 8% de amido na pasta e a série B com 4%. Cada série foi formada com vinte adobes K e vinte R.

Para a preparação dos corpos-de-prova e determinação da resistência à compressão tomou-se como referência a norma NBR-8492-ABNT/1984, que prescreve o método para determinação da resistência à compressão e da absorção de água de tijolos maciços de solo-cimento para alvenaria. Porém, algumas alterações se julgaram necessárias por se tratar de tijolos adobe e não existir norma específica para sua produção e para determinação de sua resistência à compressão. Como uma destas adaptações, não se submeteu os tijolos adobe a ensaio de determinação de absorção de água, pois, como referido em Lavinski et al. (1991) apud Mesa Valenciano (1999), adobes se desintegram completamente após poucas horas de imersão.

Os ensaios para determinação da resistência à compressão foram realizados no Setor de Testes Físicos do CETEC - Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise granulométrica do solo preparado mostrou que a composição do solo tem predominância de partículas argilosas, ou seja, 48,0%. A fração de silte foi medida em 22,0%, a porcentagem de areia em 28,0% e uma pequena fração de pedregulhos em 3,0%. Observa-se que esta composição granulométrica difere amplamente dos valores encontrados na literatura e considerados adequados para a confecção de adobes. Mesmo este solo tendo sido corrigido com areia, a correção não proporcionou ao solo a granulometria com predominância de partículas grossas descritas por Corrêa et al. (2005) e considerada adequada, como mostrada na figura 1:

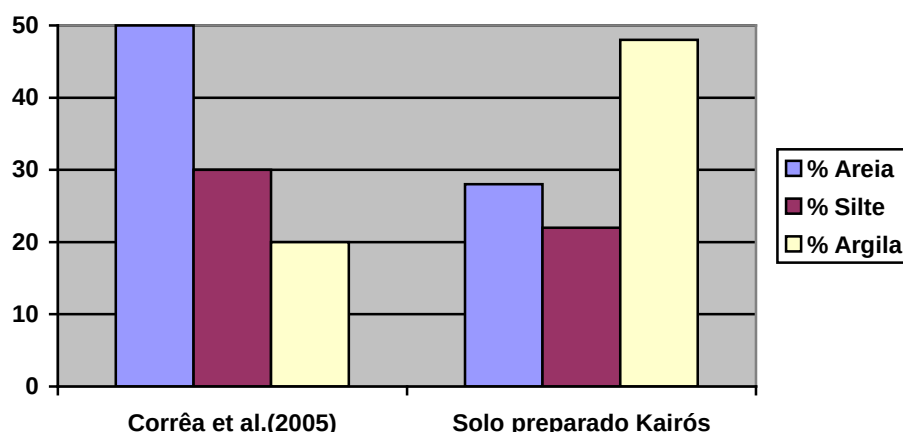


Figura 1 – Composição granulométrica de Corrêa et al. (2005) e composição granulométrica do solo preparado no Instituto Kairós

Foram determinados os seguintes limites de consistência para o solo estudado (tabela 1):

Tabela 1 – Limites de consistência e índices físicos

Limites de consistência e índices físicos (%)				
LC	LP	LL	IP	C
28	31	50	19	17

Através destes indicadores pôde-se determinar que o solo estudado é caulinitico pois, os índices para este argilo-mineral segundo Mitchell (1976) apud CT-UFSM (2002) são: LC entre 25 e 29%, LP entre 25 e 40% e LL entre 30 e 110%. Observa-se ainda, com a análise dos indicadores, que a quantidade de água igual a 29,1% utilizada no processo de preparação do solo para confecção dos adobes, se aproxima muito do limite de contração (28%) deste solo, o que implicou em elevada perda de amostras por presença de fissura. Esta perda foi maior nos adobes de maior dimensão (fôrma K) para todas as composições T, A e B. Observa-se também que nos adobes em que se adicionou amido a perda por fissura foi menor, 20% para série A e 12,5% para série B. A água retida pelo amido proporcionou diminuição da taxa de difusão de água para a superfície ocasionando maior taxa de evaporação na superfície.

Quanto à retração volumétrica, foi observado que os adobes com amido apresentaram retrações elevadas, em média 26,3% para composição A e 19,7% para composição B. Isto nos leva a crer que este efeito tenha relação com processo de gelatinização do amido, no qual ocorre a dissolução dos grânulos com a abertura das redes formadas pelas cadeias de amilose e amilopectina. Neste processo as redes abertas poderão estabelecer maiores interações com partículas de solo. Além disso, durante o processo de secagem as partículas

do solo, assim como as cadeias do amido, perdem a água superficial que os envolvem, podendo estabelecer maior contato entre elas e consequentemente contrair como um todo, de modo mais uniforme.

4.1 Caracterização química do solo utilizado

As composições dos solos utilizados nas amostras A e B medidos através de microsonda EDS são mostradas na tabela 2.

Tabela 2 – Composição química do solo A e B

	Elemento	C	O	Al	Si	K	Ti	Fe
Solo A	Fração (%)	1,13	20,19	34,59	28,49	3,11	2,44	10,05
Solo B	Fração (%)	5,09	19,58	32,57	29,52	2,89	2,17	8,18

Os resultados obtidos por EDS mostram que os elementos predominantes nas amostras são alumínio e silício, os quais são os principais componentes das argilas. A presença de ferro e titânio possivelmente combinados com oxigênio formando óxidos, são elementos que conferem aos solos estudados a coloração vermelho-alaranjada. A presença de carbono pode indicar a presença de matéria orgânica já que os solos estudados foram utilizados em estado natural e ainda, foram adicionadas a eles pequenas quantidades de amido.

Os difratogramas das amostras A e B são mostradas na figura 2. É possível observar a predominância de constituintes dos argilominerais como quartzo SiO_2 , gibsit $\text{Al}(\text{OH})_3$ e destes sob o arranjo estrutural da caulinita.

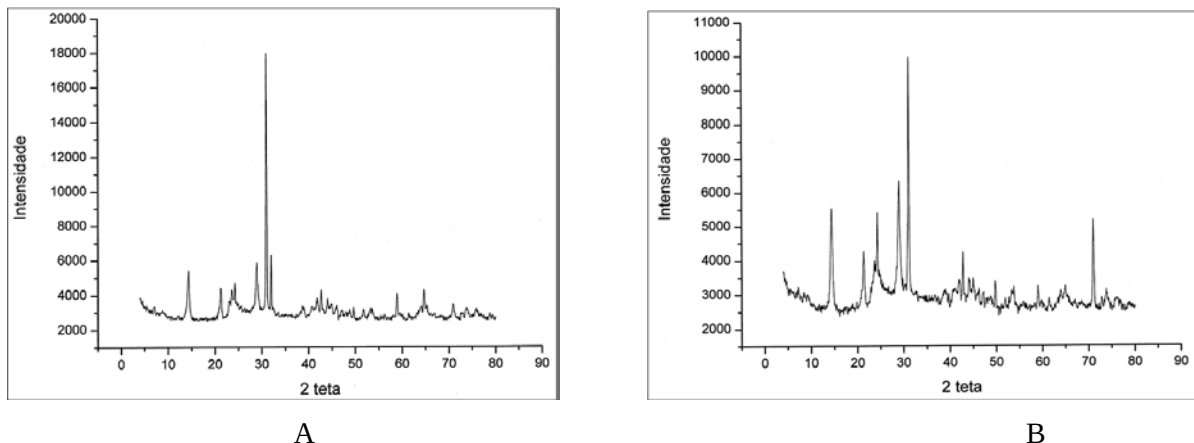


Figura 2 – Difratogramas de Raios-X. (A) Solo A; (B) Solo B

Associada à presença de óxido de ferro, o elevado teor de caulinita atesta a elevada retração sofrida pelos adobes, já que segundo Corrêa et al. (2005), materiais com alto teor de óxido de ferro e baixo caulínico, tendem a ser pouco expansivos, e que sua presença no solo pode evitar a retração e o aparecimento de trincas e fissuras no processo de secagem.

4. DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DOS ADOBES

Para a análise dos resultados do ensaio de resistência à compressão dos corpos-de-prova de adobes, foi utilizado o valor referência de 2,0 MPa, valor estabelecido pela norma da ABNT para a média da resistência de cada lote. Nenhum resultado individual deve estar abaixo de 1,7 MPa.

Tabela 3 – Resistência à compressão dos adobes

Lote	KT	KA	KB	RT	RA	RB
Média (MPa)	1,63	2,13	1,54	1,86	2,54	1,54

Na tabela 3 foi verificado que a composição determinada para os adobes testemunha, de ambas as dimensões K (26 x 13 x 8) cm e R (24 x 12 x 6) cm. Foi observado que, dentre as amostras KT apenas um único resultado individual atingiu valor superior a 1,7 MPa. Todos os resultados individuais se apresentaram acima do mínimo nas amostras RT

A série A, com adição de 10% de pasta com 0,8% de amido, para ambas as dimensões K e R, apresentou um ganho expressivo na resistência à compressão, estando a média dos valores acima do especificado pela norma (2,13 MPa para lote KA e 2,53 MPa para lote RA). Foi verificado que no lote KA duas amostras tiveram resistência abaixo de 1,7 MPa, enquanto no lote RA todas as amostras tiveram resistência acima de 2,0 MPa.

As médias de resistência à compressão para os lotes de menor dimensão (R), para todas as composições T, A e B foram superiores às médias das resistências dos lotes de maior dimensão (K), o que atesta os resultados de Corrêa et al. (2005) nos quais foi verificado que adobes mais robustos não apresentam maior resistência à compressão.

A série B contendo, 10% de pasta com 0,4% de amido, apresentou em ambas as dimensões valores médios de resistência abaixo do valor tomado como referência, notando que no lote KB todos os resultados individuais se apresentaram abaixo do mínimo e no lote RB apenas duas amostras não atingiram 1,70 MPa.

A baixa resistência apresentada pelos lotes de composição B pode ser consequência do maior teor de água na pasta, a qual não pôde ser absorvida no processo de gelatinização do amido, promovendo, portanto, menor viscosidade do material e maior formação de poros durante a secagem.

Considerando que a porosidade seja o fator de maior relevância na avaliação da resistência à compressão dos adobes, este efeito pode ser verificado segundo os resultados do ensaio de adsorção de nitrogênio. Em análise das isotermas dos solos de composição A e B, verifica-se que ambas se aproximam da Isoterma característica de materiais macroporosos, nas quais se verifica histerese pouco significativa, resultante da saída dos gases dos poros na dessorção. Portanto, do mesmo modo, o ar contido nos poros pode ser expelido durante a aplicação do esforço de compressão, já que a porosidade nestes materiais é constituída principalmente de poros abertos, pois os adobes não são submetidos a processos de sinterização.

As baixas resistências apresentadas pelos adobes podem ser justificadas por suas elevadas porosidades. Porém, pôde ser identificado que determinada composição com amido proporcionou resistência adequada ao adobe, atendendo às exigências, quanto à resistência à compressão, necessárias para sua utilização.

5. CONCLUSÕES

Através do trabalho realizado pode-se concluir que houve convergências entre os modos de identificação de características quanto à composição granulométrica e propriedades de plasticidade dos materiais de solo selecionados para confecção de adobes realizados por testes expeditos e por análises procedidas em laboratório.

Verificou-se que as dosagens dos materiais selecionados se distanciaram dos valores encontrados na literatura considerados como apropriados para confecção de adobes. Pode-se justificar esse distanciamento pela perda dos conhecimentos populares, possivelmente, ocasionados pela influencia de crescentes processos industriais. Particularmente para esta localidade agravada pela grande proximidade de um centro urbano de grande proporção como a capital Belo Horizonte.

Quanto a resistência à compressão dos adobes, observou-se que a composição de solo contendo 10% de pasta de amido com 8% de amido na pasta proporcionou aumento significativo da média de resistência à compressão dos adobes de maior e menor dimensão em relação à média de resistência à compressão dos adobes testemunha.

O mesmo não ocorreu com resistência à compressão dos adobes com composição de solo contendo 10% de pasta de amido com 4% de amido na pasta, considerando que este efeito foi devido ao maior teor de água na pasta, a qual não pôde ser absorvida no processo de gelatinização do amido, promovendo, portanto, menor viscosidade do material e maior formação de poros durante a secagem.

Pelos resultados da determinação da resistência à compressão dos corpos-de-prova confirmou-se que adobes de maior dimensão não apresentam maior resistência a este esforço.

Pode-se concluir que devido ao significativo aumento da resistência à compressão dos adobes contendo 8% de amido na pasta, justifica-se proceder a novos ensaios com a mesma proporção de amido, porém utilizando-se uma correção granulométrica apropriada.

Considerando que determinada composição de adobe estudada atendeu às determinações sistematizadas para a resistência à compressão, conclui-se que, somadas as outras vantagens conhecidas como atendimento aos princípios do ecodesenvolvimento, viabiliza-se sua utilização na construção de moradias.

Devido à convergência dos testes expeditos realizados e análises de laboratório observa-se que parte de conhecimentos tradicionais ainda se conservam e que se justifica promover pesquisas na busca daqueles saberes para que possam ser preservados.

BIBLIOGRAFIA

ABNT NBR 8492 (1982). Tijolo maciço de solo-cimento. Determinação da resistência à compressão e da absorção de água de tijolos maciços de solo-cimento para alvenaria.

BINICI, H.; AKSOGAN, O.; SHAH, T. (2005). Investigation of fibre reinforced mud as a building material. *Construction and Buildings Materials* 19, 313-318.

CEREDA, M. P. (Org.) (2002) Culturas de Tuberosas amiláceas Latino-americanas- Volume 1- Propriedades gerais do amido- Fundação CARGILL.

CORRÊA A. A. R.; TEIXEIRA, V. H.; LOPES, S. P.; OLIVEIRA, M. S. (2006). Avaliação das propriedades físicas e mecânicas do adobe (tijolo de terra crua). *Ciências Agrotécnicas*, Lavras, v.30, n.3, p.503-515, mai/jun.

CT – UFSM (2000). Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria: Notas de aula – mecânica dos solos. Unidade 4 – p.38-56.

DALLACORT, R.; LIMA JÚNIOR, H. C.; WILLRICH, F. L.; BARBOSA, N. P. (2002). Resistência à compressão do solo-cimento com substituição parcial do cimento Portland por resíduo cerâmico moído. *SciELO Brazil. Revista brasileira de Engenharia Ambiental*, vol.6 n.3 Campina Grande.

FERREIRA, R. C.; FALEIRO, H. T.; FREIRE, W. J. (2005). Desempenho físico-mecânico de solo argiloso estabilizado com cal e silicato de sódio visando aplicação em construções rurais. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 35 (3):191-198.

MACHADO, C. C.; PIRES, J. M. M.; PORTUGAL, C. R. M. (2005). Reações químicas entre solos e estabilizantes em estradas. 7º Simpósio Brasileiro sobre Colheita e Transporte Florestal-SIF. Viçosa,

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P.J.M. (1994). Concreto: estrutura, propriedades e materiais. São Paulo: PINI.

MESA VALENCIANO, Martha del Carmen. (1999). Incorporação de resíduos agroindustriais e seus efeitos sobre as características físico-mecânicas de tijolos de solo melhorados com cimento. (dissertação) UNICAMP São Paulo.

MINKE, Gernot. (2001). Manual de construcción en tierra: la tierra como material de construcción y sus aplicaciones em la arquitectura actual. Uruguay: Nordan-Comunidad.

NEVES, Célia M. M.; FARIA, Obede Borges; ROTONDARO, Rodolfo; CEVALLOS, Patricio S.; HOFFMANN, Márcio. (2005). Seleção de solos e métodos de controle em construção com terra – práticas de campo. Selección de suelos y métodos de control en la construcción con tierra – prácticas de campo. In: IV SEMINÁRIO IBERO-AMERICANO DE CONSTRUÇÃO COM TERRA, 4. e

SEMINÁRIO ARQUITECTURA DE TERRA EM PORTUGAL, 3., 2005, Monsaraz (Portugal). Actas... Vila Nova de Cerveira (Portugal): Escola Superior Gallaecia/PROTERRA-CYTED.

ROLIM, Mário Monteiro. (1996). Avaliação físico-mecânica do material solo-vinhaça concentrada e sua utilização para fins de fabricação de tijolos. (dissertação) Universidade Estadual de Campinas.

SACHS, Ignacy. (1986). Ecodesenvolvimento: Crescer sem destruir. São Paulo: Vértice.

SANTOS, M. D. (2002). Construção com Terra Crua: Viabilidade Tecnológica e Energética em Habitações Sociais. Curitiba, Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná. Dissertation (Mestrado em Programa de Pós Graduação em Tecnologia).

NOTAS

1- O amido de mandioca pode ser obtido como subproduto do processamento da mandioca, comum em todo o país, porém neste trabalho optou-se por amido nativo de farinha por conter, segundo Cereda (2000), até 88% de amido na matéria seca. O teor elevado favorece a verificação dos efeitos específicos do uso amido, enquanto que, com a utilização de subprodutos, os resultados podem ser influenciados pela estabilização promovida pela inclusão de inertes.

AUTORES

Luís Felipe de M. Veiga, mestrando em Engenharia de Materiais – REDEMAT, Ouro Preto – MG, e Professor da UEMG, Belo Horizonte – MG.

Sebastiana L. B. Lana, doutora em Química de Materiais, professora da UEMG, Belo Horizonte – MG e professora da REDEMAT, Ouro Preto – MG.

Nelcy D. S. Mohallem, doutora em Física Aplicada – Grupo de Materiais Nanoestruturados e professora do Departamento de Química da UFMG, Belo Horizonte – MG.



BÓVEDAS DE ADOBE ESTABILIZADAS CON CAL

Ramón Aguirre Morales

Triangulo Diseño y Construcción.
Jalapa no 68 progreso tizapan México D.F.
Tel: (155) 5849 6834 aguirre30@msn.com

Palabras clave: bóveda, adobe, cal

RESUMEN

A lo largo de este trabajo se explicaran las características y ventajas de uso de las “Bóvedas Mexicanas de Adobe”, como parte de una tradición mexicana que busca arraigarse dentro de las necesidades de vivienda en Latinoamérica y que es capaz de adaptarse a los diferentes periodos históricos en sociedades particulares, sin olvidar al hogar dentro de un espacio en construcción fundamental como parte de los derechos del hombre.

Lo que pretendo con este trabajo es el compartir el conocimiento sobre el uso de las bóvedas mexicanas de adobe como una respuesta a las necesidades actuales sobre la construcción y/o mejoramiento de la vivienda, basado en un conocimiento adquirido durante los últimos 17 años, comprobando las ventajas para sus ocupantes en cuanto a costos de obra, confort y sobre todo el mínimo consumo de energía, por lo tanto menos contaminación. Bajo estas circunstancias se obtendrán otros beneficios tales como: intercambiar propuestas alternativas entre instituciones, cooperación e intercambio de ideas entre constructores y autoconstructores, difundir la riqueza histórica y cultural de las bóvedas como un elemento adaptable a las necesidades y posibilidades de Latinoamérica con características similares a las de nuestras comunidades (Aguirre Morales, 2007). La tendencia mundial de nuestros tiempos se caracteriza por la fuerte competencia existente entre todos los países por colocar sus ideas y productos ante los ojos del mejor postor, sin importar la utilización de artimañas que perjudiquen al competidor, la carencia de escrúpulos por ser más que él otro o por ganar más dinero es una constante que trata de mantenerse en silencio, aunque sea un secreto a voces, por otra parte, la opción de compartir y no competir para ganar a costa de lo que sea y quien sea, podría ser una solución para resolver muchos de los problemas que agobian a este planeta, uno de ellos sería el de la vivienda, basada en una arquitectura tradicional propia heredada y probada.

De tal manera el punto principal del presente artículo será señalar las ventajas del uso particular de una arquitectura con características acordes al contexto social e histórico de México y América Latina, así como una aportación propia de nuestra cultura a un universo que se ha enriquecido con nuestras tradiciones durante siglos.

1 – INTRODUCCIÓN

En estos tiempos cuando la mayor parte de la población tiene carencias de toda índole, originadas por una globalización que día a día excluye a más gente de educación, salud, empleo, transporte y vivienda, pretendemos hacer la difusión de un sistema constructivo que representa una alternativa viable, económica y adaptable a las necesidades y posibilidades de pueblos de Latinoamérica (Aguirre Morales, 2004).

Se trata de transmitir la experiencia de 17 años construyendo cubiertas de bajo costo, éste es un sistema rico en posibilidades, es una técnica constructiva utilizada tradicionalmente en el centro de la república mexicana y constituye en la actualidad una alternativa para construir cubiertas para viviendas y espacios en lugares rurales o urbanos con el mínimo consumo de energía y utilizando los materiales locales.

Vivimos una era en la que la colaboración creativa entre el hombre y su entorno casi se ha extinguido. En la transición al perfeccionamiento y especialización del trabajo se ha roto el importante vínculo existente entre los que crean los edificios y sus usuarios (figura 1).

No podemos despreciar los logros tecnológicos de hoy que son innegables, sin embargo, aunque aparentemente las técnicas modernas nos dan la posibilidad de hacer cualquier tipo de construcción, es muy alto el riesgo de producir arquitecturas escenográficas cuyo contenido emocional e intelectual se basa, con demasiada frecuencia, en teorías artificiales que guardan escasa relación con las necesidades reales de nuestro país.



Figura 1 – Resistencia de Bóveda de adobe

La tradición sintetiza las conclusiones de los experimentos prácticos de muchas generaciones frente a un mismo problema aportando a las nuevas generaciones el conocimiento empírico. Nos preocupa la falsa arquitectura que se viene adoptando en las comunidades ya que se trata de un modelo cuyas técnicas no son dominadas en absoluto por los constructores que las ponen en práctica, quienes las copian de segunda y hasta tercera mano teniendo que pagar una patente; construyendo con materiales que no son dóciles al manejo y comprensión empírica y que no resultan apropiados para todos los climas. Esta avalancha de arquitectura sin sentido puede y debe ser detenida devolviendo a los pueblos la herencia renovada de una vigorosa tradición de construcción, inspirada en el territorio, en el conocimiento profundo del sitio y de su realidad.

El copiar las técnicas y la producción arquitectónica de las culturas hegemónicas, en que los ritmos y los costos de construcción son congruentes con el sistema bajo el cual funcionan, puede resultar positivo para el contexto original (Moya Blanco, 2000) para el que fueron creadas dichas técnicas, pero no para el nuestro. El copiar a destiempo nos va llevando como un espejismo a una crisis y pérdida de identidad fundamental; con ello se lastima a los pueblos con menores recursos económicos cuya gran riqueza cultural se ve igualmente empobrecida. Pretendemos proyectar una arquitectura hacia el futuro, desde nuestra propia realidad, con un objetivo claro buscando enlaces con nuestra tradición y concibiéndola como algo generoso para el mundo (figura 2).



Figura 2 – Proceso constructivo. Foto: Elian Hirsch

Creemos en utilizar una alternativa que permita usar todos los elementos de la técnica actual que estén al alcance, sin inclinación folklórica y tradicionalista, pero recreando las técnicas, sin copiarlas, sino más bien apropiándolas.

2. LA SUSTENTABILIDAD DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO

Cubrir espacios y salvar claros ha sido un ejercicio que implica una lucha del peso contra la gravedad, sin embargo es el peso mismo, y su disposición adecuada en el espacio, lo que vuelve a las bóvedas de adobe aptas para resistir las compresiones.

En la historia de la construcción se ha trabajado en la búsqueda de estructuras cuya estabilidad y resistencia dependen de la forma, trabajando en conjunción con las cualidades del material de que están hechas, generando soluciones muy diversas, aunque técnicas muy semejantes.

Desde hace más de doscientos años, en el centro de la República Mexicana, se ha construido con una técnica muy semejante a la que fue desarrollada en Egipto con las llamadas *bóvedas nubicas*. La diferencia es que estas bóvedas se realizan con ladrillo cocido (con medidas de 5 cm x 10 cm x 20 cm), pero el principio es el mismo y consiste en colocar una hilada encima con una pequeña inclinación de otra hilada y formando arcos, de tal manera que estas se soporten sucesivamente (Ramírez Ponce, 2001).

Esta forma de construir apareció en México, aproximadamente hace doscientos años, sistema asimilado de generación en generación; su empleo se concentra en las poblaciones de San Juan del Río, Querétaro y Lagos de Moreno, Jalisco, México y en sus alrededores. Esta técnica es el resultado de esa búsqueda de formas que adecuan lo que se construye a las leyes que rigen la materia en equilibrio, y se ha concebido en nuestro país con una comprensión intuitiva extraordinaria.

Las bóvedas mexicanas son uno de los sistemas constructivos que con el paso del tiempo, se ha consolidado como una alternativa de una sociedad no industrializada para hacer frente a la problemática económica y a los complicados y costosos sistemas constructivos que, importados sin adaptarse a las circunstancias particulares, han venido empobreciendo la producción arquitectónica y la calidad de vida de nuestra sociedad.

Los constructores han consolidado, con escasos medios, un sistema estructural tan racional y adaptado a las propiedades del material y a las exigencias económicas de sencillez constructiva, que es posible que se adapte a muy diversas necesidades y programas. Una técnica ancestral y vigente que hace surgir en nosotros la necesidad y el deseo de difundir sus características, sus ventajas sobre otras y el sencillo método de su ejecución: consiste en superficies abovedadas, ligeras y flexibles a las compresiones y que por lo tanto son aptas para construcciones en zonas sísmicas (Ramírez Ponce, 2002). Esta técnica permite importantes ahorros en tiempos de ejecución y en costos de producción.

Actualmente hemos aplicado este sistema constructivo en la Universidad de Santa Fe en Argentina con el apoyo del arquitecto Jerónimo Silva y el ingeniero Ariel González y en la ciudad de México con la colaboración del ingeniero Salvador Lee Godínez de ANFACAL, utilizando adobe estabilizado con cal, obteniendo buenos resultados y reduciendo aun más el costo final (figura 3).

La sustentabilidad de este sistema constructivo radica en:

- ✓ Construcción con adobe mejorado con cal, medidas 5x10 x20 cm.
- ✓ Bajo consumo de energía, ya que el adobe se cuece con el sol
- ✓ Es muy rápida de construir.
- ✓ Se pega con tierra y cal.
- ✓ No requiere cimbra.

- ✓ No necesita mano de obra especializada.
- ✓ El acabado se realiza durante el proceso que llamamos construir terminado.



Figura 3 – Taller de construcción de bóveda de BTC y ladrillo, en Santa Fe, Argentina

El aprendizaje de la técnica y la capacitación de los futuros constructores resulta sencillo, tanto para los profesionales en la materia, para los auto-constructores, así como para aquellos que tengan la voluntad de hacerlo ya que el sistema constructivo es simple y repetitivo.

Para la realización de bóvedas estabilizadas con cal se utiliza adobe de 5 cm x10 cm x20 cm con 9% al 12 % de cal, un material de ilimitadas posibilidades. Dichas bóvedas se caracterizan por su ligereza y la no utilización de cimbra a diferencia de otros materiales como el concreto armado. Que en cubiertas se tiene construir con cimbra. Se pueden utilizar como sistemas de entepiso o de azotea. Hemos construido claros hasta 6m. En su lado corto. Este sistema abre la posibilidad de dimensionar una estructura con seguridad y economía con base en métodos (Heino, 2002) no rigurosamente matemáticos. Sus posibilidades formales y geométricas son ilimitadas. (figura 4)



Figura 4 – Bóveda de ladrillo Ciudad de México generatriz y directriz ondulada

¿Qué importancia tiene el conservar una tradición? Primero que nada nos hace ser únicos, orgullosamente diferentes a los demás sin sentirnos superiores a nadie, con capacidad de compartir nuestros conocimientos y forma de ser. En México nuestra cultura ha actuado al contrario, aquí se nos ha enseñado a despreciar lo tradicional, no solo mediante el bombardeo de publicidad, lo que es peor nos han envenenado el corazón a lo largo de la historia, se asumió la imagen de un conquistador implacable con sentimientos opuestos a los de nuestros abuelos, ese fue para muchos el hombre ideal a seguir, nos hicieron olvidar valores (ingenio, belleza interior, sencillez) que eran parte del diario vivir de nuestra gente pero ¿que hay de adecuar un sistema constructivo antiguo a la modernización, sin que sea

una imposición de un país supuestamente desarrollado?, ¿se puede?, y que además no ignore, niegue, ni excluya a los demás. En el ramo de la construcción esto es posible si el conocimiento se difunde (Tonda, 2000) sin un afán egoísta de anteceder el yo antes que “el compartir”, en otras palabras es enseñar a otros la solución de sus problemas. Esto es posible si se empieza a conocer el uso de las bóvedas mexicanas estabilizadas con cal como una alternativa de construcción que aminore el problema de la vivienda que día a día se agudiza más por el incremento de la población y por la necesidad de buscar un espacio que paulatinamente se reduce, viéndolo desde este punto de vista, se puede dar un fenómeno de convergencia, en una época en que la globalización actúa como un proceso de imposición

3. PROCESO CONSTRUCTIVO DE CUBIERTAS RECTANGULARES EN LA CIUDAD DE MÉXICO

Como síntesis, este sistema de construcción tradicional en México es utilizado con mucha frecuencia en el centro de la república mexicana, lugar de excelentes ladrilleros, lo que ha permitido su trascendencia. Los albañiles han tenido la habilidad y la sensibilidad para desarrollar distintos diseños a través del ladrillo 5 cm x 10 cm x 20 cm (cuña) como único material. Por tal razón decidimos construimos las bóvedas con este sistema constructivo, con la diferencia que lo estabilizamos con cal.

Proceso del ejercicio:

- 1.- Selección del material
- 2.- Estabilización con cal
- 3.- Pruebas de adherencia
- 4.- Muestras de bóvedas para laboratorio
- 5.- Proceso constructivo.

Condiciones óptimas para construir bóvedas de adobe:

- Utilizar adobes ligero 5 cm x10 cm x20 cm.
- Apoyar las hiladas de adobes en las hiladas anteriores.
- Siempre se forman arcos.
- El adobe se pega en seco.

Materiales:

El adobe: material de adobe con 10% de cal con medidas de 5 cm x 10 cm x 20 cm, con un volumen 1000 cm^3 , un peso de 1,5 kg a 1,6 kg, una resistencia de 41 kgf/cm^2 y al cortante 2 kg, esta baja resistencia permite que pueda ser cortada manualmente por el albañil, por esta razón el adobe es el material óptimo para trabajar en la elaboración de bóvedas mexicanas.

Para cuantificar el adobe por m^2 se mide de forma cóncava aumentando el 20% al área a cubrir, por ejemplo en una superficie de $4 \text{ m} \times 4 \text{ m} = 16 \text{ m}^2$ por el 30% de flecha será de 20.80 m^2 .

El rendimiento es de 90 piezas por m^2 y un desperdicio del 2,5% lo que tomaremos como base de 90 piezas por m^2 .

La mezcla: debe tener una consistencia viscosa y aguada, similar a la que se usa para pegar muros de adobe, para lograr una mejor adherencia con el adobe que se pega en seco. Se prepara en proporciones de 1/2 bulto de bultos de cal (de 25 kg) más siete botes de tierra cernida (cubetas de 20 litros) del mismo material con las que se hicieron los adobes con un rendimiento de 4 m^2 (figura 5).



Figura 5 – Mezcla para pegar adobes

El andamio: es la estructura de madera que se coloca dentro del área a cubrir y sobre la que trabajará el albañil. La altura de este andamio le permitirá moverse libremente por lo que el albañil tendrá que alcanzar la trabe de borde (inicio de bóveda) y la altura máxima de la bóveda al mismo tiempo.

La trabes: es el elemento donde se apoyara la bóveda. El cálculo de la trabe de borde depende del tamaño de la construcción y del claro a cubrir tomando como referencia el empuje de los arcos hacia el lado corto. Por ejemplo para una habitación de 3 m x 4 m es tan pequeño el empuje (coceo) que ocuparemos un armado con cuatro varillas de 3/8 y alambIÓN de 1/4. El patín (base de bóveda), de concreto armado (en lugares sísmico), es de mínimo 6 cm de base y de 10 cm de altura.

La flecha: es la altura máxima que tiene la bóveda, ésta se traza tomando como referencia la distancia del lado corto de la luz a cubrir. Para la altura de la bóveda se recomienda el 30%. La medida de la flecha se toma a partir del arranque de la bóveda, hasta el lecho bajo de la misma; por ejemplo, en un espacio de 3 m x 6 m la flecha será de 90 cm (figura 6).



Figura 6 – Cierre de bóveda. Foto colectivo libre de fotografía

4. CONSTRUCCIÓN DE UNA BÓVEDA RECTANGULAR

En este caso, se toma como ejemplo una superficie de 4 m x 4 m. Este tipo de bóveda es la más simple, se construye sobre cuatro rectas (directrices) horizontales iniciando en las cuatro esquinas, formando cuatro pechinas.

Colocación de los adobes:

1. Sacamos la mitad de las directrices del claro a cubrir, en este caso es de 2 m por lado.

2. Unimos las intersecciones y obtenemos cuatro triángulos conoides a los que llamaremos pechinas.
3. La primera hilada se inicia colocando el Adobe en una esquina cortándolo a la mitad, ochavando las esquinas, es decir, cortando sus esquinas de manera que quede horizontal a ambas traveses y con una inclinación de 45° para mantenerse dentro de los esfuerzos de compresión.
4. En la segunda hilada se apoyan dos adobes sobre la primera hilada con la misma inclinación, semejando un arco y cortando las esquinas del adobe del lado de las traveses.
5. La tercera hilada se apoya sobre la segunda, con la misma inclinación, compuesta por tres adobes, teniendo el ajuste con la pieza del centro, semejando un arco, aunque en realidad lo que forma son líneas rectas, así colocamos el adobe de canto, mostrando sus aristas de 5 cm x 20 cm.
6. La cuarta hilada está compuesta por cuatro adobes cortados. Recordemos que esta pieza de adobe estará cortada en una esquina en forma horizontal a la trabe y apoyada con la misma inclinación de la hilada anterior y ajustando al centro.
5. De la quinta hilada en adelante, variará la cantidad de piezas de adobe; ya que dependerá del tamaño de la pieza en que esté apoyada a la trabe éste método se repite en las siguientes hiladas hasta llegar a la mitad de la trabe, colocando los adobes a los extremos y teniendo el ajuste al centro del arco hasta terminar la primera pechina, este procedimiento se realiza en las cuatro esquinas.
8. La limpieza se hace durante todo el proceso de la construcción de la bóveda con un cepillo de alambre, dejando el adobe aparente del intradós (lado interior de la bóveda), con el criterio que llamamos “construir terminado”
9. Terminadas las cuatro esquinas, se coloca una hilada en cada pechina en forma espiral, paulatinamente mientras avanzan las hiladas, se cierra la bóveda.
10. En la parte superior se deja un acabado común cuando es en entrepiso y cuando es de cubierta se limpia la superficie perfectamente con una pala o cuchara y se le pone una lechada de cal y una segunda capa de cal con arena fina.
11. Después de la lechada (figura 7) se coloca tela de gallinero, terminamos con un entortado de tres a cuatro centímetros de espesor con arena-cal grava de 1/4 y un 10 % de cemento, dejando una superficie lisa para recibir el impermeabilizante, con alumbre y jabón.



Figura 7 – Lechada de cal

5. CONCLUSIONES

Somos herederos de una riqueza constructiva, fruto del saber popular, probada, vigente, y que en nuestra realidad latinoamericana, donde los procesos de industrialización son costosos y escasos, ha significado una alternativa real y favorable ante las limitaciones económicas que la caracterizan y que puede servir de apoyo a las necesidades fundamentales de sociedades en que se viven situaciones semejantes a las de nuestro país.

Nos sumamos al esfuerzo y al trabajo conjunto por difundir y seguir elaborando propuestas acordes a cada cultura sin necesidad de importarlas, pero sin que esto signifique rechazar el desarrollo técnico que se adapte a las posibilidades de cada sociedad. Las carencias de nuestra civilización actual son demasiado evidentes como para no estar seguros de que son indispensables los cambios fundamentales en la asimilación de la técnica para que ésta sea sinónimo de progreso.

Como arquitectos y constructores creemos que la arquitectura tiene un compromiso social, vemos en esta forma de construir una alternativa en la que los materiales se usan en comprensión profunda de su esencia y de sus posibilidades. El difundir herramientas como ésta y ponerlas en práctica, podrá acercarnos a una forma equilibrada de re-humanizar la técnica y dirigirla al servicio y desarrollo del hombre, de las sociedades y de la arquitectura. Es necesario creer en la posibilidad de crecer en el conocimiento de nuestra propia capacidad sin olvidar la estructura de nuestra cultura, sin necesidad de dar la espalda a las alternativas que representen los avances tecnológicos y que también forman parte de nuestro acervo, usados con sentido crítico. Una arquitectura no puede ser sana si no responde a las necesidades esenciales del hombre.

BIBLIOGRAFÍA

AGUIRRE MORALES, R. (2004). *Bóvedas auto portantes*. IV Congreso Desarrollo Local en Municipios de Ecosistemas Frágiles, CD. Del evento. Santiago de Cuba.

AGUIRRE MORALES, R. (2007). *Bóvedas mexicanas*. Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra, Anuario de Investigación de Construcción con Tierra y del Diseño Sustentable, pp. 171-177. Ediciones Universidad Autónoma de Tamaulipas.

APUNTE (1997). *Las grandes bóvedas hispanas*. Curso realizado del 19 al 23 de mayo de 1997. Madrid.

HEINO, E. (2002). *Sistemas de estructuras*. Editorial Gustavo Gili. Barcelona.

MOYA BLANCO, L. (2000). *Bóvedas tabicadas*. Centro de Publicaciones Secretaría General Técnica Ministerio de Fomento. Madrid.

RAMÍREZ PONCE, A. (2001). *Habitar una quimera*. UNAM: México.

RAMÍREZ PONCE, A. (2002). *Bóvedas de suspiro y barro*. Revista Bitácora, nº 7, pp. 48-51. Facultad de Arquitectura de la UNAM. México.

TONDA, J. A. (2000). *Candela Félix*. CONACULTA: México.

RECONOCIMIENTO

Este artículo se enriqueció con la colaboración de Miguel Chávez Rodríguez y Víctor Vázquez D' Aprano que generosamente me ayudaron a ordenar mis ideas, muchas gracias.

AUTOR

Ramón Aguirre, arquitecto, especialista en bóvedas, cubiertas ligeras de bajo costo, director técnico de la firma triangulo diseño y construcción. Instructor de talleres y otras prácticas de la Universidad Autónoma de México - UNAM y Universidad Litoral de Santa Fe, Rosario y Buenos Aires, Argentina, entre otras.



PROPUESTA DE APLICACIÓN DE SUELO ESTABILIZADO CON TANINO EN COMPONENTES DE VIVIENDAS

Viviana E Fabre, Marcela B. Bizzotto, Jirina C. Tirner

Instituto de Estabilidad – Facultad de Ingeniería – U.N.N.E.
Av. Las Heras Nº 727 – C.P. 3500 – Resistencia – Chaco – República Argentina
T.E. (03722) 425064 – 420076 vfabre@ing.unne.edu.ar

Palabras claves: suelo estabilizado, tanino, componentes de viviendas

RESUMEN

Ante resultados obtenidos a partir de investigaciones referentes a la estabilización de suelos con tanino con una aplicación vial, se pensó en ampliar el ámbito de transferencia en la búsqueda de una propuesta al problema de la vivienda en la zona del noreste argentino. Se ha desarrollado un tratamiento de estabilización de suelos con una resina compuesta por alguno de los productos derivados del proceso de industrialización del tanino de quebracho colorado al que se le adiciona un catalizador y agua. Se trabajó con suelos con y sin contenido de materia orgánica, apreciándose mejores resultados en los últimos. La concentración de tanino en las resinas utilizadas fue variable, como también el porcentaje de resina en referencia al peso seco del suelo empleado en las mezclas preparadas. Se ha verificado sobre especímenes de suelo natural y suelo tratado con distintas concentraciones de resina un notable aumento en la resistencia mecánica de los mismos por medio de ensayos de compresión simple y triaxial. Se comprobó una excelente reacción de baldosas de suelo estabilizado en contraste con las de suelo natural ensayadas al goteo. Se realizaron también ensayos de inmersión en probetas moldeadas por Método Harvard con resultados promisorios. Todas estas verificaciones han alentado al grupo de trabajo al desarrollo de distintos elementos de construcción con el fin de presentar una alternativa en la búsqueda de soluciones al tema que nos ocupa, en zonas poco pobladas o zonas periféricas de ciudades utilizando suelo del lugar, una resina de fácil preparación y proponiendo la participación de mano de obra local sin especialización.

1. ANTECEDENTES

Este trabajo se basa en la recopilación de experiencias de laboratorio y de campo realizadas por el equipo de investigación del Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Facultad de Ingeniería de la U.N.N.E. sita en la ciudad de Resistencia, capital de la provincia del Chaco, al noreste de la República Argentina.

La tarea de investigación iniciada en el año 1997 bajo la dirección del Ing. Héctor Roque Di Rado, tuvo su origen en la observación de una fuerte pendiente de terreno ubicada en el lugar de evacuación de residuos del proceso de industrialización del tanino de Quebracho Colorado Chaqueño, en la localidad de Puerto Tirol distante a 12 km de la ciudad de Resistencia. Esta pendiente abrupta permanecía perfectamente estable a pesar del tipo de terreno que la constituía y en evidente contraposición al terreno natural. Esta situación indujo a pensar que el suelo había variado sus parámetros de resistencia después de entrar en contacto con aquellos elementos.

A partir de esa evaluación, se han desarrollado tareas de laboratorio y de campo estudiando el fenómeno de estabilización con tanino de diversos tipos de suelos, orgánicos e inorgánicos, y variando algunos de los elementos componentes del complejo estabilizante que en todos los casos incluía un derivado del proceso de industrialización del quebracho colorado, conocido como tanino. En un principio, el propósito principal estuvo orientado al uso del suelo tratado con tanino para ser aplicado en proyectos viales materializando mejoras en el comportamiento mecánico e hidráulico y en su capacidad de respuesta ante los agentes atmosféricos. Todos los resultados a los que se arribó fueron altamente satisfactorios e indujeron a ampliar el ámbito de transferencia en la búsqueda de una

propuesta al problema de la vivienda en la zona del noreste argentino.

Debe aclararse que sobre finales del año 2006 el INPI (Instituto Nacional de la Propiedad Industrial) otorgó a nuestra Universidad, por primera vez en sus casi cincuenta años de historia, la titularidad de una Patente de Invención con el título "Procedimiento para la estabilización de suelos naturales y composición de aplicación en el mismo", como corolario a los trámites iniciados por el equipo de investigación de este laboratorio varios años antes.

En esta etapa de las tareas de investigación el objetivo principal del proyecto es la utilización de suelos de la zona estabilizados con tanino como material constituyente de elementos de construcción. Podríamos citar, en estas instancias, ladrillos, bloques, baldosas, tejas y otros. Esto se plantea como respuesta a la necesidad de resolver problemas frecuentes en países en vías de desarrollo y que tienen relación con la vivienda, los emplazamientos poblacionales de bajos recursos agrupados en las inmediaciones de centros poblados y el uso de recursos locales, englobando en estos últimos tanto los recursos naturales como la mano de obra.

2. MATERIALES UTILIZADOS

2.1. Suelo natural

En el transcurso de las investigaciones llevadas a cabo, se estudiaron varios tipos de suelos. En una primera etapa se emplearon suelos inorgánicos; luego se hicieron verificaciones en suelos con alto contenido de materia orgánica con el objeto de apreciar la diferencia en la respuesta del suelo estabilizado, si la hubiera.

Suelos inorgánicos

En la tabla 1 pueden observarse las características de dos de las muestras de suelo inorgánico ensayadas denominadas Tipo I (Di Rado y otros, 1998) y Tipo II (Di Rado y otros, 2001).

Tabla 1 – Características de los suelos inorgánicos empleados en los ensayos

Material	Pasa # 200	LL	LP	IP	LC	Materia orgánica	Clasificación SUCS	Clasificación HRB
Tipo I	98%	94,4	26,6	67,8	14,6	-	CH	A-7-6 (78)
Tipo II	91%	42,6	18,8	23,4	-	-	CL	A-7-6 (22)

Suelos orgánicos

En este caso, para los primeros ensayos realizados, se empleó un suelo denominado Tipo III (Di Rado y otros, 1998) cuyas características se detallan en la tabla 2.

Para los ensayos más recientes, se empleó suelo extraído de la superficie de un solar ubicado en Villa Don Santiago de la Ciudad de Resistencia, denominado SON: Suelo Orgánico Natural. (Di Rado y otros, 2002) incluido en la tabla 2.

Para no afectar los resultados de los ensayos debido a la presencia de materia orgánica, se utilizó la estufa de secado a una temperatura de 60° C en todas las determinaciones, según el criterio explicado en el Manual of Soil Laboratory Testing (Head, 1986).

Tabla 2 – Características de los suelos orgánicos empleados en los ensayos

Material	Pasa # 200	LL	LP	IP	LC	Materia orgánica	Clasificación SUCS	Clasificación HRB
Tipo III	91%	47,7	34,0	13,7	-	15%	OL	A-7-5 (16)
SON	92%	61,8	34,5	27,3	30,3	7,5%	OH	A-7-5 (31)

2.2. Resina estabilizante

El complejo estabilizante se constituyó con un derivado del tanino, un aldehído y agua.

Tanino

Es oportuno aclarar que se han realizado pruebas con distintos productos (Di Rado y otros, 2002):

Extracto natural de quebracho colorado: obtenido por difusión en agua caliente del aserrín en la etapa final de producción; llega al Laboratorio desde la fábrica en forma de líquido viscoso. Es secado a 60°C hasta que alcanza el estado sólido y luego se procede a molerlo y tamizarlo por el tamiz N° 40. A las mezclas de suelo natural con estabilizante constituido por este derivado del tanino se las denomina SONPEN (Suelo Orgánico Natural + Polvo del Extracto Natural).

Tupafin: producto final de la fabricación del tanino. Es utilizado en el estado en que fue provisto por la fábrica, es decir, como polvo de granulometría muy fina logrado por un proceso de atomización. A estas mezclas se las denomina SONTUP.

QS: resina natural 100% tanino vegetal. Su presentación en grumos de gran tamaño hace necesario su paso por el molino de bolas. Estas mezclas se conocen como SONQS.

Aldehído

Se adoptó el formol analítico como reactivo. Es una solución acuosa de aldehído fórmico o formaldehído con las siguientes características (Conant y Blatt, 1989):

Formol 40 % Formaldehyde 40 w.p. Densidad 1,097 P.M. 30,03

Definición de las resinas

Una vez definidos los materiales constituyentes de la resina se experimentó utilizando distintas proporciones de tanino y formol en la constitución del estabilizante.

En la tabla 3 se observa la participación de cada componente en función de su peso molecular (mol), de su masa (N) y de su porcentaje interviniente (%). La secuencia definida en la primer columna sigue la disminución del contenido de tanino ($R4 > R3 > R2 > R1 > R5 > R6 > R7$).

Tabla 3 – Composición de las resinas

Resinas	Componentes			
	Tanino (T) (mol)	Formol (F) (mol)	Tanino (T) (N)	Formol (F) (N)
R4	4 T	1 F	6,165	0,294
R3	3 T	1 F	4,624	0,294
R2	2 T	1 F	3,082	0,294
R1	1 T	1 F	1,541	0,294
R5	1 T	2 F	1,541	0,588
R6	1 T	3 F	1,541	0,883
R7	1 T	4 F	1,541	1,177

En un principio se incorporó al suelo natural la resina en diferentes proporciones respecto del peso de suelo seco de la muestra (5%, 10%, 15% y 20%), denominándose al estabilizante como **EiRj**, donde **i** indica el porcentaje variable de 5% a 20% de resina incorporada, y **j** señala el subíndice correspondiente a la resina según la concentración de tanino de la misma (1 a 7). De este modo se definieron 28 resinas estabilizantes, las que fueron probadas en distintos tipos de suelo. En todos los casos los resultados obtenidos fueron satisfactorios, al principio verificando modificaciones en la respuesta mecánica de los especímenes ensayados, luego el comportamiento hidráulico de los mismos. Luego de

diversas evaluaciones, que incluyeron análisis mecánicos, hidráulicos, de trabajabilidad, económicos, etc., se optó por seguir las experiencias con el complejo estabilizante E10R7 adicionado al suelo natural.

Preparación de las resinas

El proceso de preparación de las resinas y su posterior incorporación al suelo natural fue variando a lo largo del tiempo. Durante la primera etapa de la investigación se preparó la mezcla de tanino + formol + agua (esta última según necesidad) y se incorporó al suelo de acuerdo a la proporción elegida. Trabajar de esta manera significaba atender constantemente la variable tiempo, debido a que la resina comienza a reaccionar ni bien sus componentes entran en contacto con el suelo. Ello se puso de manifiesto en la primera experiencia de campo.

Naturalmente se ha optado por un proceso que permite lograr mejores condiciones de trabajabilidad y de esta manera, mezclas más homogéneas. Actualmente se procede incorporando al suelo los elementos en el siguiente orden:

1º: Tanino en condiciones correspondientes a la resina elegida (PEN, Tupafin, QS) procediendo a un exhaustivo mezclado hasta obtener coloración uniforme en la mezcla.

2º. Agua y formol alcanzando la humedad óptima referida al ensayo de compactación Proctor Standard, repitiendo el mezclado.

En este trabajo se presentarán solamente algunos de los resultados a los que se ha arribado luego de la aplicación en suelo natural de las resinas antes propuestas.

3. ESTUDIOS REALIZADOS EN LABORATORIO

Para la determinación de la resistencia mecánica del suelo natural y la mezcla con tanino, se realizaron ensayos de compresión simple y triaxiales, y para determinar la resistencia a la acción del agua, se efectuaron ensayos de goteo e inmersión.

3.1. Ensayos de compresión simple

Para los ensayos de compresión simple se emplearon suelos Tipo II (inorgánico) y SON (orgánico), de manera de comprobar el comportamiento de ambos tipos de suelos.

Las probetas se moldearon con el método de compactación Harvard (Jiménez Salas y otros, 1984), con una energía semejante a la del Proctor Standard. Luego se guardaron en cámaras cerradas para que cumplan su período de curado sin variar su humedad (figura 1). Una vez cumplido el período establecido de curado (7, 14, 21 o 28 DC, donde DC indica días de curado), las probetas fueron ensayadas a compresión simple.



Figura 1 – Curado de probetas

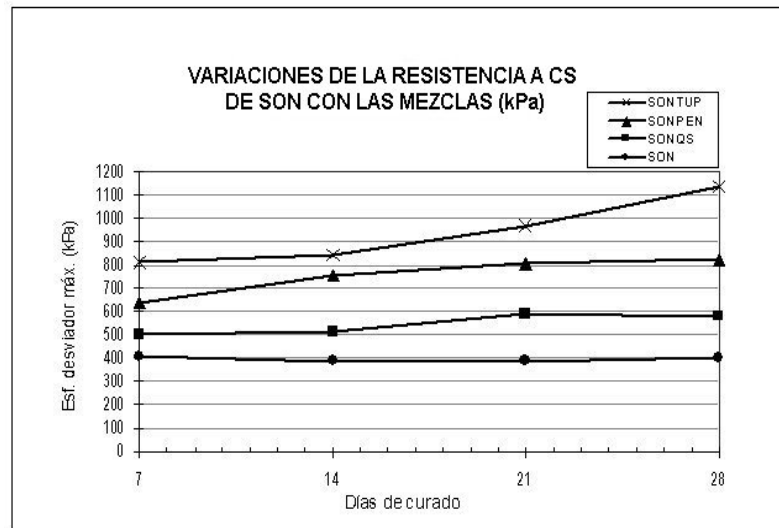


Figura 2 – Resistencia a la compresión simple en función de los días de curado

A manera de ejemplo, en la figura 2 se representa el esfuerzo desviador alcanzado en el suelo natural SON y en los preparados SONQS, SONPEN y SONTUP en función del tiempo de curado. El incremento se verifica en todas las mezclas. El orden mencionado indica el grado de respuesta favorable. Además, se observa que el aumento en el esfuerzo desviador está en relación directa al tiempo de curado, alcanzándose los mayores valores para 28 DC (tabla 4).

Tabla 4 – Resistencia a la compresión simple para 28 DC

Esfuerzo desviador máximo – 28 DC (kPa)			
SON	SONQS	SONPEN	SONTUP
404	500	810	1120

3.2. Ensayos triaxiales

Se prepararon las probetas para realizar el ensayo triaxial siguiendo el método de compactación Harvard, con la humedad óptima previamente hallada para esta energía aplicada (figura 3).



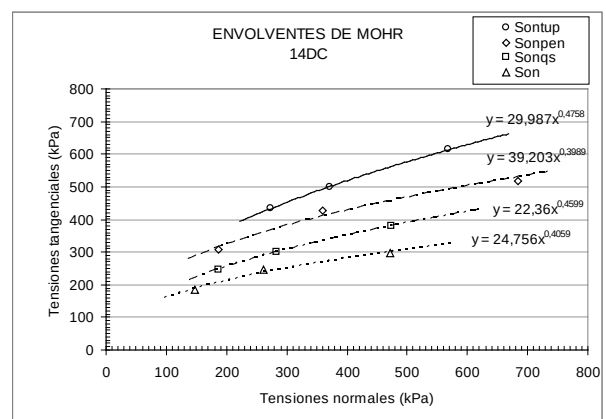
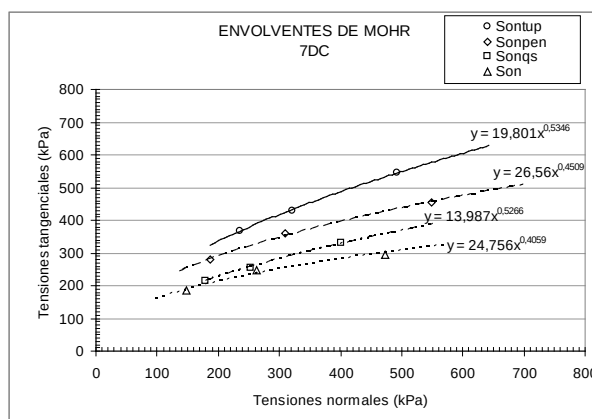
Figura 3 – Moldeo de probetas

Se efectuó el curado de cada testigo de acuerdo al período adoptado.

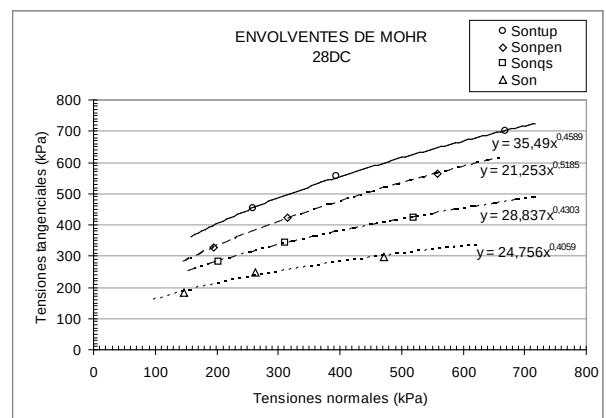
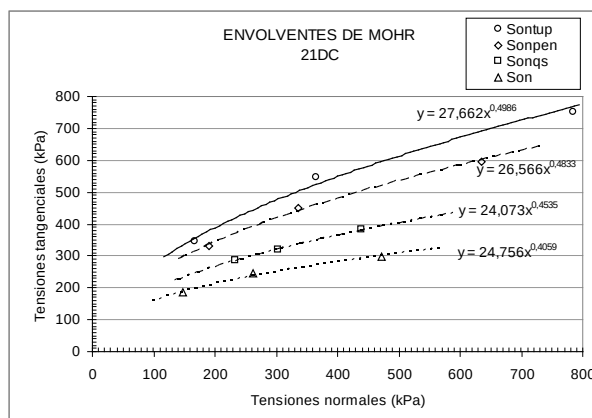
Se procedió a realizar los ensayos triaxiales rápidos utilizando tres probetas por cada presión de cámara σ_3 (50, 100, 200 kPa) (figura 4). El promedio de los resultados con cada presión de cámara permitió el trazado de los tres círculos de Mohr, usados para la definición de la correspondiente envolvente o línea de rotura (Figuras 5 a 8).



Figura 4 – Ensayo Triaxial



Figuras 5 y 6 – Envolventes de Mohr para las distintas mezclas con 7 y 14 días de curado.



Figuras 7 y 8 – Envolventes de Mohr para las distintas mezclas con 21 y 28 días de curado.

En todos los casos estudiados se puede observar la mejora mecánica del suelo natural a partir del agregado de cualquiera de las resinas utilizadas formadas con tanino y formol. El

estabilizado que mejor comportamiento ha mostrado es SONTUP. La menos eficiente ha sido SONQS. Entre ellas se ubica SONPEN, con valores cercanos a SONTUP. Los días de curado creciente permiten lograr mejores resultados en todos los casos, pero son más evidentes para SONPEN y SONTUP. Puede analizarse los resultados leyendo la tabla 5 para el caso de probetas sometidas a 28 DC.

Tabla 5 – Esfuerzo triaxial máximo para 28 DC

Presión de cámara (σ_3) (kPa)	Tensiones de corte máx. ($\tau_{máx}$) para 28 DC (kPa)			
	SON	SONQS	SONPEN	SONTUP
50	220	335	435	595
100	265	385	520	670
200	295	435	615	760

3.3. Ensayos de inmersión

Se realizaron pruebas de inmersión en agua, durante varios meses, en muestras de suelo natural SON, y otras tratadas con la resina SONPEN.

De estas últimas, tres se expusieron a siete días de curado y las tres restantes a catorce días de curado. Cumplido cada uno de los períodos de curado citados, las seis probetas fueron sometidas a inmersión en agua en un dispositivo construido ad hoc, consistente en vasos de acrílico con una base interior para sostener la probeta cuando estuviera sumergida en agua. Simultáneamente, las probetas SON también fueron sumergidas en sus correspondientes vasos (figura 9). Completa el equipo una bomba de vacío y un aspirador adecuado para extraer periódicamente el agua de inmersión y poder así registrar los diferentes aumentos de pesos de cada probeta.

Finalmente, para controlar la capacidad de resistencia de las probetas SONPEN luego del proceso de inmersión, se las ensayó a compresión confinada.

Las probetas SON se vieron notablemente afectadas por el agua: en las primeras dos horas se evidenciaron claros signos de alteración de sus formas. Dichas alteraciones, fisuras y desmoronamientos parciales, fueron en continuo aumento y al cumplirse el tercer día de inmersión, las probetas se desmoronaron completamente.



Figura 9 – Ensayo de Inmersión

Las probetas SONPEN no alteraron su configuración, lo que permitió estudiar la incidencia del tiempo en el fenómeno de absorción. Al comienzo se controlaron las variaciones de peso para cada día transcurrido. Luego se hicieron más espaciadamente hasta cumplir alrededor de 60 días de inmersión. Con los valores obtenidos se construyeron las gráficas Pesos vs

Días de inmersión de las probetas de la serie 7DC y de las de 14DC. Ambas series continuaron sumergidas durante un mes más y luego ensayadas a compresión simple.

La comparación del comportamiento de las probetas SON con las probetas SONPEN en el ensayo de inmersión, permite deducir con certeza la evidente mejoría que produce la estabilización. Los resultados de SON bajo agua están referidos a observaciones visuales. Dada la inestabilidad de las probetas, no pudieron hacerse mediciones. En cambio, para SONPEN, las gráficas obtenidas permiten razonar con fundamentos sobre la capacidad de absorción de agua en el transcurso del tiempo. El trazado de las curvas Peso vs Días de inmersión, permite apreciar una variación creciente de los pesos de cada probeta hasta cumplir alrededor de 30 días sumergida en agua, como se muestra en las Figuras 10 y 11 correspondientes a 7DC y 14DC, respectivamente. Analizando dichas gráficas, puede notarse un ligero mejor comportamiento bajo inmersión de las probetas con mayor grado de curado. De ellas se deduce que la absorción de agua para la serie 7 DC se prolonga hasta los 30 días y para la serie 14 DC se extiende hasta los 25 días, aproximadamente.

En las figuras 10 y 11, se advierte también que la cantidad de agua absorbida para cada serie es muy similar, con cierta tendencia a una menor absorción para la serie con mayor curado.

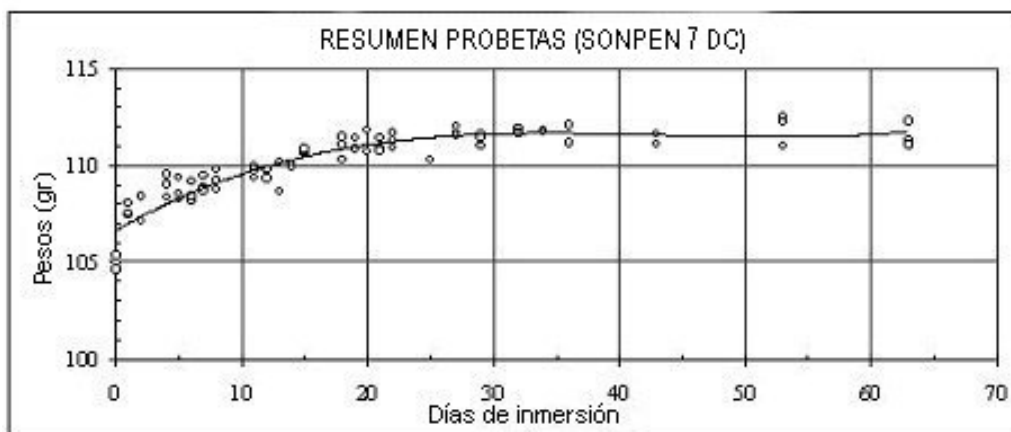


Figura 10 – Peso de las probetas en función de los días de inmersión (7 DC)

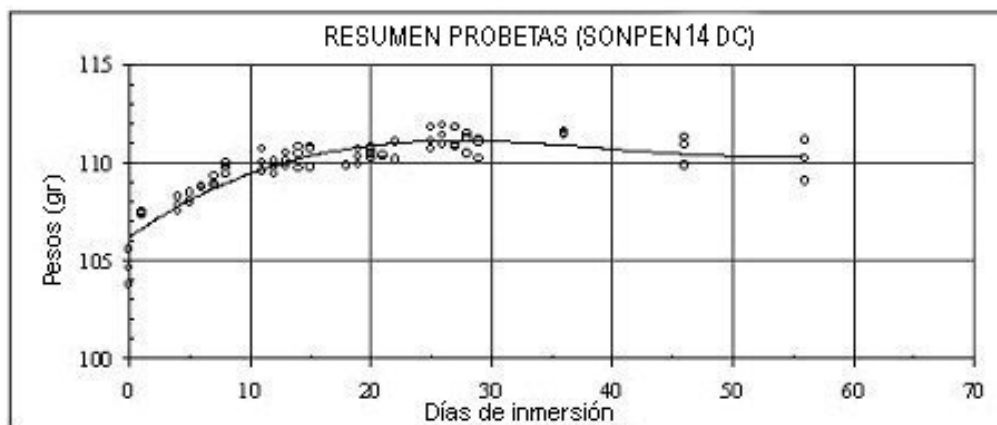


Figura 11 – Peso de las probetas en función de los días de inmersión (14 DC)

Considerando que para el suelo natural sin tratar los resultados promedios hallados han sido:

- Esf. desv.máx.= 404 kPa
- Def. en rotura = 7,10 %

Se puede apreciar una ligera ganancia en la resistencia para 7DC y una ganancia superior para 14DC, también una importante reducción en la deformación, en ambos casos, para el suelo tratado, tal como puede observarse en los gráficos representados en las figuras 12 y 13.

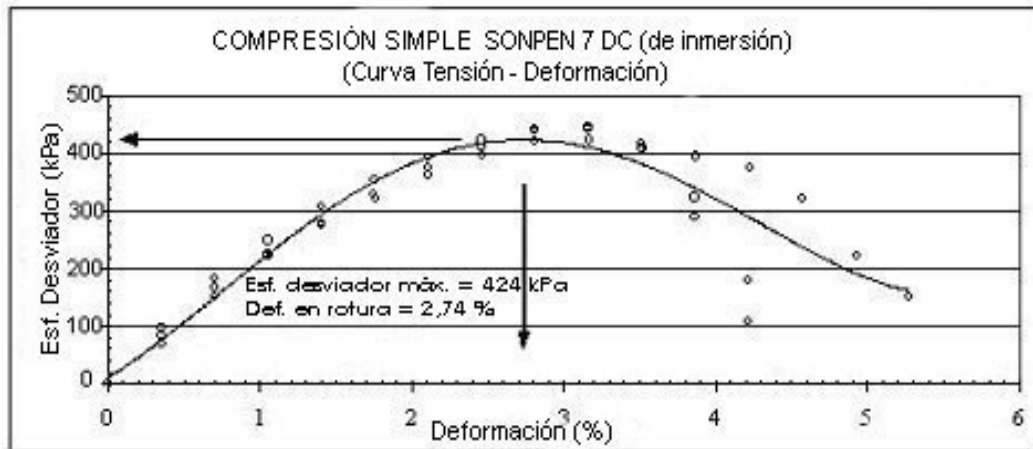


Figura 12 – Resistencia a la compresión simple de probetas sumergidas (7 DC)

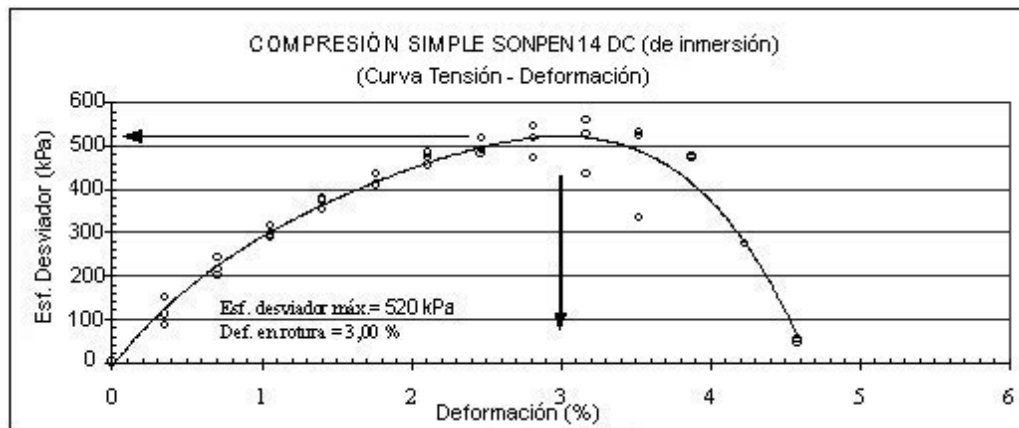


Figura 13 - Resistencia a la compresión simple de probetas sumergidas (14 DC)

3.4. Ensayos de goteo

Se han moldeado baldosas de suelo natural y de suelo tratado con el estabilizante a fin de realizar ensayos de goteo sobre cada una de ellas y evaluar su estabilidad frente a la acción del agua (Di Rado y otros, 2003).

Las mezclas de suelo con estabilizante fueron realizadas según lo establecido en Estabilización de Suelos con Tanino (Di Rado y otros, 2001) para la resina E10R7, en esta oportunidad utilizando el producto denominado PEN.

Las baldosas fueron moldeadas con la humedad óptima predeterminada para el ensayo Proctor Standard trabajando en el compactador mecánico con una capa de suelo que alcanzó una altura final de aproximadamente 20 mm y un diámetro aproximado de 100 mm. Las baldosas de suelo estabilizado fueron curadas 7, 14 y 21 días antes de ser sometidas a goteo.

En el laboratorio se dispuso un recipiente y conductos que dejaran caer desde una altura de 2 m en forma constante, gotas de agua a un ritmo de 50 – 60 por minuto como puede observarse en la figura 14. A partir del inicio del goteo se registraban cada 60 min durante las seis primeras horas y luego a intervalos de tiempo variables: aparición de la huella, diámetro y profundidad de la misma, tiempo de perforación, tiempo de rotura y alteración o no de los bordes de las baldosas.

En el texto Primeros Resultados del Trabajo de Investigación sobre la Tierra como Material de Construcción (Díaz Romeral et al, 1986) a fin de establecer *niveles de comportamiento bajo, medio y alto frente al goteo*, se fijan los siguientes criterios:

- *Rendimiento bajo*: la baldosa sufre una perforación total antes de las cuatro horas.
- *Rendimiento alto*: la perforación total de la baldosa no aparece en 24 horas de ensayo.
- *Rendimiento medio*: situaciones intermedias a los dos casos anteriores

Aceptando estos criterios como válidos y aplicables a nuestro estudio, puede afirmarse que todas las probetas de suelo tratado con 7, 14 y 21 días de curado, responden al ensayo de goteo con un alto rendimiento en contraposición a un rendimiento medio verificado en aquellas probetas conformadas con suelo natural.



Figura 14 – Ensayo de goteo: dispositivo montado en el laboratorio



Figura 15 – Baldosa de suelo natural (final del ensayo)

En todas las probetas de SON, la aparición de la huella se verificó entre la quinta y la octava hora de ensayo (figura 15). Los ensayos de especímenes de SONPEN, se prolongaron hasta seis días pues no se observó la aparición de la huella en ninguna de las baldosas que fueron fabricadas con suelo tratado y curadas antes de ser sometidas a ensayo.

En la publicación mencionada anteriormente, se citan ensayos de suelos naturales, mezclas de suelos y suelos estabilizados con cal o cemento, que tuvieron un tiempo máximo de duración de 24 horas.

4. CONCLUSIONES

- Los resultados alcanzados en los ensayos de Compresión Simple y Compresión Triaxial indicaron una notable mejora en la respuesta mecánica de los suelos estabilizados en relación con los mismos en estado natural. Deberá tenerse en cuenta que el producto estabilizador agregado al suelo natural, denominado PEN (Polvo de Extracto Natural), por provenir de la parte inicial del proceso de elaboración del producto final, llamado TUP, tiene la ventaja de un menor costo, ofreciendo un aumento en la resistencia, tanto al esfuerzo triaxial como a la compresión simple, de 100% en promedio considerando 28 DC. En comparación a lo expuesto, deberá recordarse que el producto TUP, utilizado como componente de la resina, resulta en una mejora en la resistencia de la muestra superior al 150%, a igual periodo de curado, pero con una mayor inversión económica.
- El ensayo de inmersión puso de manifiesto una fundamental mejoría en la impermeabilidad del suelo orgánico estabilizado denominado SONPEN, permaneciendo estable su configuración geométrica luego de la acción continua del agua durante un período de varios meses. Además se verificó un aumento de alrededor del 30% en la capacidad de resistencia ante la acción de cargas exteriores, aún en probetas sumergidas durante tres meses.
- Los ensayos de goteo realizados a baldosas conformadas con suelo tratado con estabilizante (SONPEN), permiten inferir que éstas resultan en un comportamiento notablemente estable. Por lo tanto, se decide continuar con éste y otros ensayos que permitan seguir evaluando, desde el punto de vista de la resistencia a la acción del agua y otros agentes atmosféricos, este tipo de elementos de construcción.

BIBLIOGRAFÍA

- Conant, J. B. y Blatt, A. H. (1989). Química de los compuestos orgánicos. Editorial Aguilar S. A. de Ediciones. Madrid. España.
- Di Rado, H. R.; Fabre, V.; Gustin, A. (2003). Elementos de construcción conformados con suelo – tanino. Su estabilidad frente a fenómenos atmosféricos. Actas de Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Secretaría General de Ciencia y Técnica de la UNNE. Resistencia. Argentina.
- Di Rado, H. R.; Fabre, V.; Gustin, A. (2003). Estabilización de suelos orgánicos con tanino. Su comportamiento hidráulico en función del tiempo. Actas de Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Secretaría General de Ciencia y Técnica de la UNNE. Resistencia. Argentina.
- Di Rado, H. R.; Fabre, V.; Miño, F. (2001). Estabilización de suelos con tanino. Revista Información Tecnológica (SIN 0716-8756). Vol 12, nº 2. Centro de Información Tecnológica. La Serena. Chile.
- Di Rado, H. R.; Fabre, V.; Solari, R. (1998). Estabilización de suelos con tanino. Actas de Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Secretaría General de Ciencia y Técnica de la UNNE. Resistencia. Argentina.
- Díaz Romeral, J.; Guinea, M. J.; Rohmer, E.; Salas, J. (1986). Primeros resultados del trabajo de

investigación sobre la tierra como material de construcción. Informes de la Construcción. Vol. 37, nº 377. Instituto Eduardo Torroja. Madrid.

Head, K.H.; Manual of Soil Laboratory Testing. (1986) Vol. 1. p.p. 61-66. Pentech Press. Londres.

Jiménez Salas, J. A. y otros. (1984). Manual de Laboratorio del Curso de Mecánica del Suelo e Ingeniería de Cimentaciones. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid. Madrid. España.

AUTORAS

Viviana Elizabeth Fabre, Ingeniera Civil (UNNE), Jefa Laboratorio Suelos Facultad de Ingeniería - UNNE. Docente Investigadora Categoría III Programa de Incentivos de la SPU - MECyT. Directora Proyecto Investigación acreditado por Secretaría General de Ciencia y Técnica – UNNE.

Marcela Beatriz Bizzotto, Ingeniera Civil (UNR), Especialista en Ingeniería Estructural (UNNE). Especialista en Docencia Universitaria (UNNE). Docente Investigadora Categoría IV en el Programa de Incentivos de la SPU - MECyT.

Jirina Cecilia Tirner, Ingeniera en Construcciones (UNNE), Auxiliar Docente de la Cátedra Estudio y Ensayo de Materiales Facultad de Ingeniería – UNNE. Integrante equipo de investigación del Laboratorio de Suelos Facultad de Ingeniería – UNNE.



BTC, ELEMENTO BASE PARA EL DISEÑO MODULAR DE VIVIENDAS SUSTENTABLES

Víctor Manuel García Izaguirre, Rubén Salvador Roux Gutiérrez, José Adán Espuna Mújica, Eduardo Arvizu Sánchez

Universidad Autónoma de Tamaulipas

Centro Universitario Tampico – Madero, Tampico, México Tel. 52 833 2272828

vgarcia@uat.edu.mx; rroux@uat.edu.mx; jespuna@uat.edu.mx; earvizus@uat.edu.mx

Palabras clave: diseño, modulación, sustentable

RESUMEN

El presente trabajo implica el análisis realizado sobre el proceso de diseño y de edificación efectuado en el proyecto de investigación de una vivienda construida con Bloque de Tierra Comprimido (BTC), cuyo objetivo principal era el de reducir el impacto ambiental que se tiene en la edificación de viviendas convencionales, es decir, aquellas que utilizan mayoritariamente concreto u hormigón, bloques de cemento y acero de refuerzo en su elaboración; pero que en la práctica, tanto en su fase de diseño como de construcción, representó una interesante alternativa al establecer como elemento modular principal de la vivienda el BTC.

En este análisis se describe el procedimiento de diseño y constructivo en el cual se fundamentó el prototipo de vivienda con bloques de BTC, así como los resultados obtenidos hasta el momento para valorar su sustentabilidad, proyecto que todavía continua y cuyas fases pendientes de analizar son las condiciones de habitabilidad que el mismo representa, la inserción del conocimiento generado a las nuevas generaciones de arquitectos que se forman en esta Institución, así como, implementar el modelo de vivienda de tierra mediante el apoyo de Institutos Estatales, como el ITAVU, para que sea un paliativo para la construcción de viviendas populares, de forma que éstas tengan una mayor superficie habitable, con un menor costo de edificación, así como primar el uso de sistemas de energías renovables que permitan reducir el consumo energético.

1. INTRODUCCIÓN

A decir de González (2007) la sustentabilidad en relación con la vivienda tiene un lugar primordial toda vez que ha cobrado una importancia tal que la ONU ya esta interesada en determinar cuales son los parámetros que la misma pueda tener para que pueda ser considerada como habitable, de forma que se haga un aprovechamiento inteligente de los recursos naturales y se tome en consideración la preservación del medio ambiente a favor de las generaciones futuras, principio fundamental del Informe Brundtland.

En ese sentido la expresión “sustentabilidad” constituye en realidad una de las últimas tendencias de las sociedades occidentales, bien sea por moda o por una preocupación real; de forma tal que este término lo invade todo, de manera que algunas actividades humanas han reaccionado y están por lograr un nuevo paradigma que cumpla los objetivos establecidos en la misma, mientras que otras aún no la toman en consideración en lo mas mínimo.

La Arquitectura en lo general y la construcción en lo particular, han permanecido sin grandes cambios, reaccionado mas bien de una manera lenta en cuanto a la aplicación de eco-tecnologías que permitan generar viviendas sustentables, las cuales implican que desde el inicio del diseño del proyecto arquitectónico se cuiden aspectos tales como la orientación, ventilación, así como que se establezcan o adopten sistemas que permitan optimizar el uso del agua, métodos alternativos para la obtención de energía, por citar sólo algunas.

Un listado de eco-tecnologías, establecido por González (2007), incluye entre otros aspectos los siguientes:

- Materiales térmicos y aislantes.
- Focos ahorradores de energía.
- Aprovechamiento de energía solar.
- Microsistemas para tratamiento de aguas grises.
- Sanitarios ecologicos.
- Captación, almacenamiento y re-uso de aguas pluviales.
- Calentador de agua.
- Análisis de radiación térmica e indicadores climatológicos.

Según Velásquez (sf) la vivienda sustentable sólo podrá realizarse a partir de una estrecha comunicación entre sus diferentes actores: el cliente, el habitante, los planificadores y diseñadores; los técnicos abiertos a nuevas alternativas y los aparatos productivos, instituciones públicas y privadas abiertas a una revalorización del medio.

Mas sin embargo, esta actividad en lugar de centrarse en definir y desarrollar nuevos modelos de producción auténticamente sustentable, se está dedicando básicamente en utilizar la palabra como reclamo publicitario, de forma tal que los edificios siguen siendo los mismos, con los mismos materiales y las mismas soluciones constructivas, pero que se venden ahora como sustentables y las cuales siguen representado un gasto energético tan alto que en números redondos genera la cuarta parte de los gases de efecto invernadero, así como consumen el 23% de toda la energía del país, según asegura Jorge Díez de Bonilla Rico, vicepresidente de Vivienda y Desarrollo Urbano de la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC) en Félix (2008).

Uno de las principales dificultades que sufren los arquitectos es que nunca se tiende a repetir la misma obra o incluso las mismas soluciones, hecho que impide introducir las mejoras generadas en un proyecto u obtener información que pueda ser correlacionada con otros diseños de características similares. Pero esto puede solucionarse si se establecen metodologías que generen Diseños Sustentables, pero más sin embargo es bastante difícil diseñar u construir sustentablemente si ni el arquitecto tiene pensado ni proyectado construir de tal forma.

Ahora bien, cuales son las premisas en las cuales se basa este tipo de diseño; esencialmente en las respuestas que no han podido ser respondidas a las tres preguntas fundamentales que se han elaborado en distintas etapas de nuestra era, a decir de Pérez (1992):

1. ¿Cuánto pesa un edificio? Pregunta efectuada en una entrevista por Buchminster Fuller en 1968;
2. La otra la formuló la Comisión de Energía de la Comunidad Europea ¿Cuánto gasta un edificio?;
3. Y la tercera está en el libro de William McDonough "Cradle to Cradle": ¿Se puede construir y desconstruir con residuo cero?

Según datos de Pérez (2005) se cree que más o menos sólo un 2% de los materiales se recuperan y se reinseran en el mundo de la construcción.

En la categoría de diseño aparecen otros problemas que son fundamentales: el que quiere hacer edificación sustentable no sólo tiene que conocer las disciplinas normales sino también tiene que aprender de materiales. Debe de profundizar en procesos constructivos porque depende de cómo se construye, el edificio será más o menos sostenible. Debe saber de bioclimática porque va a afectar al consumo del edificio. Debe saber que pasa con las energías renovables para cuando un cliente le pide una instalación de paneles de energía solar.

De igual forma y tomando como referente lo establecido por la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) el cual puso en marcha el Programa Piloto de Vivienda Sustentable (PPVS), mismo que pretende fomentar el uso de eco-tecnologías en la construcción y evaluar los impactos de su práctica y cuyos resultados servirán para sentar las bases para generar el conjunto de indicadores que definan a una vivienda sustentable, así como ayudar a establecer los criterios técnicos de aplicación general, para finalmente instaurar los códigos y normas para crear las bases de una Política Nacional de Vivienda Sustentable de forma que se sienten las bases para que los desarrolladores incluyan elementos sustentables en sus conjuntos, primero de manera voluntaria y gradual, hasta hacerla obligatoria para el 2012, según expuso Carlos Gutiérrez Ruiz, Director General de la CONAVI en Félix (2008)

Freire (2007) comenta que:

“Este desplazamiento desde lo mecánico a lo energético en el coro de expertos que acompaña a la antigua voz solista del arquitecto muestra con precisión el abandono de una concepción moderna de la arquitectura basada en la seriación modular y en la materialidad industrial por una concepción que algunos expertos como Sanford Kwinter no han dudado en denominar "termodinámica", para describir el abandono del modelo "tectónico" de conocimiento tradicional de la arquitectura (y su enseñanza) por una nueva concepción/enseñanza "biotécnica", capaz de dar al arquitecto instrumentos para pensar sus edificios como organismos vivos, entidades con intercambios energéticos permanentes con su entorno, ...”

Teniendo todo esto en cuenta se hace congruente que la arquitectura examine qué es lo que realmente le interesa de la sustentabilidad, sin que vaya en menoscabo en ello el sentido de lo estético. Mucho de la solución, se puede dar en el establecimiento de diseñar y construir de forma modulada, que permita la utilización de modelos, materiales y procesos constructivos que permitan repetir o mejorar las soluciones encontradas en experiencias basadas en estos argumentos

No se ha entendido que el diseño modular es la principal herramienta para poder optimizar el uso de los materiales: tanto durante la vida útil del edificio, como para su posterior reconstrucción y aprovechamiento, pero porque hay que realizar Diseños Sustentables, a decir del mismo Pérez (2005) *“Principalmente porque el suministro no es infinito y por lo tanto no podemos utilizar todo el material que queramos.”*

La arquitectura modular, a decir de Serrentino y Molina (2007), se refiere al diseño de sistemas compuestos por elementos separados que pueden conectarse preservando relaciones proporcionales y dimensionales. La belleza de la arquitectura modular se basa en la posibilidad de reemplazar o agregar cualquier componente sin afectar al resto del sistema.

Las viviendas son un ejemplo de cómo, en la arquitectura, se puede hacer uso de materiales reciclados, materiales reutilizados y materiales recuperados. A decir de Hirata en González (2007) en México, la tecnología tradicional se basa en el concreto y el tabique por ello decimos que esas viviendas son de calidad, pero hay otras más que tienen otros materiales y también son de calidad. Lo que hay que hacer es certificar este aspecto en términos de cuánto dura la vivienda y el mantenimiento que tiene, para luego incorporar estos parámetros a la plusvalía del inmueble.

El presente trabajo presenta una alternativa de solución a la vivienda con utilización de muros de carga, elaborados con materiales regionales de tierra en un sitio donde prevalece el clima cálido húmedo, sustentándose del resultado de diversas investigaciones previas realizadas en “Bloques de Tierra Comprimidos” (BTC), donde científicamente se comprobó la resistencia a la humedad, y se determinó el proceso de estabilización adecuado para este tipo de clima y se ha determinado un proceso constructivo adecuado, agregándosele fibras naturales para mejorar su resistencia y cohesión. Por otra parte, además de la reducción de área habitable, generalmente estas viviendas utilizan materiales que en su fabricación generan grandes cantidades de Dióxido de carbono (CO₂), además de consumidoras de

energía. El tamaño, los materiales inadecuados al contexto natural traen en consecuencia la aparente necesidad de suministrar sistemas de climatización artificial, con la finalidad de hacerlas confortables climáticamente. De esta manera, los grupos académicos y de investigación tienen a su disposición una fuente temática al parecer inagotable por las pocas experiencias o proyectos desarrollados, para construir diversas soluciones de edificación de vivienda sustentable y adecuada a las diferentes regiones de México.

Bajo estas premisas y posterior al diseño y construcción del Modelo de Edificación Sustentable con tierra, el cual tomo como base para su diseño modular los Bloques de Tierra Comprimida (BTC), se realizó un análisis de su diseño y edificación; mismos que son el resultado del presente trabajo.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROTOTIPO

La edificación del prototipo de vivienda “Sustentable con Tierra”, fue un proyecto financiado por el FOMIX – CONACYT – Tamaulipas; es la consecuencia de los resultados obtenidos en investigaciones previas y las cuales tuvieron como objetivo comprobar científicamente la resistencia de los Bloques de Tierra Comprimidos (BTC) a la humedad, clima característico de la zona de Tampico; elemento que fue utilizado como modulo base para el Diseño de esta edificación (Roux, 1990; Roux, 1999).

El diseño de la vivienda se realizó resolviendo un proyecto arquitectónico para una familia promedio mexicana (Fuente: INEGI 2005) compuesta de 4 miembros, el cual fue resuelto en dos plantas, cuyo espacio total es de 78.43 m². En la planta baja se localiza el acceso, la sala – comedor, la cocina, las escaleras y un cuarto de baterías cuyo acceso es por la parte exterior de la vivienda; en la planta alta se localizan dos recamaras y un baño completo.

La superficie de cada uno de los espacios fue determinado realizando un estudio de áreas, en las cuales fueron consideradas las actividades que debían realizarse en las mismas, pero también se tomo como referente las medidas establecidas por el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT) para una vivienda de interés social medio.

Una de las prioridades establecidas en el proyecto, era minimizar el uso del acero en la edificación, por lo cual, constructivamente hablando la vivienda de BTC, no tendría soportes verticales, por lo cual su diseño implicaba la consideración de establecer muros de carga, para solventar este elemento constructivo.

La distribución del diseño originalmente planteado para este proyecto, se ajusto a la medida del BTC, la cual sirvió para determinar las medidas finales de cada uno de los espacios en los cuales consistía este prototipo, mismos que a la postre dieron las siguientes plantas arquitectónicas:

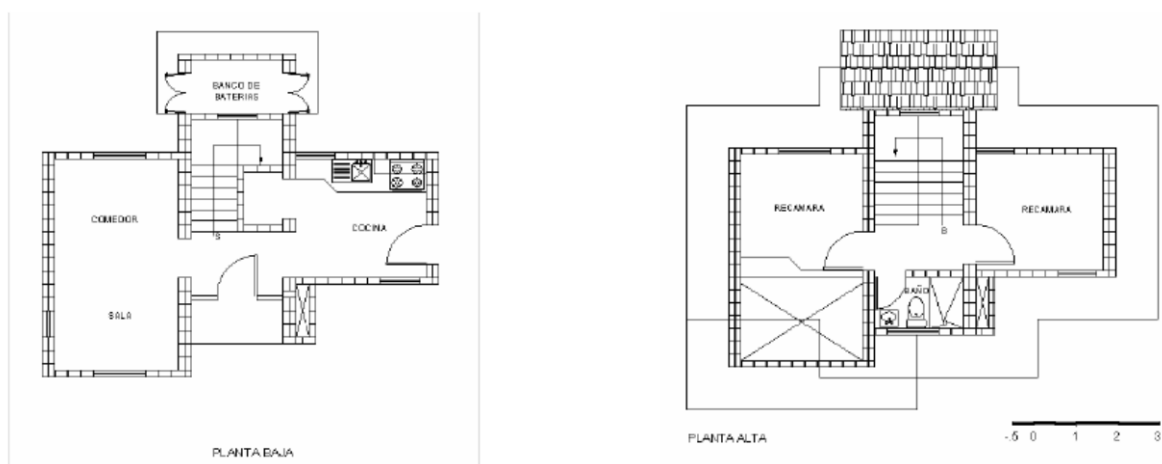


Figura 1 – Plantas del modelo de edificación sustentable con tierra

Los BTC's que se utilizaron en la vivienda, tienen las siguientes medidas, 10 cm de alto, 14 cm de ancho y 28 cm de largo. ¿Porque estas medidas?, esto debido a que la máquina Adopress 2000, modelo con que cuenta la Facultad de Arquitectura, viene con un molde que determina este tamaño para el producto, aunque se debe precisar que éstas son las medidas más usadas por otras marcas fabricantes de adoberas mecanizadas.

Una de las ventajas de la modulación basada en el BTC es que permitió tener el menor desperdicio posible, ya que por ejemplo al usar el caso de los muros pareados, se tenía la posibilidad de la mitad del BTC, fuera utilizado en otra esquina, así mismo, la modulación permitió también que se pudieran usar modelos comerciales y estándares, tanto para puertas como ventanas, así como en los entarimados usados para el entrepiso y techo.



Figura 2 – Detalles de colocación del BTC en el modelo de vivienda

Con respecto al reciclaje, el BTC presenta una ventaja sustancial, ya que al estar elaborado con tierra y un porcentaje mínimo de cemento, los bloques que se debían cortar, se podían volver a triturar y reutilizar para hacer más BTC.

A continuación se describe el proceso constructivo utilizado en el prototipo:

- Cimentación – La cimentación está realizada a base de zapatas corridas de concreto $f'c = 200 \text{ kgf/cm}^2$ y armadas con varilla No. 3 @ 20 cm^1 en ambos sentidos de 80 cm de ancho y 15 cm, de espesor.
- Cadenas de cimentación – Son de concreto $f'c = 150 \text{ kgf/cm}^2$ armadas con cadenas pre-armada con 4 varillas de un diámetro de $\frac{1}{4}$ " de 15 cm de ancho y 20 cm de alto.
- Rodapié – El rodapié es a base de bloques de concreto de 15 cm x 20 cm x 40 cm, juntados con mortero cemento – arena en proporción 1:4, se dejaron dos hiladas arriba del nivel de firme, los refuerzos son a base de castillos ahogados en los bloques con una varilla del No. 3 @ 1.00 m.
- Impermeabilización de cimentación – La impermeabilización de la cimentación es a base de emulsión asfáltica a una mano.
- Firmes – Son de concreto simple $f'c = 100 \text{ kgf/cm}^2$ de 10 cm de espesor, sobre relleno de material inerte.
- Muros – Los muros son de BTC de 10 cm x 14 cm x 28 cm juntados con mortero cal – arena en proporción 1:1, el agua de mezclado incluía mucílago de nopal, los muros longitudinales son de 28 cm de espesor y los transversales son de 14 cm de espesor.

- Dinteles – En claros de puertas y ventas se colocaron dinteles a base de vigas de madera de 4" x 6" y del ancho de las puertas o ventanas, dejándose como anclaje 30 cm por cada lado del claro.
- Losa de entepiso – La losa de entepiso es a base de vigas de 4" x 6", colocadas a cada 61 cm, dichas vigas se fijaron a las cadenas de cerramiento por medio de taquetes de expansión de 5/16" y placas de 2" x 2" x 1/4" con cuatro tornillos de 3", posteriormente se colocaron hoja de triplay de 1.22 m x 2.44 m x 0.019 m ancladas a las vigas con tornillos de 2 1/2", por último se le aplicó una mano de emulsión asfáltica como protección adicional. Toda la madera se protegió con un fungicida anti – termitas a dos manos y posteriormente se barnizó.
- Losa de Azotea – La losa de azotea es a base de vigas de 2" x 4", colocadas a cada 61 cm, dichas vigas se fijaron a las cadenas de cerramiento por medio de taquetes de expansión de 5/16" y placas de 2" x 2" x 1/4" con cuatro tornillos de 3", posteriormente se colocaron hoja de triplay de 1.22 m x 2.44 m x 0.019 m ancladas a las vigas con tornillos de 2 1/2", por último se le aplicó una mano de emulsión asfáltica como protección adicional, cartón asfáltico e impermeabilizante prefabricado integral.
- Acabados interiores y exteriores – Los acabados de muros interiores y exteriores son a base de mortero cal – arena en proporción 1:1, el agua de mezclado contiene mucílago de nopal con la finalidad de mejorar su impermeabilidad. En área de baño el aplanado es de cemento – arena en proporción 1:4.
- Los pisos son de loseta cerámica vitrificada, de 33 cm x 33 cm pegados en planta alta con pegamento especial y en planta baja con pegazulejo.
- En el área de baño se coloca en piso azulejo antiderrapante y en el área de regadera se coloca lambrin de azulejo de 20 cm x 20 cm. La Impermeabilización en el área de baño se reforzó al colocar una placa de tabla-cemento.
- Instalaciones – La Hidráulica son con base de tubos de polipropileno de alta densidad, las sanitarias a base de tubos de PVC, las eléctricas con tubos "conduit" metálico cédula 20 con cables del # 12, la instalación eléctrica en el modelo es mixta, debido a que las luminarias se manejan por medio de energía solar con una fotocelda, una batería y su inversor. Para energía en los contactos se utiliza la suministrada por la red.

Con esto se puede establecer las siguientes condiciones de sustentabilidad para el prototipo de vivienda con BTC:

1. Construcción a base de materiales reciclados, recuperados y residuos.

Es conveniente mencionar que no todo el material fue reciclado, de hecho el poco material que se rompió no fue más del 2% se recicló, en razón a que además se usaron materiales alternativos regionales.

2. Diseño bioclimático.

El diseño de la vivienda contempla aspectos bioclimáticos que hacen que sea mucho más eficiente, uno de los principales es su orientación que permite aprovechar al máximo, tanto la ventilación natural como la luz solar que sirve para producir energía eléctrica, en cuanto a la climatización el aprovechamiento de la ventilación natural permite que el aire caliente pueda ser extraído de la vivienda de manera natural por medio de la formación de un termosifón.

Indicadores sostenibles conocidos:

La vivienda presenta un bajo consumo energético por contar con elementos de transformación de energía solar a electricidad por medio de fotoceldas y convertidores

de energía continua a alterna; tiene tratamiento de las aguas negras, además de la utilización de materiales de construcción de bajo consumo energético, y de reducido uso de cemento y de acero.



Figura 3 – Detalle en corte del modelo y fotografía actual del mismo

3. Pavimentos a base de residuos:

En este apartado no aplica al modelo de prototipo, sin embargo, se ha considerado viable para una readaptación en la repetición del modelo, el cual tendrá que ser corregido en las etapas en las cuales se detectaron posibles mejoras. Estas mejoras incluyen la eliminación de los soportes horizontales a nivel de piso y entrepiso, así como mejorar el diseño de la techumbre, la cual ha sido un elemento que genera un incremento notorio de calor.

4. Estructura flexible.

La utilización de madera en la estructura de losas, hizo más versátil la estructura y, sobre todo, de menor costo. Este material tiene la ventaja de ser recuperable en un porcentaje superior al 70%, si se presentase una modificación en la estructura de la edificación.

5. Reducido precio.

Se logró realizar una vivienda de 78,42 m² con casi el mismo costo de producción que si se hubiese edificado una vivienda convencional, pero cuya superficie sólo es de 42,00 m². El costo de esta vivienda convencional esta especificado por el INFONAVIT, el cual lo estipula como de \$ 18.000,00 dólares, a un costo de \$ 428,00 dólares aproximadamente por m² de construcción, mientras que la vivienda prototipo de BTC tuvo un costo aproximado por m² de construcción de \$ 285,00 dólares, es decir se redujo el costo en un 44%, mismo que permitió que se pudiera edificar una vivienda con mayor área habitable con el mismo costo que el de las casas comercializadas por el mercado inmobiliario de la región sur de Tamaulipas.

El costo del prototipo realizado por los métodos convencionales hubiese sido de \$ 33.762,16 dólares, en contrapartida del costo final del prototipo el cual fue de un poco más al equivalente \$ 22.000,00 dólares, incluyendo las fotoceldas solares.

6. Nuevos materiales experimentales y ecológicos

Aún de no ser propiamente nuevos materiales, pues se consideran como materiales tradicionales regionales, los BTC's se han mejorado en sus características físicas, mecánicas y químicas sobre el adobe tradicional, a través de un proceso científico previamente realizado, con la finalidad de mejorar su resistencia a las condicionantes climáticas propias de un clima subtropical húmedo.

7. Separación de aguas. Sólo las aguas grises de las negras se separaron, con la finalidad de facilitar el tratamiento de las aguas servidas.

3. CONCLUSIONES

En conclusión podemos decir que, como gran parte de los teóricos han expresado, las grandes deficiencias de las edificaciones se presentan cuando no es resuelto desde el escritorio los múltiples problemas que una vivienda puede tener, y que no siempre implican exclusivamente la resolución de aspectos meramente estéticos, sino que en muchos de los casos se deben incluir otros aspectos.

En relación con este proyecto, se concluye que, aún sin haber sido una premisa originalmente planteada, la utilización del BTC como elemento modular, permitió reducir significativamente diversos aspectos que no se dan en las edificaciones construidas con métodos convencionales construidas en la zona, los cuales se describen a continuación:

- La reducción en el costo de la vivienda se redujo en un 40%.
- El área habitable se aumentó, como consecuencia del costo del prototipo.
- La cantidad de acero y cemento utilizado en la edificación se redujo en un 67% con respecto al utilizado en las viviendas convencionales.
- La reutilización y/o reintegración al suelo de los bloques que presentaron defectos en su elaboración sin afectar el medio ambiente circundante.
- El uso de modelos estándar de ventanas y puertas, así como para el entarimado de piso y entrepiso, que fueron fácilmente adaptables al modulo base del BTC

Por todo lo anterior podemos decir que la sustentabilidad del prototipo de vivienda esta verificado, dado que se establece al haber utilizado materiales con una reducida emisión de CO₂ en su producción, además de disminuir el uso de materiales contaminantes como el cemento y el acero, aunado a la utilización de sistemas de energía renovable y tratamiento primario de aguas residuales, además de haberse logró una disminución de residuos constructivos, con la utilización del tabique o BTC como unidad modular del diseño, lo cual nos permite establecer ese criterio como una de las premisas para un diseño de viviendas sustentables.

BIBLIOGRAFÍA

FELIX Troche, Salvador (2008) *"El camino hacia la vivienda sustentable"*. (en red): Disponible en: <http://www.cnnexpansion.com/obras/pulso-de-la-construccion/el-camino-hacia-la-vivienda-sustentable>

FREIRE, Juan (2007) "Sostenibilidad urbana y arquitectura: del contenido al contexto" (en red): http://nomada.blogs.com/jfreire/2007/03/sostenibilidad_.html

GONZÁLEZ G., Juan Fernando (2007) *"Vivienda Verde, Vivienda Sustentable"*, Revista Construcción y Tecnología N° 229 Junio 2007, 40-44. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto AC

PÉREZ, Arnal, Ignasi (2005) *"En 10 años la construcción será sostenible o no será"*. Hacia una Arquitectura sostenible p. 31-47.

PÉREZ, Arnal Ignasi (1992) "Ecodiseño en el sector de la construcción". Disponible en: http://www.ecodes.org/pages/especial/ecodiseno/ignasi_perez.asp

ROUX Gutiérrez, Rubén Salvador (1990). *"Utilización del material adobe para la vivienda popular en la zona Conurbada de la Desembocadura del Río Pánuco"*. Tampico: Facultad de Arquitectura de la U.A.T.

ROUX Gutiérrez, Rubén Salvador (1999). *"Influencia del cemento Pórtland Tipo I en la fabricación de ladrillos de adobe tecnificado en Tampico, Tam"*. Tampico: Universidad de Sevilla.

SERPENTINO, Roberto; MOLINA, Hernán, (2007) *"Arquitectura Modular basada en la Teoría de Policubos"* Universidad Nacional de Tucumán, Argentina.

VELÁSQUEZ Rangel, Armando J (sf), "*Incidencia Ecológica de los proyectos de viviendas sustentables*", (en red): Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos24/incidencia-ecologica/incidencia-ecologica.shtml>

NOTAS

1 – armada con varilla con diámetro de 3/8" a cada 20 cm.

AUTORES

Víctor Manuel García Izaguirre: Doctor en Ciencias de la Educación por la Universidad de Sevilla, España. Jefe de la División de Estudios de Posgrado y Educación Continua de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo (FADU), Catedrático Investigador y Miembro del Cuerpo Académico de Diseño y Edificación Sustentable (CADyES) de la FADU de la Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT).

Rubén Salvador Roux Gutiérrez: Doctor en Arquitectura por la Universidad de Sevilla, España. Jefe del Departamento de Investigación de la FADU, Catedrático Investigador y Jefe del CADyES de la FADU – UAT; Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Categoría 1.

José Adán Espuna Mújica: Doctor en Arquitectura, por la Universidad de Sevilla, España. Catedrático Investigador y Miembro del CADyES de la FADU – UAT.

Eduardo Arvizu Sánchez: Arquitecto y Maestro en Valuación, Director de la FADU – UAT, Catedrático Investigador y Colaborador del CADyES de la FADU - UAT.



POTENCIAL DO SOLO DE JUAZEIRO DO NORTE PARA FABRICAÇÃO DE BLOCOS PENSADOS DE TERRA CRUA

Soenia Marques Timoteo de Sousa¹, Normando Perazzo Barbosa², Khosrow Ghavami³, Cícero Irlando S. Freitas⁴ e João Dellonx Sousa Regis⁵

¹ Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará, Juazeiro do Norte, CE, Brasil
Tel: (55 83) 3045 2858 soenia.marques@gmail.com

² Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, Brasil
Tel: (55 83) 3216 7310 nperazzo@yahoo.com.br

³ Depto. Engenharia Civil, PUC – Rio de Janeiro, tel. (21) 2294-8167, ghavami@civ.puc.rio.br

⁴ Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará, Juazeiro do Norte. Tel: (55 83) 9143 7720

⁵ Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, Brasil
Tel: (55 83) 3225 1812 joadellonx@hotmail.com

Palavras-chave: terra crua, estabilização de solos, blocos pensados

RESUMO

O solo de Juazeiro do Norte, localizado na Região do Cariri, no Estado do Ceará, apresenta características peculiares em relação aos encontrados em todo o Brasil e possui potencial para ser usado na produção de blocos pensados de terra crua. E pode se constituir numa alternativa para diminuir o grande déficit habitacional do país, além de não poluir o meio ambiente e ser acessível às populações carentes. Para conhecimento deste solo, realizou-se a sua caracterização. Posteriormente, determinaram-se as propriedades mecânicas dos blocos através dos ensaios de resistência a compressão simples e a tração indireta. O comportamento dos blocos frente à água foi investigado pelo ensaio de absorção. A durabilidade e a variação dimensional dos blocos foram estudadas. Os resultados obtidos mostraram que o solo apresenta características granulométricas, resistência mecânica e durabilidade favoráveis a confecção de blocos pensados, sendo uma alternativa viável, sob os pontos de vista técnico, econômico e ecológico, levando à redução dos custos do produto final e o aproveitamento racional dos recursos naturais e humanos.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional acelerado associado a falta de recursos financeiros colocam a questão da moradia como um dos problemas mais sérios que a humanidade enfrenta, prevendo-se um déficit habitacional de 500 a 600 milhões de unidades para os próximos anos.

Os recursos energéticos em processo de escassez, os materiais não renováveis que são desperdiçados, causando poluição permanente e a preocupação com a ecologia, vem fazendo com que o homem procure soluções mais viáveis sob ponto de vista tecnológico, considerando a redução dos custos do produto final e o aproveitamento racional dos recursos naturais. Desejam-se construções com pouco investimento financeiro e qualidade como ambiente saudável e higiênico, com diminuição do consumo de energia, redução da poluição ambiental e preservação dos recursos naturais.

Como os produtos industrializados são mais caros, com alto consumo de energia e requerem processos centralizados, os materiais não convencionais, que são abundantemente ofertados pela natureza e podem gerar tecnologias apropriadas, tem despertado o interesse dos pesquisadores, que vêm estudando, o desenvolvimento e resgate dos materiais e técnicas que favoreçam a diminuição da falta de moradia, sobretudo em países em desenvolvimento. Entre estes materiais destaca-se a terra. Na França, a Ecole d'Architecture de Grenoble oferece um curso de mestrado em Arquitetura da Terra. Ligado a essa escola, foi criado o Centro Internacional da Construção com Terra (CRATerre), que dispõe de acervo bibliográfico sobre a terra crua e procura difundir seu emprego por todos os continentes (Houban e Guillaud, 1989; Dethier, 1993).

E no Brasil, foi criado em 1996 a Associação Brasileira de Técnicas e Materiais não Convencionais, idéia do prof. K. Ghavami da PUC-Rio. Na Universidade Federal da Paraíba, os materiais não convencionais, como a terra crua foi estudada sob forma de tijolos prensados e de adobes (Sousa, 1993, 1996; Barbosa e Mattone, 1996) e de painéis de paredes de tijolos comprimidos (Sousa, Magalhães e Barbosa, 1996). A experiência de implantação da tecnologia construtiva de blocos prensados de terra crua, que teve grande aceitação por parte da comunidade carente no Estado da Paraíba tem mostrado a viabilidade do uso deste material (Barbosa, 1996). No CEFET-Ceará Uned/Juazeiro do Norte, foi realizada a pesquisa com blocos prensados com terra crua (Sousa, 2003).

A difusão da técnica da construção com terra através de projetos comunitários é de grande importância para as populações pobres que teriam uma ocupação e uma oportunidade de mostrar até a si próprias que são capazes de produzir algo de concreto e de qualidade, sendo dado a estas comunidades o acompanhamento técnico periódico necessário. Portanto, o conhecimento sobre o material terra é imprescindível para que seu uso seja feito adequadamente, evitando desta forma, que o esforço para o resgate desta técnica se perca.

Este artigo apresenta o estudo de caracterização do solo de Juazeiro do Norte, Estado do Ceará, para uso na confecção de blocos prensados de terra crua e o estudo das propriedades mecânicas dos blocos para se verificar a sua viabilidade de utilização em construções de baixo custo em comunidades carentes.

2. MATERIAIS E METODOLOGIA

2.1. Materiais

O material usado foi o solo de Juazeiro do Norte, do Estado do Ceará. Como estabilizantes foram utilizados: cimento CPPII-Z 32 fabricado pela ITAPUI, na cidade de Barbalha-CE e a cal calcítica, fabricada na cidade de Limoeiro do Norte-CE. Utilizou-se a água potável do sistema de abastecimento de água fornecida pela CAGECE – Companhia de Abastecimento de Água e Esgoto do Estado do Ceará.

2.2. Equipamentos de ensaio dos blocos e corpos-de-prova

Nos ensaios de resistência à compressão simples usou-se a prensa hidráulica da EMIC com velocidade de ensaio de 0,8 kN/s a 6,5 kN/s, esta era controlada pelo operador do equipamento.

Utilizou-se na moldagem dos blocos a prensa manual comercializada pela Sahara, tipo modular 12,5x25, que produz um bloco por vez e, com três operadores bem treinados, pode atingir a média de 500 a 1000 de tijolos diários. A prensa pesa 150 kg e é de fácil manuseio. Os blocos apresentam as seguintes dimensões: 12,5 cm de largura, 25 cm de comprimento, 6,25 cm de espessura e furos internos de 6,66 cm. São necessários 58 blocos assentados com um leve filete de argamassa de solo-cimento para se confeccionar 1 m² de parede.

2.3. Metodologia

2.3.1. Solos

Para a caracterização dos solos no estado natural e da associação de solos foram executados os ensaios indicados na tabela 1, de acordo com a norma especificada:

Tabela 1 – Ensaio de caracterização dos solos

ENSAIO	NORMAS
Granulometria por peneiramento e sedimentação	ABNT (NBR-7181)/1984
Limites de Atterberg: - Limite de liquidez	ABNT (NBR-6459)/1984
- Limite de plasticidade	ABNT (NBR-7180)/1984
Massa específica dos grãos	ABNT (NBR-6508)/1984

2.3.2. Blocos

2.3.2.1. Ensaio de resistência à tração indireta

Utilizou-se o ensaio de tração por compressão transversal, que é relativamente simples e consiste na aplicação de carga distribuída transversalmente no centro do bloco. Para melhor distribuir as cargas foi colocada uma chapa de aço com espessura de 2 mm como ilustra o esquema da figura 1(A). O ensaio foi executado na prensa hidráulica da EMIC, conforme figura 1(B).

Os blocos ao se romperem eram divididos em duas partes iguais, que posteriormente eram aproveitados na execução do ensaio de resistência à compressão simples. Com o mesmo bloco, fizeram-se os dois ensaios obtendo-se, assim, a correspondência entre as duas resistências de tração e compressão.

Os blocos passaram pelo processo de cura úmida por aspersão de água e posteriormente os espécimes eram cobertos com lona plástica, durante um período de 7, 28, 60 e 90 dias.

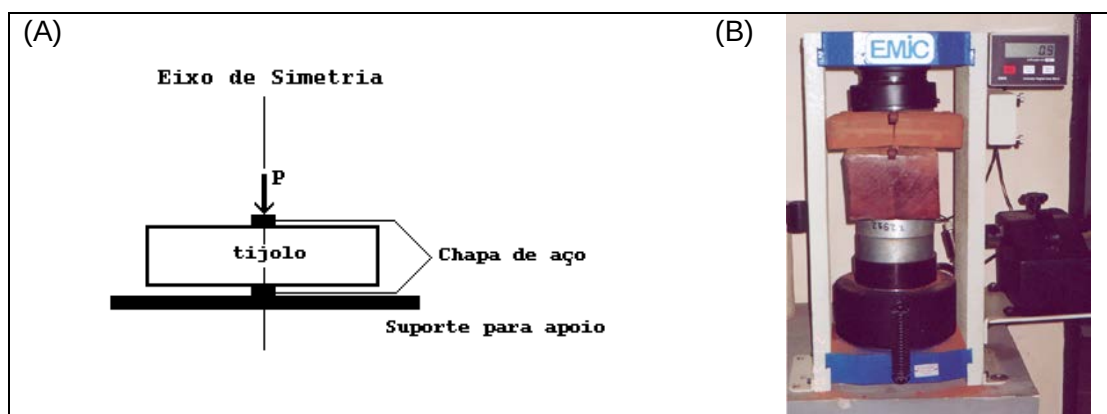


Figura 1 – (A) Esquema do ensaio de resistência a tração e (B) realização do ensaio

A tensão de ruptura (σ) foi obtida como proposta em Olivier et alli (1995), pela expressão (1)

$$\sigma = 2F/\pi.b.t \dots\dots\dots(1)$$

Onde: F = Força de ruptura

b = espessura do bloco

t = largura do bloco

2.3.2.2. Ensaio de resistência à compressão simples

Para este ensaio aproveitou-se o bloco utilizado no ensaio à tração. As duas partes de cada bloco rompido à tração eram unidas (estando as superfícies cortadas invertidas) e capeados para regularização da superfície de modo que as cargas ficassem uniformemente distribuída

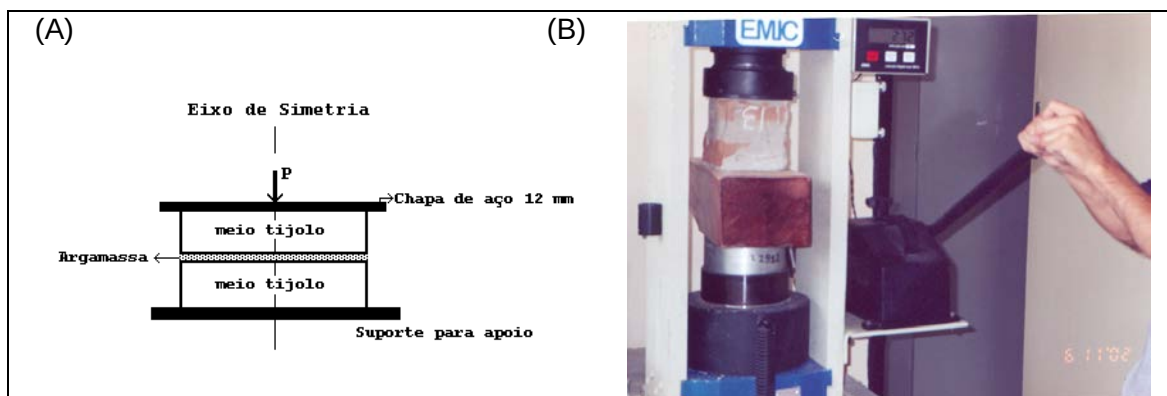


Figura 2 – (A) Esquema do preparo do bloco para o ensaio de resistência à compressão simples e (B) Execução do ensaio

no momento da execução do ensaio a compressão. Os blocos foram colados com pasta de cimento de espessura de 2 mm, posteriormente foi feito o capeamento com o mesmo material até que o bloco ficasse nivelado. Antes do ensaio, os blocos eram medidos, obtendo-se a altura e a área da seção onde a carga seria aplicada. Para as medições utilizou-se o paquímetro com precisão de 0,01 mm. O esquema do ensaio de resistência está ilustrado na figura 2 (A) e pode ser visto na figura 2 (B).

2.3.2.3. Absorção por imersão

Nos blocos em que se usaram aditivos foram feitos testes de absorção de água, de acordo com a ABNT (NBR-8492/1984). Os blocos ficaram curando durante o período 7, 28, 60 e 90 dias. Os blocos estabilizados com cal e cimento foram mantidos úmidos durante todo o processo de cura, utilizou-se lona plástica para reter a água de evaporação dos blocos. O ensaio de absorção consistiu em secar os blocos em estufa a 105°C, até consistência de massa; em seguida os blocos foram imersos em um recipiente com água durante 24 horas. Após este período, os blocos eram tirados, enxutos superficialmente com um pano úmido e pesados. Para a determinação da absorção utilizou-se a seguinte fórmula (2):

$$\text{Absorção (\%)} = \frac{M_h - M_s}{M_s} \times 100 \dots\dots\dots(2)$$

Onde: M_h = Massa do bloco úmido
 M_s = Massa do bloco seco

2.3.2.4. Variação dimensional

Com objetivo de verificar as ocorrências de variações significativas nas dimensões dos blocos durante o processo de secagem foram feitas medições nos blocos. As leituras foram realizadas após 7, 28, 60 e 90 dias.

Tomou-se como referência o valor medido, no dia seguinte a fabricação do bloco, quando o mesmo oferecia alguma resistência para ser manuseado. Foram realizadas três leituras nas direções do comprimento (C), Largura (L) e espessura (E) dos blocos. Os blocos eram marcados com giz no local, como na figura 3.



Figura 3 – Blocos marcados com giz para medição de sua variação dimensional

As variações dimensionais foram calculadas pela fórmula (3):

$$\text{Variação dimensional} = [(L_o - L_i)/L_o] \times 100 \dots\dots\dots (3)$$

Onde: L_o = Leitura inicial numa das três direções.
 L_i = Leitura final na mesma direção.

2.3.2.5. Durabilidade

Adotou-se o método de ensaio proposto pela ABCP para o solo-cimento, Método SC-3 (ABCP,1977). Este corresponde aos ensaios de perda de massa devido a ciclos de molhagem e secagem. Utilizou-se o método A para os solos com mistura de cal (6%) e

mistura de cimento (6%). Para mistura com 10% de cimento foi usado o Método B, bem mais agressivo.

Método A – foram realizados 12 ciclos de 48 horas, sendo cada um deles com 5 horas de imersão em água, 43 horas de secagem em estufa a 105°C. Como no período de uma hora de resfriamento antes da pesagem, começava haver ganho de peso em consequência da absorção da umidade do ar pelos blocos, então eliminou-se este intervalo e a pesagem foi feita logo após a retirada do bloco da estufa. Após 12º ciclo foi feita a escovação do espécime e verificada a perda de peso do bloco após esta escovação.

Método B – com 12 ciclos de 48 horas e com escovação após cada ciclo.

As escovações foram feitas no menor espaço de tempo possível para que os blocos absorvessem apenas o mínimo de umidade do ar, uma vez que eles eram pesados antes e após cada escovação. Aplicaram-se escovações em movimento de vai-vem, cobrindo totalmente toda a área do espécime. Como se pode ver na figura 4.



Figura 4 – Ensaio de durabilidade: escovação do bloco com escova de aço

Para o ensaio de durabilidade foram utilizados cinco blocos para cada mistura em estudo. A cura se deu no período de 7, 28, 60 e 90 dias tanto para a mistura com cal quanto para com cimento. Após a cura os blocos eram identificados com giz de cera, como medida de segurança, já que os blocos passariam por períodos de molhagem e secagem necessitando de identificações resistentes para evitar uma possível mistura entre eles.

Utilizou-se uma balança do tipo comum, de dois pratos, onde o tijolo ficava num dos pratos, e o peso de 1,50 kgf, equivalente a força correspondente à força de escovação, no outro prato.

3. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Tabela 2 – Caracterização do solo de Juazeiro do Norte

GRANULOMETRIA - ABNT	
Pedregulho (acima de 4,8 mm)	0,1%
Areia grossa (4,8 a 0,84 mm)	2,9%
Areia média (0,84 a 0,25 mm)	32,0%
Areia fina (0,25 a 0,05 mm)	39,0%
TOTAL DE AREIA	74,0%
Silte	8,0%
Argila	18,0%
Silte + argila	26,0%
LIMITES DE ATTERBERG	
Limite de Liquidez	22,65%
Limite de Plasticidade	15,55%
Índice de Plasticidade	7,00%
CLASSIFICAÇÃO H.R.B. – Areia argilo-siltosa	
COR – castanho avermelhado	

Observa-se na tabela 2, que a quantidade de areia de 74,0% e uma quantidade de silte+argila de 26,0% que confere ao solo plasticidade para a modelagem dos blocos, porém este solo necessita de aditivos como cimento ou cal para garantir sua estabilidade em presença da água.

Ainda se pode verificar na tabela 2 que os valores obtidos de limite de liquidez $LL = 22,65\%$ e limite de plasticidade $LP = 15,55\%$ são valores considerados aceitos pelo CEPED (1999), que recomenda para solo-cimento $LL \leq 45\%$ e $LP = 18\%$.

Na curva granulométrica da figura 5 pode-se observar que o solo é ideal para fabricação de blocos de terra crua não sendo necessária estabilização granulométrica.

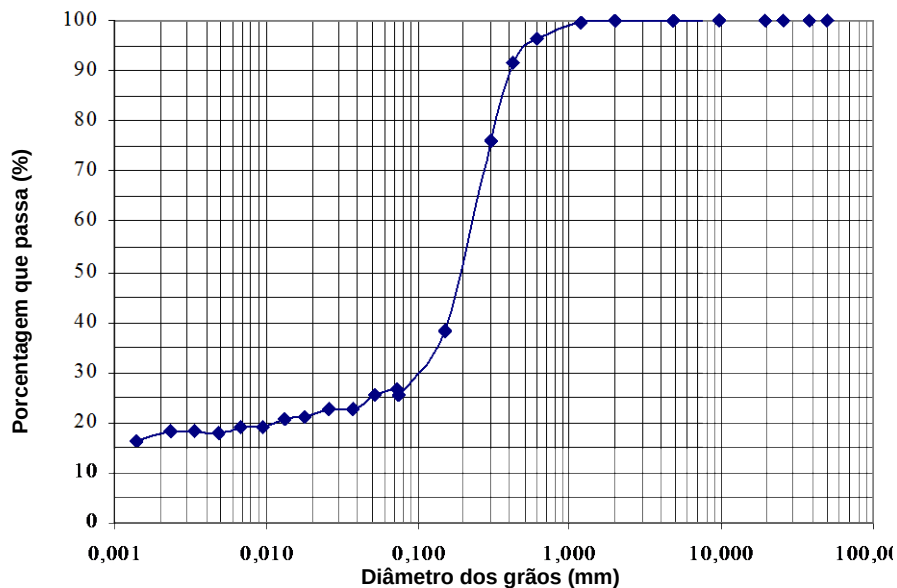


Figura 5 – Curva granulométrica do solo natural de Juazeiro do Norte

Verifica-se na tabela 3, que as misturas estabilizadas com o cimento produziram melhores resultados do que com o solo estabilizado com cal. Aos 28 dias de cura as misturas estabilizadas com 6% e 10% de cimento atingiram valores de 2,47 MPa e 4,00 MPa respectivamente. Observa-se que aos 60 dias de cura o solo com 6% de cimento atingiu o valor de 2,15 MPa e o solo com 10% de cimento atingiu o valor de 4,50 MPa, apresentando um ganho de resistência com o tempo. Estes valores são maiores do que os considerados para fabricação de blocos prensados de terra crua, podendo-se utilizar perfeitamente estas proporções na confecção de blocos.

Aos 90 dias ocorreu uma pequena queda de resistência para todos os tipos de mistura, mesmo assim os valores de 2,12 MPa para 6% de cimento e 3,86 MPa para 10% de cimento, continuam sempre superiores aos considerados na fabricação de blocos de terra crua, que está em torno de 1,7 a 2,0 MPa.

Tabela 3 – Resultados do ensaio de Resistência a Compressão Simples dos tijolos confeccionados com o solo de Juazeiro do Norte

MISTURA	RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO SIMPLES (MPa)			
	7 dias	28 dias	60 dias	90 dias
Solo Natural	0,29	0,27	0,31	0,28
Solo + Cal (6%)	0,38	0,82	0,84	0,81
Solo + Cimento (6%)	1,33	2,47	2,15	2,12
Solo + Cimento (10%)	2,00	4,00	4,50	3,86

Observa-se na tabela 4 que os melhores resultados obtidos foram alcançados pelo solo estabilizado com o cimento nos teores de 6% e 10 %. Verifica-se que para todas as misturas há um ganho de resistência a tração com o tempo de cura.

Tabela 4 – Resultados do ensaio de Resistência a Tração Indireta dos blocos confeccionados com o solo de Juazeiro do Norte

MISTURA	RESISTÊNCIA A TRAÇÃO INDIRETA (MPa)			
	7 dias	28 dias	60 dias	90 dias
Solo Natural	0,21	0,22	0,23	0,25
Solo + Cal (6%)	0,26	0,40	0,37	0,46
Solo + Cimento (6%)	0,38	0,83	1,19	1,19
Solo + Cimento (10%)	0,63	1,08	1,89	2,00

Não se observa, na tabela 5, variações dimensionais consideráveis em nenhuma das, sendo os valores obtidos muito baixo, praticamente desprezíveis.

Tabela 5 – Variação Dimensional dos blocos confeccionados com o solo de Juazeiro do Norte

MISTURA	VARIAÇÃO DIMENSIONAL %											
	7 dias			28 dias			60 dias			90 dias		
	C	L	E	C	L	E	C	L	E	C	L	E
Solo Natural	0.4	0.3	0.8	0.6	0.2	0.2	0.4	0.2	0.5	0.2	0.4	0.7
Solo + Cal (6%)	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.4	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.6
Solo + Cimento (6%)	2.2	0.1	0.4	0.1	0.1	0.6	0.1	0.1	0.6	0.1	0.2	0.5
Solo + Cimento (10%)	0.0	0.0	0.0	0.4	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1

C – comprimento, L – largura e E – espessura

Observa-se, na tabela 6, que os blocos confeccionados com o solo no estado natural não ofereceram nenhuma resistência a água, desmanchando-se completamente, em poucos segundos, quando posto em imersão. Observa-se que os resultados para os solos estabilizados não apresentaram grande variação atingindo o valor máximo de 13,91% para a mistura com 6% de cimento, 14,30% para a mistura com 6% de cal e 12,82% para mistura com 10% de cimento. Segundo Picci et al (1996), os blocos de terra podem atingir valores de absorção em torno de 20% a 26%, sendo estes valores superiores aos atingidos pelas misturas, indicando que estas podem ser utilizadas na fabricação de blocos prensados de terra crua.

Tabela 6 – Resultados do ensaio de absorção dos blocos confeccionados com o solo de Juazeiro do Norte

MISTURA	ABSORÇÃO (%)			
	7 dias	28 dias	60 dias	90 dias
Solo Natural	-	-	-	-
Solo + Cal (6%)	14,25	14,30	13,66	13,65
Solo + Cimento (6%)	12,67	13,36	13,91	13,49
Solo + Cimento (10%)	12,82	11,92	11,21	11,32

Verifica-se na tabela 07, que os blocos submetidos ao ensaio de durabilidade apresentaram uma perda de massa muito pequena para todas as misturas, o valor máximo atingido foi de 4,72 % para a mistura com 6% de cal, sendo estes valores considerados aceitáveis para os blocos prensados de terra crua.

Tabela 7 – Resultados do ensaio de durabilidade dos blocos confeccionados com o solo de Juazeiro do Norte

MISTURA	DURABILIDADE – Método A por perda de massa (%)			
	7 dias	28 dias	60 dias	90 dias
Solo Natural	-	-	-	-
Solo + Cimento (6%)	2,66	2,83	2,79	2,62
Solo + Cal (6%)	2,57	2,91	2,63	4,72

Não foi possível executar os ensaios de durabilidade para os blocos no seu estado natural, pois não ofereciam nenhuma resistência à água, desmanchando-se logo em seguida após a colocação do bloco em imersão.

Para a mistura de solo com 10% de cimento usou-se o método B de ensaio de durabilidade muito mais agressivo do que o método A, pois os blocos eram escovados após cada ciclo. Os resultados são mostrados na tabela 8.

Tabela 8 – Resultados do ensaio de durabilidade dos blocos confeccionados com o solo de Juazeiro do Norte

MISTURA	DURABILIDADE – Método B por perda de massa (%)			
	7 dias	28 dias	60 dias	90 dias
Solo Natural	-	-	-	-
Solo + Cimento (10%)	3,05	3,30	3,10	3,10

Conforme se pode observar na Tabela 8, o solo estabilizado com 10% de cimento apresentou praticamente a mesma ordem de grandeza em relação as outras misturas, sendo tão resistente a abrasão quanto àquelas, ainda que utilizando o método B, mais agressivo, com doze ciclos de molhagem e secagem, com escovação em cada ciclo.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento sobre o material terra é imprescindível para que seu uso seja feito de forma apropriada.

Os blocos prensados mesmo sem uso de aditivos apresentam um melhor aspecto em relação às casas de taipa.

Para pequenas construções, 6% de cimento numa terra adequada já conduz a um produto capaz de resistir à ação da água e aos carregamentos de serviço com grande folga, sendo economicamente viáveis.

É necessário o uso de estabilizantes químicos como a cal e o cimento para os blocos empregados nas paredes externas, que estarão sujeitas à ação da água. Mas os blocos prensados sem aditivos funcionam perfeitamente, quando as paredes são adequadamente revestidas com argamassas confeccionadas com uma pequena percentagem de cimento ou cal.

Pode-se fazer o uso destes blocos, em alvenarias internas de vedação, protegidas da ação das chuvas, sem adicionar estabilizantes que quase sempre tem custos inacessíveis para as populações pobres.

Esse tipo de bloco prensado não precisa de revestimento e praticamente dispensa argamassa de assentamento.

A terra crua permite gerar uma tecnologia apropriada para populações excluídas do processo de desenvolvimento, sendo necessário, porém o acompanhamento técnico periódico.

BIBLIOGRAFIA

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Solo – Análise granulométrica, NBR 7181, 1984.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Solo – Determinação do limite de liquidez, NBR 6459, 1984.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Solo – Determinação do limite de plasticidade, NBR 7180, 1984.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Grãos de solos que passam na peneira de 4,8 mm – Determinação da massa específica, NBR 6508, 1984.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Tijolo maciço de solo-cimento – Determinação da resistência à compressão e da absorção d'água, NBR 8492, 1984.

ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland. Ensaio de durabilidade por molhagem e secagem – Método SC-3, 1977.

BARBOSA, N. P.; SOUSA, S. M.; MATTONE, R. Um método construtivo de casas populares com tijolos prensados de terra crua estabilizados com cimento. In: Quarto Congresso Brasileiro do Cimento, ABCP, São Paulo, vol. 3, nov. 1996, p. 263-276.

BARBOSA, N. P.; MATTONE, R. Estudos sobre tijolos de terra crua desenvolvidos na Universidade Federal da Paraíba e Politécnico di Torino. Anais do II Congresso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Juiz de Fora, maio, 1996.

BARBOSA, N. P. Construção com terra crua do material à estrutura. Monografia para Professor Titular da área de Estruturas do departamento de Tecnologia da Construção Civil da UFPB, João Pessoa, agosto, 1996.

CEPED – Centro de Pesquisa e Desenvolvimento. Manual de construção com solo-cimento. São Paulo: ABCP, 1984. 147 p.

DETHIER, J. Arquitetura da terra. Lisboa: Ed. Fundação Claust Gulbenkian, Portugal, 1993.

HOUBAN, H., GUILLAUD, H. *Traité de Construction en Terre*. Marseille: Edition Paranthèses, França, 1989.

OLIVIER, M; EL GHARBI, Z; MESBAH A. - Proposition d'une norme d'essai pour les blocs de terre comprimés. Document provisoire de travail, Labor. Geomateriaux, ENTPE, janvier, 1995.

PICCI, F. A.; CINCOTTO, M. A.; BARROS, J. M. C. Tijolos de solo-cal. IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas), São Paulo, 1996.

SOUSA, S. M. T. Tijolos de terra crua reforçada com fibras vegetais. Campina Grande: UFPB, 1993. 157p. Tese de Mestrado em Engenharia Civil - Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal da Paraíba, 1993.

SOUSA, S. M. T. Construções com terra: adobes, blocos prensados e lajes de terra-bambu. Campina Grande: DEC/CCT/UFPB. Relatório Parcial DCR-CNPq, fevereiro, 1996.

SOUSA, S. M. T.; MAGALHÃES, M. DA S.; BARBOSA, N. P. Experimentação de painéis de tijolos prensados de terra crua. In: Segundo Congresso de Engenharia Civil da UFJF, Juiz de Fora, Minas Gerais, maio, 1996.

SOUSA, S. M. T. Construções com terra crua: blocos de adobes e tijolos prensados. Juazeiro do Norte: CEFET/CE/Uned-JN. Relatório FUNCAP, 2003.

AUTORES

Soenia Marques Timoteo de Sousa - Eng. Civil, Mestre em Engenharia Civil-UFCG, doutoranda em Engenharia Mecânica pela UFPB, professora do CEFET-CE, Brasil.

Normando Perazzo Barbosa - Eng. Civil, Doutor pela Universidade Pierre et Marie Curie, professor titular do Depto. de Engenharia Civil da UFPB, Brasil.

Khosrow Ghavami, Prof. Titular do Depto. Engenharia Civil, PUC – Rio, RJ.

Cícero Irlando S. Freitas - Técnico em Edificações, CEFET-CE, Juazeiro do Norte, CE.

João Dellonx Regis Barboza de Souza - Químico Industrial, mestrando em Engenharia Mecânica UFPB, Brasil.



A INFLUÊNCIA DA “CURA COM MISTURA SOLTA” NO PREPARO DO KRAFTTERRA PARA A PRODUÇÃO DE BLOCOS DE TERRA COMPACTADA

Fernando Luis Campanella¹; Márcio Albuquerque Buson²; Rosa Maria Sposto³

(1) Universidade de Brasília – ENC/FT/UnB; Campus Universitário Darcy Ribeiro, ENC/FT, 70910-900, Brasília – DF, Brasil. Tel: (55 61) 3307-2301; nanocampanella@hotmail.com

(2) Universidade de Brasília – TEC/FAU/UnB; Campus Universitário Darcy Ribeiro ICC Norte Bloco A - FAU, 70910-900, Brasília – DF, Brasil. Tel: (55 61) 3307-2450; mbuson@unb.br

(3) Universidade de Brasília – ENC/FT/UnB; Campus Universitário Darcy Ribeiro, ENC/FT, 70910-900, Brasília – DF, Brasil. Tel: (55 61) 3307-2301; rmsposito@unb.br

Palavras-chave: kraftterra, cura com mistura solta, reciclagem

RESUMO

A produção de Blocos de Terra Compactada – BTCs – com a incorporação de fibras longas de papel Kraft proveniente da reciclagem de sacos de cimento vem sendo estudada em pesquisa de doutorado na Universidade de Brasília.

Dentre as análises propõe-se o estudo da redução da quantidade de cimento e o uso de solo com percentual de argila mais elevado ao comumente utilizado na produção do BTC visando uma incorporação mais eficiente das fibras da polpa de celulose ao solo com conseqüente melhora no desempenho final dos BTCs após a secagem, à semelhança do que ocorre nos adobes ao se incorporar palha ou estrume curtido de gado.

Os blocos e tijolos prensados de solo estabilizado com cimento, popularmente conhecidos e comercialmente designados de solo-cimento, vêm sendo largamente utilizados em construções pelo Brasil. Seu processo de fabricação é simples e muito semelhante em todo o mundo. Misturam-se as quantidades e proporções adequadas de solo arenoso, cimento e água e logo em seguida à etapa de mistura procede-se a compactação em máquinas manuais ou hidráulicas.

Entretanto, um estudo sobre dosagem de solo melhorado com cimento feito por Pitta e Nascimento (1983) indica que se a mistura úmida “solo + cimento” for deixada solta por algum tempo antes de ser prensada, o solo – principalmente os mais finos – tem suas características de granulometria transformadas produzindo melhores condições de compactação e influenciando nas propriedades físico-mecânicas finais.

O presente estudo apresenta a comparação entre o desempenho de BTCs de kraftterra com e sem o período de cura com a mistura solta.

1. INTRODUÇÃO

Com a intensa industrialização, o advento de novas tecnologias, o crescimento populacional e o aumento de pessoas em centros urbanos e diversificação do consumo de bens e serviços, os resíduos se transformaram em graves problemas urbanos com um gerenciamento oneroso e complexo considerando-se o seu volume e massa acumulados (Ângulo et al, 2001).

Dentre os mais sérios problemas da atualidade enfrentados pela gestão ambiental pode-se destacar o impacto do ambiente construído provocado principalmente pela grande geração de resíduos sólidos da Indústria da Construção Civil – ICC – e posterior descarte na natureza.

A Indústria da Construção Civil gera atualmente uma grande quantidade de resíduos sólidos, o que proporciona um enorme impacto ambiental pelo fato desse entulho de obra ser em grande parte descartado na natureza sem qualquer aproveitamento, tratamento ou beneficiamento. Dentre esses materiais provenientes das construções encontra-se o papel

kraft oriundo dos sacos de cimento, que em sua grande maioria não são reaproveitados ou reciclados.

A fibra dessas embalagens, o papel *kraft*, tem excelentes propriedades físicas e mecânicas. Esse papel é fabricado seguindo as especificações rígidas exigidas pelos fabricantes e usuários de sacos multifoliados. Estas especificações exigem uma celulose sulfato de alta resistência, de fibra longa, que é geralmente empregada pura. O Brasil possui alguns fabricantes de papel *kraft*, como a Empresa Itapajé (Maranhão) e a Empresa Portela (Pernambuco), que utilizam as fibras do bambu, da espécie *Bambusa vulgaris*, que produz fibra longa de alta resistência física, capaz de garantir excelente entrelaçamento, para produzir um dos melhores sacos multifoliados do mundo.

Após a utilização do cimento, o saco, constituído por material com tão boas características físicas e mecânicas, acaba não sendo aceito pelas empresas de reciclagem de papel por se encontrar “contaminado” pelo cimento. Há, porém, potencial de seu aproveitamento na produção de novos componentes construtivos com sensível melhoria das propriedades técnicas, econômicas e de sustentabilidade.

O Brasil apresenta um grande desafio na área social, um enorme déficit habitacional. No enfrentamento dessa questão, a participação da comunidade científica dá-se especialmente no desenvolvimento de alternativas tecnológicas, que devem considerar aspectos técnicos, econômicos, sociais, culturais e ambientais. Faz-se necessário ampliar o conhecimento de alternativas para a habitação de interesse social destinadas aos agentes da construção, quer sejam cooperativas ou auto-construtores, de modo a oferecer um produto de boa qualidade e que seja econômico-sustentável.

A importância do aproveitamento de resíduos para a produção de componentes para habitações – sejam estas de interesse social ou não – deve-se basicamente à possibilidade de desenvolvimento de materiais de boa qualidade e baixo custo a partir de subprodutos industriais, disponíveis localmente, através da investigação de suas potencialidades.

Trabalha-se em pesquisa de doutorado na FAU/UnB com a hipótese de que é possível o desenvolvimento de componentes econômico-sustentáveis de terra crua com a incorporação de papel *kraft* reciclado de sacos de cimento para a produção de blocos de terra compactada – BTCs – para a vedação vertical, estrutural ou não, de habitações de interesse social.

Barbosa et al (2002) comentam que os tijolos prensados de terra crua são uma forma “moderna” de uso da terra como material de construção. Isto porque terra, material milenar, só passou a ser utilizada na forma comprimida por equipamentos na década de 1950, quando o pesquisador colombiano G. Ramires teve a idéia de criar uma prensa manual para fabricação de tijolos. Esta ficou mundialmente conhecida como prensa CINVA-RAM, sendo o primeiro nome o do organismo de habitação popular do Chile onde Ramires trabalhava. No Brasil, a Associação Brasileira de Cimento Portland realizou muitos trabalhos com o que se chamou *solo-cimento*. Foi inclusive desenvolvida uma prensa para fabricação de *tijolos de solo-cimento* com apoio do Banco Nacional de Habitação. No entanto, nesse processo, o equipamento, moldando três tijolos ao mesmo tempo, não conseguia dar uma pressão conveniente à terra. Conseqüentemente, para se obter resistências adequadas foi necessário o uso de taxas de cimento de 8, 10, 12 e até mesmo 15%. Tais teores de ligante estabilizante passam a pesar significativamente nos custos do material construtivo.

No Distrito Federal, para a produção de tijolos prensados de solo estabilizado com cimento usualmente utiliza-se solos arenosos e o traço mais empregado para a produção é 1:8 (em volume), ou seja, uma parte de cimento para oito partes de solo. Já foi constatada a produção de tijolos de solo-cimento com um traço de 1:6. Com essas proporções chega-se a valores muito elevados para o teor de cimento na mistura, o que eleva consideravelmente os custos das construções.

Dentre as análises de caracterização do novo compósito previstas na referida pesquisa de doutorado compõem as variáveis de estudo da “redução e/ou eliminação do estabilizante cimento” e o “uso de um solo com percentual de argila mais elevado ao comumente utilizado na produção do BTC”. Essas variáveis visam, ao mesmo tempo, a análise de um material resistente, de custo final mais barato, ecologicamente mais correto e com uma incorporação mais eficiente às fibras da polpa de celulose com conseqüente melhora no desempenho final após a secagem.

Tratando-se de um novo compósito o seu processo de preparo deve ser intensamente estudado e avaliado. O mesmo irá variar conforme o processo construtivo a ser utilizado para a fabricação dos componentes e elementos. Para os blocos e tijolos prensados de solo estabilizado com cimento, BTCs ou tijolos de solo-cimento, o processo de fabricação é simples e muito semelhante em todo o mundo. Misturam-se as quantidades e proporções adequadas de solo arenoso, cimento e água. Logo em seguida procede-se a compactação da mistura em máquinas manuais ou hidráulicas.

Entretanto, um estudo sobre dosagem de solo melhorado com cimento feito por Pitta e Nascimento (1983) indica que se a mistura úmida “solo + cimento” for deixada solta por algum tempo antes de ser compactada, o solo – principalmente os mais finos – tem suas características de granulometria transformadas, produzindo melhores condições de compactação e influenciando nas propriedades físico-mecânicas finais.

2. OBJETIVO

Análise comparativa do desempenho entre amostras de kraftterra com o processo de preparo contendo um período de cura com a mistura solta e outras amostras sem esse período. Foram comparadas as médias dos valores máximos da tensão de ruptura à compressão simples das várias amostras estudadas.

3. METODOLOGIA

Para a produção dos corpos-de-prova utilizou-se como referencia os procedimentos descritos na NBR 12024 (Solo-cimento – Moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos) (ABNT, 1992b), mas com alguns ajustes para melhor adequação ao estudo proposto.

Para a moldagem dos corpos-de-prova foram utilizados cilindros pequenos de Proctor e soquete pequeno (diâmetro ± 100 mm e altura ± 127 mm). Os CPs foram moldados em 3 camadas com 26 golpes do soquete por camada. Foram realizadas duas seqüências de ensaios com 5 CPs para cada tipo de amostra (com e sem o período de cura com mistura solta). Um dos CPs de cada seqüência foi curado fora da câmara úmida, em ambiente sem ventilação e com umidade relativa do ar em torno dos 50%. No total foram ensaiados 20 CPs.

A norma recomenda que assim que moldados os corpos-de-prova devem ser colocados numa câmara úmida à temperatura aproximada de 23°C e umidade relativa do ar não inferior a 95%, semelhante às câmaras úmidas utilizadas para a cura de concreto. Contudo, ao proceder dessa maneira com corpos-de-prova produzidos com uma mistura com um solo bastante argiloso e com baixo teor de cimento os mesmos apresentaram grande fragilidade e baixíssima resistência já ao serem transportados, o que não refletia a situação mínima esperada para as amostras.

Optou-se por manter os corpos-de-prova durante o período de cura em uma câmara úmida com umidade relativa do ar controlada bem abaixo do recomendado na norma. Trabalhou-se com a câmara úmida do Laboratório de Geotecnia da UnB onde são guardadas amostras de solo. Essa câmara mantém uma umidade relativa do ar constante em torno dos 75% e temperatura por volta dos 25°C.

Após o período de cura de 7 dias foram realizados os ensaios de compressão simples seguindo os procedimentos descritos na NBR 12025 (ABNT, 1990). Seguindo o

recomendado por Pitta e Nascimento (1983) em estudo técnico da ABCP sobre dosagem de solo melhorado com cimento, também foram propostos alguns ajustes nos procedimentos para as amostras em questão. Esses autores sugerem que a imersão em água dos corpos-de-prova deve ser eliminada das especificações no caso de solo melhorado com cimento, independentemente do tipo de solo a ser estabilizado. A NBR 12025 (ABNT, 1990), no item 5.1.3, diz que após o período de cura os corpos-de-prova devem ser submetidos à imersão por 4 horas. É possível relatar que em alguns ensaios anteriores em que a imersão foi utilizada os corpos-de-prova se mostraram bem menos resistentes e mais frágeis que antes da imersão. Nesse trabalho os ensaios foram realizados sem incluir a imersão em água.

Os valores de umidade ótima das duas amostras de kraftterra foram definidos com e sem o período de cura com a mistura solta seguindo os procedimentos da NBR 12023 - Solo-cimento - Ensaio de compactação (ABNT, 1992a). Os valores de umidade ótima de compactação das amostras variaram muito pouco ficando em torno dos 31%.

Ensaio de compressão simples foram realizados com os corpos-de-prova resultantes dos ensaios de compactação para definir qual seria o percentual ideal de umidade para se conseguir o melhor desempenho quanto à compressão simples. Para os dois tipos de amostras os resultados apresentaram os maiores valores de tensão de ruptura com os corpos-de-prova que haviam sido compactados com umidade próxima dos 26%. Ou seja, cerca de 5 pontos percentuais abaixo da umidade ótima de compactação.

Em seguida os corpos-de-prova de kraftterra com e sem o período de cura com mistura úmida solta foram moldados com umidade o mais próximo possível dos 26%. As misturas foram feitas com solo argiloso (cerca de 45% de argila, 42% de areia e 13% de silte), 6% de cimento e 6% de fibras de papel Kraft (em massa). Os sacos de cimento foram triturados com água em um liquidificador industrial e após a retirada do excesso de umidade foram misturados ao solo e ao cimento. No caso da mistura solta a mistura foi deixada à umidade ambiente por 24 horas antes de ser compactada. A compactação dos corpos-de-prova sem o período de cura com mistura solta foi feita logo após o preparo do compósito.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os ensaios de compressão simples dos corpos-de-prova cilíndricos moldados com o kraftterra sem e com o período de cura com a mistura solta apresentaram valores médios de resistência máxima em torno dos 1,50 MPa para os dois tipos de amostras. Na tabela 1 são apresentados os resultados dos ensaios de determinação da resistência à compressão, notando-se a semelhança de comportamento entre as duas seqüências ensaiadas.

Tabela 1 – Resistência à compressão e umidade de compactação.

“SEM” O PERÍODO DE CURA COM MISTURA SOLTA			
Corpo de Prova	Resistência à compressão (MPa)	Umidade (%)	Tipo de cura (umid. relat.)
47	2,30	26,14	Ambiente fechado (50%)
48	1,60	26,64	Câmara úmida (75%)
49	1,50	25,99	Câmara úmida (75%)
50	1,37	25,63	Câmara úmida (75%)
51	1,48	25,60	Câmara úmida (75%)
“COM” O PERÍODO DE CURA COM MISTURA SOLTA			
Corpo de Prova	Resistência à compressão (MPa)	Umidade (%)	Tipo de cura (umid. relat.)
52	1,58	26,81	Câmara úmida (75%)
53	1,51	26,93	Câmara úmida (75%)
54	1,53	26,90	Câmara úmida (75%)
55	1,38	26,80	Câmara úmida (75%)
56	2,25	26,85	Ambiente fechado (50%)

Os valores de resistência à compressão simples variaram entre 1,37 MPa a 1,60 MPa, com média em torno dos 1,50 MPa. Os corpos-de-prova moldados com as amostras com o período de cura com mistura solta apresentaram uma resistência média à compressão de 1,50 MPa e os moldados com o kraftterra sem o período de cura com a mistura solta chegaram a uma média de 1,49 MPa.

Cabe ressaltar os valores médios de tensão máxima de ruptura obtidos com os corpos-de-prova curados fora da câmara úmida, em ambiente com a metade da umidade recomendada pela NBR12024 (ABNT, 1992b), ou seja, com umidade relativa do ar próxima dos 50%. A média dos valores máximos de tensão de ruptura à compressão simples passou de 1,5 MPa para próximo dos 2,30 MPa. A cura em um ambiente com menor umidade ao recomendado pelas normas proporcionou um aumento nos valores de resistência à compressão simples da ordem de 50%.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os resultados apresentados mostram que a inclusão do procedimento de “cura com mistura solta” não influencia no desempenho do novo compósito kraftterra para a produção de blocos de terra compactada quanto à resistência à compressão simples. O que nos leva a não recomendação desse procedimento no preparo do kraftterra para a produção de BTCs.

O ensaio de compactação também mostrou que o melhor desempenho do kraftterra quanto à resistência a compressão é obtido com uma mistura com umidade aproximada de 5 pontos percentuais abaixo da umidade ótima de compactação. Esse dado é importante, pois a influência da quantidade de água ou percentual de umidade na mistura é bastante expressiva para a resistência final e durabilidade dos componentes construtivos.

Esse trabalho também apresentou informações sobre ajustes e adequações nos procedimentos recomendados em normas da ABNT que justificam um estudo mais detalhado para a proposição de novos procedimentos quanto às condições de cura e preparo dos corpos-de-prova antes dos ensaios de ruptura quando do uso de solos argilosos. Considera-se que a utilização da câmara úmida ao se proceder aos ensaios de compressão simples vai a favor da segurança. Contudo não é aceitável um grau de segurança tão elevado ao ponto de descaracterizar o real desempenho de um material, no caso um solo mais argiloso e com um percentual baixo de estabilizante.

Para esse tipo de material devem ser realizados estudos para a proposição de novos procedimentos para ensaios de compressão simples, bem como para a moldagem e cura de corpos-de-prova. Sendo que essa recomendação se faz valer caso o uso de solo argiloso para a produção de BTCs, ou outro processo construtivo, seja comprovado adequado e viável quanto aos aspectos construtivos, econômicos e ambientais.

Tal comprovação pode ocorrer com a pesquisa de doutorado em desenvolvimento na FAU/UnB que propõe o estudo de solos “estabilizados” com polpa de celulose proveniente da reciclagem de sacos de cimento. Um dos solos em estudo é o argiloso.

BIBLIOGRAFIA

ÂNGULO, Sérgio C.; ZORDAN, Sérgio; e JOHN, Vanderley M. (2001): **Desenvolvimento sustentável e a reciclagem de resíduos na construção civil**. Evento: IV Seminário Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na construção civil - materiais reciclados e suas aplicações. CT206 - IBRACON. São Paulo - SP.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT (1990): **NBR 12025 – Solo-cimento: Ensaio de compressão simples de corpos-de-prova cilíndricos**. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT (1992a): **NBR 12023 – Solo-cimento: Ensaio de compactação**. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT (1992b): **NBR 12024 – Solo-cimento: Moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos**. Rio de Janeiro.

BARBOSA, Normando Perazzo; MATONNE, Roberto; MESBAH, Ali (2002): **Blocos de Concreto de Terra: Uma Opção Interessante Para a Sustentabilidade da Construção**. Anais do 44º Congresso Brasileiro de Concreto, Belo horizonte – MG. Disponível na página eletrônica do SEBRAE – Biblioteca On Line, em <http://www.biblioteca.sebrae.com.br/>. Acesso em 05/2007.

PITTA, Márcio Rocha; e NASCIMENTO, Aurinilce A. Port (1983): **Dosagem de solo melhorado com cimento por modificações físicas, químicas e mecânicas do solo original**. Estudo Técnico ET-53 da Associação Brasileira de Cimento Portland - ABCP, São Paulo.

AUTORES

Fernando Luis Campanella: graduando da Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Brasília. Integrante do Grupo PET/ENC/UnB - Programa de Educação Tutorial.

Márcio Albuquerque Buson: arquiteto e professor do Departamento de Tecnologia da FAU/UnB. Mestre pela FAU/UnB em Tecnologia da Arquitetura. Doutorando em Tecnologia da Construção na FAU/UnB com tema sobre arquitetura de terra.

Rosa Maria Spoto: engenheira civil e professora da ENC/UnB. Doutora pela USP. Desenvolve pesquisas com habitação de interesse social, gestão e reciclagem de resíduos da construção civil e qualidade e sustentabilidade de materiais e processos.



A INFLUÊNCIA DA “MINERALIZAÇÃO DA POLPA DE CELULOSE” NO PREPARO DO KRAFTTERRA PARA A PRODUÇÃO DE BTCs

Bianca Ilha Pereira¹; Márcio Albuquerque Buson²; Rosa Maria Sposto³

(1) Universidade de Brasília – FAU/UnB; Campus Universitário Darcy Ribeiro ICC Norte Bloco A - FAU, 70910-900, Brasília – DF, Brasil; +55 61 3307-2817; biancailha@aluno.unb.br

(2) Universidade de Brasília – TEC/FAU/UnB; Campus Universitário Darcy Ribeiro ICC Norte Bloco A - FAU, 70910-900, Brasília – DF, Brasil; +55 61 3307-2450; mbuson@unb.br

(3) Universidade de Brasília – ENC/FT/UnB; Campus Universitário Darcy Ribeiro, ENC/FT, 70910-900, Brasília – DF, Brasil; +55 61 3307-2301; rmspoto@unb.br

Palavras-chave: kraftterra; absorção de água; reciclagem.

RESUMO

Na Arquitetura de Terra o uso de fibras tem grande influência nas características e propriedades físico-mecânicas dos componentes e elementos construtivos sem cozimento, prensados ou não. Entretanto, a introdução de fibras também gera um aumento da absorção de água, o que não é recomendável.

O uso das fibras longas do papel Kraft provenientes da reciclagem dos sacos de cimento está sendo estudado e analisado em trabalho de doutorado na Universidade de Brasília com o intuito de oferecer mais uma opção de “estabilizante” para a arquitetura de terra, mais especificamente para os blocos de terra compactada – BTC.

Para tentar evitar ou minimizar a tendência do aumento da absorção de água pelo novo compósito foi proposto o estudo e avaliação da introdução da *mineralização* da polpa de celulose para produção do *kraftterra*.

Procedeu-se a determinação das umidades ótimas de compactação e os ensaios de absorção de água em amostras de solo natural, kraftterra e kraftterra mineralizado, bem como ensaios de retração.

Concluiu-se que a introdução da técnica de mineralização no processo de preparo e mistura do kraftterra aumentou os percentuais de absorção de água. Entretanto, a mineralização produziu uma expansão do volume da polpa de celulose com significativa dispersão das fibras melhorando as condições de preparo do novo compósito e a conseqüente produção de misturas mais homogêneas. A mineralização não influenciou quanto à retração.

1. INTRODUÇÃO

Na Arquitetura de Terra o uso de fibras tem grande influência nas características e propriedades físico-mecânicas dos componentes e elementos construtivos sem cozimento, prensados ou não, reduzindo as fissuras por contração, diminuindo a retração, aumentando a coesão e melhorando a resistência à tração e, em alguns casos, também à compressão. Entretanto, a introdução de fibras também tem gerado um aumento do percentual de absorção de água pelos componentes e elementos construtivos, o que não é recomendável que aconteça.

A incorporação das fibras longas de alta resistência física do papel Kraft está sendo estudada e analisada em trabalho de doutorado da FAU/UnB com o intuito de oferecer mais uma opção de “estabilizante” para a arquitetura de terra, mais especificamente para os blocos ou tijolos de terra compactada – BTC.

O objeto desse estudo se concentra no emprego de material proveniente da reciclagem de resíduos sólidos da Indústria da Construção Civil, mais especificamente o papel *Kraft* multifoliado dos sacos de cimento, e sua incorporação à matéria-prima solo para a criação de um novo compósito, o *kraftterra*.

A fibra dessas embalagens, o papel *kraft* multifoliado, tem excelentes propriedades físicas e mecânicas. Após a utilização do cimento, o saco, constituído por material com tão boas características, acaba não sendo aceito pelas empresas de reciclagem de papel por se encontrar “contaminado” pelo cimento. Há, porém, potencial de seu aproveitamento para a produção de novos componentes construtivos visando a melhoria das propriedades técnicas, econômicas e de sustentabilidade, quando comparado com alguns componentes tradicionalmente utilizados na construção de habitações.

Trabalha-se com a hipótese de que é possível o desenvolvimento de componentes econômico-sustentáveis de terra crua com a incorporação de papel *kraft* reciclado de sacos de cimento para a produção de blocos e/ou tijolos para a vedação vertical, estrutural ou não, de habitações de interesse social.

Com os ensaios laboratoriais iniciais foi possível perceber que a incorporação da polpa de celulose ao solo resulta em componentes construtivos que absorvem um percentual maior de água. Para tentar evitar ou minimizar esse fato foi proposto estudo e avaliação da introdução do *processo de mineralização* na preparação da polpa de celulose para a produção do *Kraftterra*.

A mineralização vem sendo utilizada para melhorar o desempenho de peças de bambu para a produção de placas cimentícias, o qual é descrito por Alves (2002 e 2006). Segundo esse autor, com a mineralização ocorre uma melhor interação entre as fibras do bambu com a argamassa cimentícia e uma menor absorção de água pelas fibras do bambu.

O Brasil possui alguns fabricantes de papel *kraft*, como a Empresa Itapajé (Maranhão) e a Empresa Portela (Pernambuco), que utilizam as fibras do bambu, da espécie *Bambusa vulgaris*, que produz fibra longa de alta resistência física, capaz de garantir excelente entrelaçamento, para produzir um dos melhores sacos multifoliados do mundo.

Alves (apud. Teixeira, 2006) comenta que “a mineralização consiste na preparação de uma solução de silicato de sódio, que ao ser aplicada em fibras vegetais, ajudam a eliminar o efeito da absorção de água destes materiais”. Para a mineralização, as fibras do bambu devem ser ficar embebidas numa calda rala de cimento e água na relação de 1:5 durante 24 horas.

Teixeira (2006) adotou o procedimento da mineralização com o objetivo de imunizar os colmos de bambu, de solidificar os feixes vasculares e células parenquimáticas dos colmos com micro partículas de cimento, diminuindo a absorção de água, e de melhorar a aderência da argamassa de revestimento ao bambu.

2. OBJETIVO

O objetivo deste artigo é avaliar a eficácia da inclusão da *mineralização da polpa de celulose do papel Kraft* no processo de produção do *Kraftterra* quanto ao desempenho e características dos componentes e elementos construtivos produzidos com esse novo compósito quanto à absorção de água e à retração.

3. METODOLOGIA

Através de ensaios de compactação foram definidas as umidades ótimas de compactação para as seguintes amostras: a) solo argiloso natural (43% de argila, 15% de silte e 42% de areia); b) *kraftterra* (solo com 6% em massa de polpa de celulose); e c) *kraftterra* mineralizado (solo com 6% em massa de polpa de celulose mineralizada).

Seguiram-se os procedimentos descritos na NBR 12024 (Solo-cimento – moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos) para a moldagem e compactação dos corpos-de-prova, mas com alguns ajustes para melhor adequação ao estudo proposto.

A norma recomenda a colocação dos corpos-de-prova numa câmara úmida com umidade relativa do ar não inferior a 95%, semelhante às câmaras úmidas utilizadas para a cura de

concreto. Contudo, ao proceder dessa maneira com corpos-de-prova produzidos com uma mistura com um solo bastante argiloso e com baixo teor de cimento os cilindros apresentaram grande fragilidade e baixíssima resistência já ao serem transportados, o que não refletia a situação mínima esperada para as amostras.

Optou-se por manter os corpos-de-prova durante o período de cura em uma câmara úmida com umidade relativa do ar controlada bem abaixo do recomendado na norma. Foi utilizada a câmara úmida do Laboratório de Geotecnia da UnB onde são guardadas as amostras de solo. Essa câmara mantém uma umidade relativa do ar constante em torno dos 75% e temperatura por volta dos 25°C.

Para os estudos comparativos de absorção de água foi utilizada a NBR 13555 (Solo-cimento, determinação da absorção de água). Tratando-se do estudo de um novo compósito que utiliza solos argilosos e polpa de celulose como matérias-primas, optou-se pela adaptação dos procedimentos do ensaio alterando o local para o período de cura dos corpos-de-prova cilíndricos. Foi utilizado no lugar de uma câmara úmida um ambiente idêntico para todas as amostras, com temperatura, ventilação e sombreamento controlados. Essa modificação foi necessária tendo em vista que os corpos-de-prova não adquiriram a consistência, porosidade, resistência e demais características esperadas quando a cura ocorria na câmara úmida com umidade relativa do ar acima dos 95%. Alguns CPs tiveram que ser descartados, pois apresentaram fissuras e perda de material durante seu deslocamento e transporte.

Para a mineralização das fibras longas do papel Kraft reciclado foi utilizado o procedimento descrito por Alves (2002) em experiências com fibras do bambu. A polpa de celulose ficou imersa por 24 horas em calda de cimento e água na proporção de 1:5.

Após o período de mineralização realizaram-se o processo de mistura do kraftterra, a compactação dos corpos-de-prova cilíndricos e os ensaios para determinação da absorção de água e retração.

Utiliza-se o ensaio da caixa descrito pelo CEPED (1999) e por outros autores como procedimento para análise das características das amostras quanto à retração. Esse ensaio adaptado ao novo compósito tem o seguinte procedimento: 1) Toma-se aproximadamente 2 quilos de solo destorroado e peneirado (peneira 4,8mm) e utilizando-se, por exemplo, uma argamassadeira com cuba de 5 litros mistura-se a polpa de celulose; 2) Adiciona-se água aos poucos, até que a mistura adquira a consistência de argamassa de reboco; 3) Coloca-se o material numa caixa de madeira (ver dimensões na figura 1) previamente lubrificada (óleo diesel ou vaselina pastosa), distribuindo-o uniformemente com uma colher de pedreiro até preencher todo o volume interno da caixa, rasando a superfície com uma régua de madeira; 4) Levanta-se e deixa cair uma das extremidades da caixa de uma altura aproximada de 7 centímetros por 10 vezes, repetindo a operação com a outra extremidade; 5) Guarda-se a caixa ao abrigo do sol, da chuva e do vento durante 7 dias; 6) Faz-se a medida da retração nos dois lados no sentido do comprimento da caixa. Caso a retração total não ultrapasse 2 centímetros e não apareçam trincas na amostra, o solo ou mistura poderá ser utilizado para a produção de componentes e elementos construtivos.

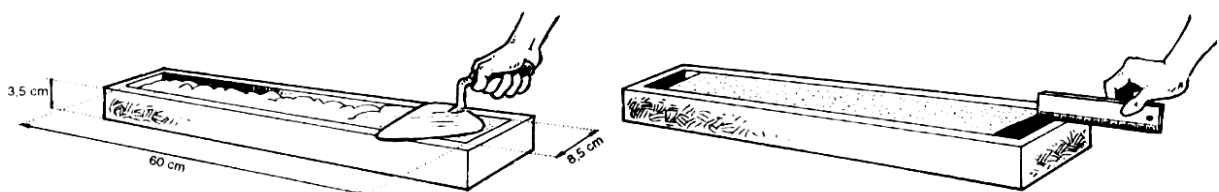


Figura 1 – “Ensaio da Caixa” (fonte: Boletim Técnico da ABCP, BT-110, 1998)

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Percentuais de água na mistura

O primeiro dado interessante do estudo foi observado no comportamento das diferentes amostras quando da definição do percentual de água na mistura para se chegar à “umidade ótima” de compactação. Os ensaios de compactação das amostras de solo argiloso natural apresentaram valores para a umidade ótima de compactação próximos dos 26%. Ao adicionar a esse solo 6% de polpa de celulose (em massa) a umidade ótima subiu para a casa dos 30%. Entretanto, com 6% de polpa de celulose mineralizada (em massa) esse valor chegou próximo dos 34%.

Constatou-se que esse aumento na quantidade de água proporcionava maior facilidade no preparo e mistura do novo compósito. Com mais água mais fácil a incorporação entre fibras e solo e mais homogênea a mistura.

4.2 Absorção de água

Os resultados dos ensaios de absorção de água demonstraram que o novo compósito absorve mais água que o solo natural e que a introdução da técnica de mineralização da polpa de celulose acaba contribuindo para um aumento ainda maior dos percentuais de absorção de água. A média dos valores de absorção de água das amostras com o solo natural foi igual a 26,54%. Subiu para 37,11% nas amostras de kraftterra e chegou aos 42,88% com o kraftterra mineralizado.

Esses resultados demonstraram que a técnica de mineralização da polpa de celulose não contribui para a diminuição da absorção de água pelo compósito kraftterra.

4.3 Retração

A introdução do processo de mineralização da polpa de celulose no processo de preparo e mistura do kraftterra não afetou em nada nas características do compósito quanto à retração. Os resultados dos ensaios foram idênticos para o kraftterra e para o kraftterra mineralizado. Nos dois tipos de amostras os valores de retração foram de apenas 9 milímetros, bem abaixo do valor aceitável máximo que é de 20 mm.

Por sua vez, os ensaios com todas as amostras de solo natural apresentaram rachaduras, o que indica que o solo natural em questão não poderia ser utilizado para a produção de BTCs. Entretanto esse mesmo solo estabilizado com as fibras da polpa de celulose, mineralizadas ou não, demonstraram excelente desempenho quanto à retração.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com esse estudo foi possível concluir que a técnica de mineralização não deve ser utilizada no processo de preparo e mistura de compósitos formados de solo e celulose para a redução dos índices de absorção de água. Entretanto, o uso da mineralização produziu uma expansão do volume da polpa de celulose com significativa dispersão das fibras, o que facilitou e agilizou o preparo do compósito com conseqüente produção de misturas mais homogêneas e corpos-de-prova aparentemente mais resistentes. Ao final dos ensaios os corpos-de-prova com kraftterra mineralizado foram os que pareciam ao olhar ter as melhores condições e aparentavam ser mais resistentes e duráveis. Os outros CPs depois do período de imersão em água se mostraram bem menos resistentes ao toque.

Os resultados dos ensaios de retração mostraram que o novo compósito possibilita a utilização de solos inicialmente inadequados à produção de blocos ou tijolos de terra crua. A incorporação das fibras proporciona um aumento da coesão e uma sensível diminuição da retração.

Recomenda-se o estudo da técnica de mineralização da polpa de celulose na produção do kraftterra para verificação comparativa do grau de compactação, coesão e resistência à compressão. Também é recomendável o estudo da influência da mineralização da polpa de

celulose no desempenho de BTCs produzidos com o kraftterra a partir de solos com variados percentuais de argila e areia.

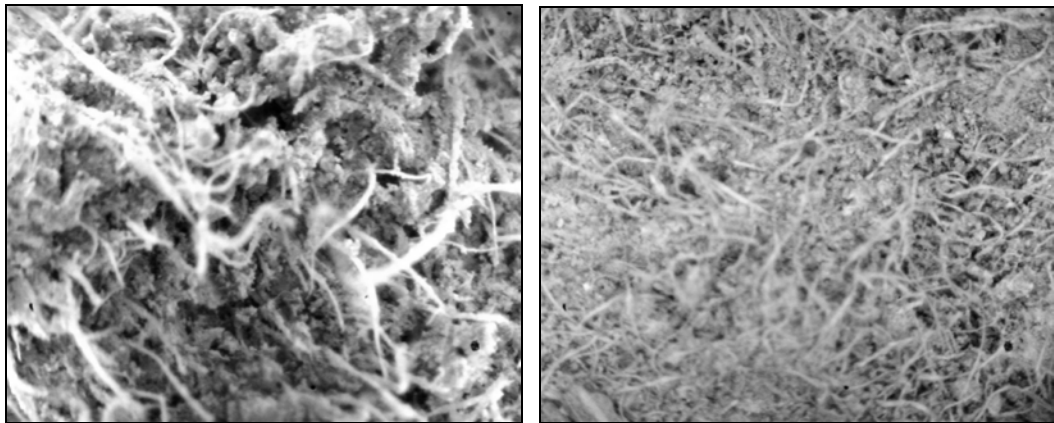


Figura 2 – Misturas homogêneas de solo e polpa de celulose ampliadas 100x (esq.) e 50x (dir.), onde é possível perceber a boa incorporação entre as fibras longas dos sacos de cimento reciclados (polpa de celulose do papel kraft) e das partículas de solo.

BIBLIOGRAFIA

ALVES, José Dafico (2002). Manual de tecnologia do concreto. UCG, Goiânia. 4ª ed. v. 1. 220 p.

ALVES, José Dafico (2006). O bambu e seu potencial para aplicações na construção civil. Anais do Seminário Nacional do Bambu. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, Brasília. 194p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (1998). Construção de paredes monolíticas com solo-cimento compactado. 3ª ed. São Paulo. 16p. (BT-110).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT (1992). NBR 12024 – Solo-cimento. Moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro.

CEPED – Centro de Pesquisas e Desenvolvimento, Programa THABA (1999). Manual de Construção com solo-cimento. Associação Brasileira de Cimento Portland - ABCP. Convênio CEPED/BNH/URBIS/CONDER/PMC/OEA/CEBRACE, 4ª ed. São Paulo. 113p. (MT-5).

TEIXEIRA, Anelizabeth A. (2006). Painéis de Bambu para Habitações Econômicas. Avaliação do Desempenho de Painéis Revestidos com Argamassa. Dissertação de Mestrado da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília. Brasília. 179p.

AUTORES

Bianca Ilha Pereira, graduanda da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília. Integrante do PIBIC/FAU/UnB - Programa de Iniciação Científica.

Márcio Albuquerque Buson, arquiteto e professor do Departamento de Tecnologia da FAU/UnB. Mestre pela FAU/UnB em Tecnologia da Arquitetura. Doutorando em Tecnologia da Construção na FAU/UnB com tema sobre arquitetura de terra.

Rosa Maria Sposto, engenheira civil e professora da ENC/UnB. Doutora pela USP. Desenvolve pesquisas com habitação de interesse social, gestão e reciclagem de resíduos da construção civil e qualidade e sustentabilidade de materiais e processos.



ELABORACIÓN DE BLOQUES DE SUELO-CEMENTO CON BARROS DE EXCAVACIÓN PARA PILOTES

Mirta Sánchez¹, Hugo Begliardo, Silvia Casenave, Javier Schuck

Laboratorio de Ingeniería Civil
Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Rafaela
Bv.Roca 989, Rafaela (SF), Argentina, Tel. (03492) 43702/432710
www.frra.utn.edu.ar (1) mirta.sanchez@frra.utn.edu.ar

Palabras claves: suelo cemento, RCD, barros de excavación

RESUMEN

En el centro oeste santafesino de la República Argentina, al igual que en otras regiones de la misma, el suelo es el recurso natural más abundante, sino el único, para ser utilizado como material de construcción. Tradicionalmente ha sido aprovechado para la confección de ladrillos cocidos comunes de elaboración artesanal, técnica ampliamente difundida en la región. Su utilización en condición cruda y estabilizada es resistida y hasta desconocida en las distintas esferas de la población, sea por razones de uso, costumbres constructivas o bien culturales.

Desde hace más dos décadas, el aprovechamiento conforme al uso tradicional ha presentado complicaciones en algunas zonas, debido al significativo ascenso de la capa freática hasta niveles cercanos a la superficie. Ese hecho, además, ha generado pérdida en la capacidad portante del terreno y cambios en las conductas tradicionales de cimentaciones de las construcciones, lo que implicó el paso de fundaciones superficiales a profundas mediante pilotes.

La técnica empleada en la ejecución de pozos para pilotes colados in situ involucra la inyección de agua, generando barros de excavación que constituyen un residuo de construcción y demolición (RCD) de estado inicial líquido, por lo cual no es aceptado en rellenos sanitarios, configurando un problema medioambiental resolver su disposición final.

Este trabajo presenta los avances de una línea de investigación iniciada en la UTN Facultad Regional Rafaela, abocada al aprovechamiento de dichos barros de suelos profundos para la elaboración de ladrillos (bloques) de suelo cemento (BSC) comprimidos, con el objeto de promover su uso en la ejecución de viviendas de interés social, comparándose los resultados de ensayos de laboratorio con los de ladrillos de igual composición elaborados con suelos superficiales, pertenecientes al horizonte "B".

Los resultados iniciales obtenidos demuestran las ventajas y advierten sobre los recaudos a tener cuando se utiliza este particular tipo de RCD.

1. INTRODUCCIÓN

Por razones de cambio climático, desde hace más de 20 años el nivel de la capa freática ha ascendido notoriamente en amplias zonas de la República Argentina, entre ellas en el centro oeste de la Provincia de Santa Fe, región llana de la cual la ciudad de Rafaela, donde se centra esta investigación, es cabecera. Al haber alcanzado niveles cercanos a la superficie, se ha visto modificada la capacidad portante de los suelos de fundación, predominantemente limo-arcillosos, lo cual llevó a cambiar el sistema tradicional de cimentaciones superficiales por profundas a base de pilotes o micropilotes en todo tipo de edificaciones, aún las de pequeño porte.

La técnica empleada en la ejecución de pozos para pilotes colados in situ involucra la inyección de agua, generando barros de excavación que constituyen un residuo de construcción y demolición (RCD) de estado inicial líquido, en el que el contenido de agua es del orden del 50 % del peso seco del suelo. Este tipo de residuo no es aceptado en rellenos sanitarios, fundamentalmente si se hallan contruidos en positivo, como se da en la ciudad

de Rafaela. Su disposición final constituye un problema medioambiental, perfilándose su agravamiento en el futuro cercano, puesto que se van agotando las pocas cavas existentes y su empleo en el alteo de terrenos da lugar a la incorporación de suelos salitrosos en sectores naturalmente ricos en humus.

En la Facultad Regional Rafaela de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN FRRa), desde el año 2005 se ha venido investigando en el aprovechamiento de dichos barros de suelos profundos para la elaboración de BSC altamente comprimidos (Begliardo, Casenave, Sanchez, 2006; Begliardo, Sánchez, Panigatti, 2006), siguiendo una técnica de racionalidad en su fabricación (Tomasini, Olivero, 2003; Tomasini, Olivero, Begliardo, 2004). En el presente trabajo se presentan los avances de una reciente línea de investigación iniciada en dicha Facultad, abocada al aprovechamiento de dichos barros, con el objeto de promover su uso en la ejecución de viviendas de interés social. Son objetivos del mismo:

- Comparar los resultados de ensayos de laboratorio sobre ladrillos confeccionados con mezclas de suelos profundos (hasta los 12 metros), provenientes del secado de los barros de excavación para pilotes de fundación, cuya naturaleza es predominantemente limosa, con los de suelos superficiales de naturaleza arcillosa, pertenecientes al horizonte "B" (desde los 0,40 m hasta 1,20 m de profundidad). Este último ha sido la cantera típica tradicionalmente empleada para proveerse de material para la elaboración de ladrillos cocidos.
- Revalorizar sus cualidades intrínsecas para su incorporación masiva en el mercado de la construcción y su aprovechamiento como material natural local, en el marco conceptual del desarrollo sostenible.

Para la elaboración de los ladrillos se ha empleado una prensa manual, tipo Mattone (figura 1), cedida según convenio por el CECOVÍ – Centro de Investigación y Desarrollo para la Construcción y la Vivienda de la UTN. FRSanta Fe, cuyo formato de bloque es de 29,5 cm x 14 cm x 9,5 cm (largo x ancho x alto) y se ilustra en la figura 2.



Figura 1 – Prensa manual tamizados



Figura 2 – Bloques de suelo cemento comprimidos (BSC)

2. METODOLOGÍA

2.1 Etapas

El Proyecto de Investigación del que forma parte este trabajo se ha venido desarrollando en diferentes etapas, según el siguiente proceso metodológico:

- Ubicación del material de estudio y cuantificación del material disponible.
- Definición de las variables de estudio.
- Caracterización de los suelos a utilizar.
- Determinación del porcentaje de cemento que se utilizará para estabilizar el suelo.
- Análisis de los requisitos de ensayos.
- Investigación de ensayos en casos de estudio similares.

- Especificación de materiales a utilizar.
- Diseño de metodología para resguardo y almacenaje.
- Caracterización del material seleccionado y utilizado.
- Aplicación de técnicas de estabilización de suelo con aglomerantes como el cemento, modificador de las características del suelo, que posibilita la obtención de material de mejor calidad.

Para su realización se partió de trabajos realizados con anterioridad en la U.T.N. F.R.Ra (Tomasini et al., 2003, 2004; Begliardo et al., 2006), sistematizando el curado y obteniendo comportamientos físicos y mecánicos según las exigencias de las normas vigentes.

El procedimiento utilizado se inició con el secado al aire de los barro de excavación de pilotes, para su posterior trituración y tamizado (figuras 3 y 4). Luego continuó con la identificación de la unidad de análisis y la determinación de la muestra. Posteriormente, se identificaron las variables y su incidencia en las propiedades de los ladrillos SC, con el objetivo de optimizar las mezclas y los modos de ejecución. Se evaluaron los protocolos existentes de ensayos normalizados para materiales tradicionales y se determinaron los tipos de ensayos a realizar a los prototipos.

Para la recolección de datos se realizaron planillas y se codificaron las muestras para su mejor identificación.

A diferencia de lo que se considera suelo ideal¹ para la confección de los BSC, la investigación se ha orientado en hacerlo utilizando mayor proporción de suelos finos, tras el objetivo de tornar aprovechable en el mayor grado posible el suelo del lugar, por tratarse del recurso natural más abundante en la región.

La investigación en ejecución, además de analizar las variantes de ladrillos descriptas en el punto 2.2, fabricados con una prensa de accionamiento manual, incluye el análisis y comparación con otros ejemplares de ladrillos SC altamente comprimidos, elaborados con una prensa de accionamiento hidráulico, empleando los mismos tipos de suelos.



Figura 3 – Barros de excavación de pilotes



Figura 4 – Barro seco tamizado

2.2 Variables analizadas

Para el análisis de los bloques se consideraron las siguientes alternativas constructivas (tabla 1):

Tabla 1 – Tipos de BSC fabricados

Designación	Descripción
BSCs _{10%}	bloques comprimidos de suelo - cemento, utilizando suelo proveniente del horizonte "B" con la adición del 10% de cemento
BSCs _{8%}	bloques comprimidos de suelo - cemento utilizando suelo proveniente del horizonte B con la adición del 8% de cemento
BSCs _{6%}	bloques comprimidos de suelo - cemento utilizando suelo proveniente del horizonte B con la adición del 6% de cemento

BSCp _{10%}	bloques comprimidos de suelo - cemento utilizando suelo proveniente de los barros de excavación de los pilotes con la adición del 10% de cemento
BSCp _{8%}	bloques comprimidos de suelo - cemento utilizando suelo proveniente de los barros de excavación de los pilotes con la adición del 8% de cemento
BSCp _{6%}	bloques comprimidos de suelo - cemento utilizando suelo proveniente de los barros de excavación de los pilotes con la adición del 6% de cemento

2.3 Materiales

En tabla 2 se describen los materiales empleados en la confección de los ladrillos

Tabla 2 – Materiales empleados

Designación	Descripción
Suelo	De dos tipos: uno de extracción profunda (mezcla de cotas -2,00 a -12,00 m, bajo consistencia de lodo, y el otro superficial (horizonte “B”, cotas -0,40 a -1,20 m)
Cemento	Cemento Pórtland Normal, CPN 40
Arena	Designada comercialmente como “fina”, procedente del río Paraná. Fue llevada a estado seco al aire, preservándola del humedecimiento por condiciones atmosféricas (humedad, lluvia) y de la contaminación de elementos extraños o nocivos
Agua	Potable, proveniente de red de distribución pública, guardando las mismas exigencias que las demandadas para la elaboración de hormigones (Reglamento CIRSOC 201; Norma IRAM 1601)

2.4 Dosificaciones

En Tabla 3 se vuelcan las dosificaciones empleadas para la elaboración de los ladrillos.

Tabla 3 – Dosificaciones de los BSC*

Designación	Suelo	Arena	Cemento	Agua
BSCs _{10%}	60%	30%	10%	18%
BSCs _{8%}	70%	22%	8%	18%
BSCs _{6%}	80%	14%	6%	18%
BSCp _{10%}	60%	30%	10%	16%
BSCp _{8%}	70%	22%	8%	16%
BSCp _{6%}	80%	14%	6%	16%

* Porcentajes referidos al peso total del pastón

2.5 Curado

Se procedió al curado de los bloques protegiéndolos del sol y la lluvia, mediante la cobertura con un film de pvc (“agropol”), sometiéndolos diariamente a un riego de agua en forma de fina lluvia, durante 5 días, y acopiándolos en un ambiente cubierto y bien ventilado.

2.6 Número de especímenes

De cada tipo de suelo y por cada proporción de cemento se elaboran 10 prototipos de los cuales, dos de cada uno, luego de transcurrido las 24 horas, fueron sumergidos en agua limpia y ensayados a compresión a los 28 días.

2.7 Ensayos

En el laboratorio de Ingeniería Civil se realizaron los siguientes ensayos:

- identificación de suelos (Límites de Atterbeg y clasificación según Casagrande-S.U.C.S.)

- determinación cuantitativa del contenido de sulfatos inorgánicos (extracción con KH_2PO_4 y determinación de sulfato por Método Turbidimétrico con espectrofotómetro a 420 nm).
- determinación de resistencia del bloque a compresión simple.

3. RESULTADOS

En tabla 4 se resume la caracterización practicada sobre los suelos analizados.

Tabla 4 – Caracterización de los suelos

Determinaciones	Ensayos clasificación	Suelo superficial (horizonte "B")	Suelos profundos (barros de excavación)
Límite de Atterberg (%)	LL	21,5	32,3
	LP	12,8	24,1
	IP	8,7	8,2
Clasificación	SUCS	CL (arcilla inorgánica de baja plasticidad)	ML (Limos inorgánicos de mediana compresibilidad)
Sulfatos	Determinación de azufre inorgánico	No determinado	S = 119,2 mg S/100g suelo SO ₄ ⁼ 357,6 mg SO ₄ ⁼ /100 g de suelo

La resistencia de los bloques a compresión simple fue determinada empleando una prensa de accionamiento hidráulico, con velocidad controlada.

Si bien se ha detectado la presencia de sulfatos, su grado es moderado. En este trabajo sólo se presentan los resultados empleando cemento Portland normal (CPN 40), a fin de compararlos en el curso del desarrollo del proyecto íntegro de investigación, con los de especímenes elaborados con cemento Portland normal moderadamente resistente a los sulfatos (MRS).

En tabla 5 se muestra un cuadro resumen comparativo de los ensayos de compresión simple realizados con las distintas mezclas, describiendo el aspecto y comportamiento a la inmersión de las muestras estudiadas.

Tabla 5 – Aspecto de los especímenes estudiados y resistencias promedio a la compresión simple

Muestra	Aspectos en seco	Aspectos luego de la inmersión	Ensayos de compresión simple de especímenes sin inmersión (kgf/cm ²)			
			7 días	14 días	21 días	28 días
BSCs _{10%}	Terroso – compacto. Color marrón oscuro	Rugoso compacto No se disgrega	36,51	46,81	56,97	60,78
BSCs _{8%}	Rugoso semi-terroso - compacto, c/ microfisura. Color pardo oscuro	Muy rugoso compacto No se disgrega	30,40	37,57	43,70	48,56
BSCs _{6%}	Muy rugosos, con fisuras importantes. Color marrón oscuro	Con importantes fisuras No se disgrega	26,35	30,68	36,59	42,22
BSCp _{10%}	Muy compacto – aspecto liso uniforme Color pardo	Muy compacto No se disgrega	57,13	72,3	86,44	89,28
BSCp _{8%}	Compacto	Compacto. No se disgrega	37,54	46,56	55,65	56,50
BSCp _{6%}	Semi - compacto. Con micro-fisuras en la superficie	Las aristas no conservan su perfil marcado. No se disgrega	37,17	43,65	51,16	55,98

En las figuras que a continuación se muestran se pueden observar curvas comparativas con los resultados promedio de ensayos a la compresión sobre los ladrillos elaborados con suelos profundos, BSCp – figura 4, y suelos superficiales, BSCs, figura 5, curados en ambiente de laboratorio y ensayados todos a la edad de 7, 14, 21 y 28 días.

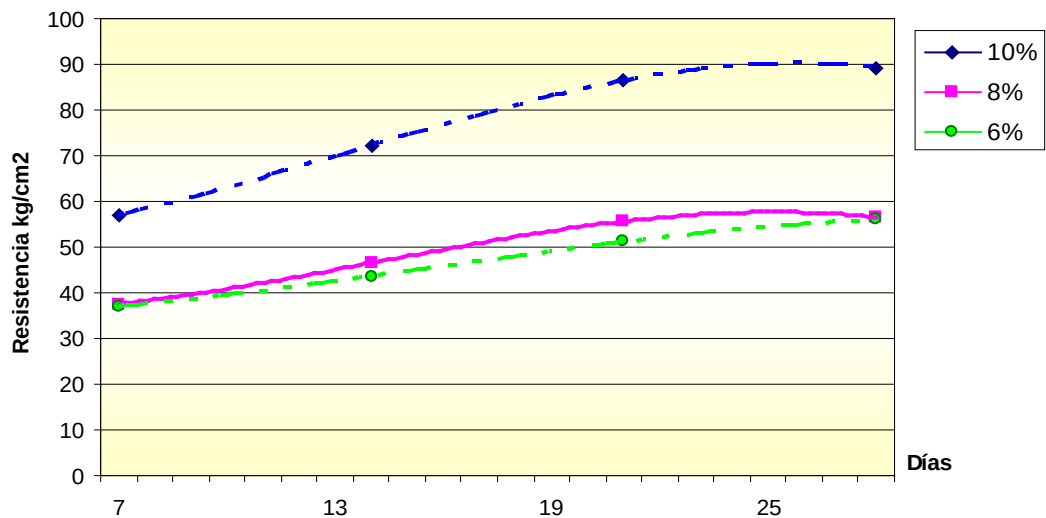


Figura 4 – Bloques BSCp: resistencia a la compresión simple

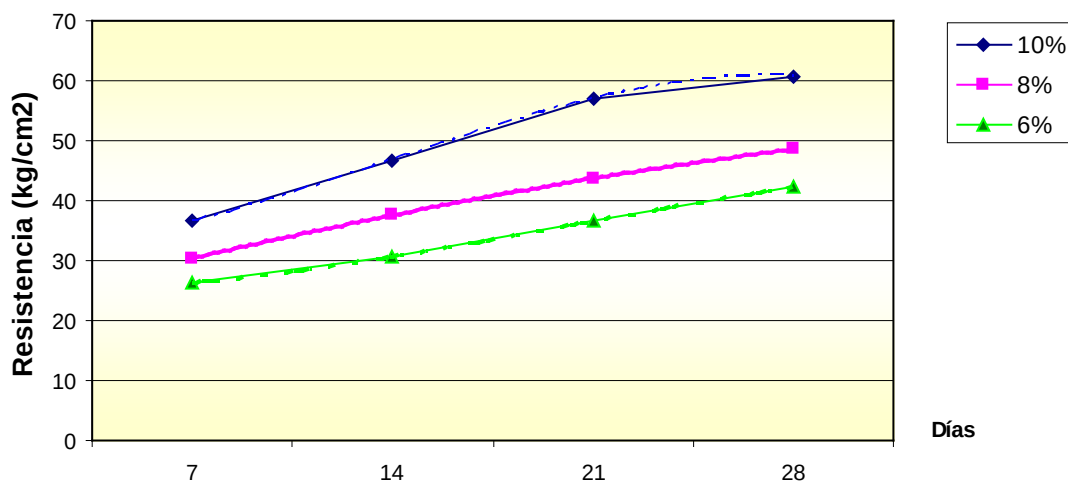


Figura 5 – Bloques BSCs: resistencia a la compresión simple

4. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS

Los ladrillos elaborados con mezclas de suelos limosos profundos, BSCp, han provisto resistencias a la compresión mayores que aquellos elaborados con suelos arcillosos superficiales, BSCs.

En todos los casos las resistencias han sido crecientes con la edad. No se aprecian diferencias sensibles entre las resistencias de los bloques BSCp conteniendo 6% y 8% de cemento. Sin embargo, la adición del 10% de cemento incrementó sus resistencias para todas las edades con respecto a la de aquellos, siendo a los 28 días tal aumento del orden del 59%. En relación a los BSCs, la diferencia por contenido de cemento y por edad es más marcada que en los anteriores, incrementándose a los 28 días las del 10% de cemento, en un promedio del 35% con respecto a las del 6% y 8%.

Las resistencias alcanzadas por los BSCp son comparables a las de ladrillos comunes cocidos, de fabricación artesanal.

Los ladrillos en estado seco, luego de su curado, presentan un incremento de longitud de aproximadamente el 1,72% en la dirección de la arista mayor (29,5 cm). Este valor es relativamente bajo, permitiendo prever un buen comportamiento de la mampostería.

Los especímenes sumergidos conservan su estructura al igual que los curados en ambiente de laboratorio (sin sumergir). A los 28 días su resistencia es sensiblemente mayor al comparar ladrillos con igual cuantía de cemento como se puede apreciar en la figura 6.

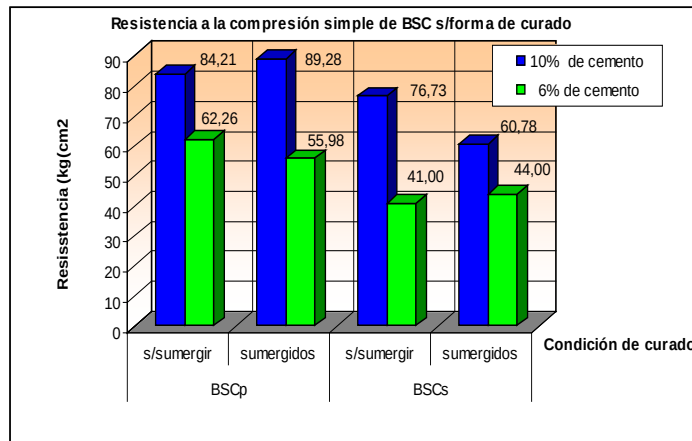


Figura 6 – Resistencia a la compresión simple de BSC s/ forma de curado

5. CONCLUSIONES

Los resultados presentan los avances sobre un proyecto de investigación de mayor envergadura, comparando ladrillos elaborados con dos tipos de suelos, aquellos provenientes de mezclas de suelos profundos de consistencia inicial líquida (lodos), y los de superficie, utilizados habitualmente en la región para la confección de ladrillos cocidos.

La caracterización física de los mismos permitió establecer diferencias entre ambos. Si bien se trata en todos los casos de suelos finos, la mezcla de suelos profundos provee un suelo limoso inorgánico de mediana compresibilidad, tipo ML según el S.U.C.S., en tanto que los superficiales son arcillosos de baja plasticidad (CL). Determinaciones químicas practicadas sobre los primeros revelaron la presencia de sulfato en grado moderado. Esta circunstancia torna aconsejable el empleo de cementos MRS. Sin embargo, en este trabajo se adelantan los resultados de bloques elaborados con cementos CPN, sin esta propiedad resistente a los ataques, para ser comparados a futuro, con la prosecución de la línea de investigación trazada, con aquellos empleando cementos MRS.

Los resultados iniciales revelan el excelente comportamiento, tanto resistente como de durabilidad bajo condiciones sumergidas, de todos los tipos y variantes de dosificación de los BSC elaborados.

Para dosificaciones del 8% y 10% de cemento, una variable a tener presente es el buen acabado superficial de los especímenes, pudiendo utilizarlos para la realización de mampostería de ladrillos con igual técnica que la mampostería tradicional de ladrillos a la vista con junta enrasada.

Particularmente interesante resulta el aprovechamiento de un residuo de construcción y demolición, como son considerados en la región de estudio los barros o lodos de excavación de pilotes. Este recurso configura una solución medioambiental que traslada sus beneficios a la faz económica y social, por cuanto al presente no tienen valor dinerario alguno y con ellos es posible construir ladrillos para atender la demanda de viviendas de interés social.

La aplicación de un método racional de fabricación o un sistema controlado de dosificación, permite elaborar ladrillos homogéneos tanto en aspecto como en resistencia. Este último factor da lugar a la posibilidad de disminuir el coeficiente de seguridad para determinar las

tensiones admisibles a la compresión, a valores por debajo del $\mu = 10$, habitualmente aplicado a los ladrillos comunes cocidos de elaboración artesanal.

La línea de investigación continuará con la elaboración de especímenes empleando cemento MRS para los bloques BSCp, con variación en la proporción de las componentes además de las condiciones de curado en busca de una propuesta reproducible en obra.

El aumento de la población de datos permitirá determinar valores característicos, útiles para elaborar normativas sobre este material.

BIBLIOGRAFIA

Begliardo, H.; Casenave, S.; Sanchez, M. (2006). *Aprovechamiento de barros de excavación para pilotes*. 4º Encuentro Proyecto Integrador PROCQMA, U.T.N. F.R.San Rafael, CD- Edic. LEMaC (UTN FRLP), Argentina.

Begliardo, H.; Sanchez, M.; Panigatti, M. (2006), *Ladrillos de suelo-cemento, elaborados con suelos superficiales y barros de excavación de pilotes*, V SIACOT – Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra; Vº SIACOT, Iº SAACT. CD. INCIUSA-CRICYT-U.N.Cuyo, Mendoza, Argentina.

Roseto, Omar, (1996). *Bloques con mezclas hipercomprimidas de suelo-cemento*. Revista Cemento Nº7, Instituto del Cemento Portland Argentino, Buenos Aires, Argentina.

Tomasini, Gabriel; Olivero, Fernando, (2003). *Diseño racional de ladrillos de suelo-cemento y análisis para su utilización en viviendas de interés social*. Proyecto Final de Grado, UTN FRRa, Rafaela (SF), Argentina.

Tomasini, G.; Olivero, F.; Begliardo, H., (2004). *Diseño racional de ladrillos de suelo-cemento y su aplicación en viviendas de interés social*, PROTERRA - Seminario-Taller de construcción con tierra - UNL-FADU; UTN-FRSF, Argentina.

NOTAS

1. El suelo ideal para la confección de ladrillos de suelo cemento es el de naturaleza arenosa, con una proporción de finos tal que le confiera cierta plasticidad para su moldeo en bloques. En ese sentido, una proporción adecuada sugerida por Roseto (1996) es: arcilla: 5-10%; limo: 10-20 %; arena: 60-80%.

2. La adición de cemento le incorpora esta propiedad de no disgregabilidad a los BSC, poniendo en evidencia la durabilidad de este material bajo las severas condiciones de inmersión. En el Laboratorio de Ingeniería Civil de la UTN FRRa se guardan muestras de especímenes sumergidos desde el mes de marzo de 2006, en perfecto estado de conservación.

AUTORES

Mirta Amalia Sanchez, ingeniera en construcciones, especialista en Metodología de la Investigación Científica y Técnica, Profesor Titular Ordinario de la cátedra Ingeniería Civil II en U.T.N. F.R.Ra, Investigadora SCYT, Directora del Proyecto de Investigación homologado por U.T.N. *“Ladrillos de suelo cemento elaborados con suelos superficiales y barros de excavación de pilotes”*.

Hugo Félix Begliardo, ingeniero civil, Profesor Asociado de la cátedra Análisis Estructural I y Jefe del Laboratorio de Ingeniería Civil en U.T.N. F.R.Ra, Co Director del Proyecto de Investigación homologado por U.T.N. *“Ladrillos de suelo cemento elaborados con suelos superficiales y barros de excavación de pilotes”*.

Silvia Noemí Casenave, ingeniera en construcciones, Especialista en Docencia Universitaria, Profesor Asociado de la cátedra Estructuras de Hormigón en U.T.N. F.R.Ra, Investigadora SCYT, integrante del Proyecto de Investigación homologado por U.T.N. *“Ladrillos de suelo cemento elaborados con suelos superficiales y barros de excavación de pilotes”*.

Javier Schuk, alumno de la carrera de Ingeniería Industrial en U.T.N, F.R.Ra, becario de investigación.



UTILIZACIÓN DE SAVIAS VEGETALES PARA LA FABRICACIÓN DE BTC

Yolanda Guadalupe Aranda Jiménez

Universidad Autónoma de Tamaulipas. UAT. Centro Universitario Tampico-Madero.
Tampico, Tamaulipas. México. yaranda@uat.edu.mx

Palabras clave: savias vegetales, mucílago, BTC

RESUMEN

La construcción con tierra es tan antigua como la humanidad, siendo el material primordial en aquellas regiones donde hay escasez de recursos y vivienda. En la actualidad, un tercio de la humanidad vive en viviendas de Tierra y en países en proceso de desarrollo más de la mitad de sus viviendas son de Tierra. Se estima por el Centro para Asentamientos Humanos de las Naciones Unidas (UNCHS) que el suministrar vivienda de bajo costo y de materiales durables es uno de los principales retos en aquellos países. En México la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI), ha estimado una necesidad de edificación de 766,000 viviendas anuales hasta el 2030, y la construcción a base de bloques de tierra comprimido sería una posible solución a este problema, por ser un material económico, pero presenta, para las características de ciertas regiones húmedas en nuestro país, algunas desventajas como lo son: su debilidad ante la humedad y resistencia. Ancestralmente sin comprobación científica se han utilizado savias vegetales. Una sustancia que podría agregarse durante la elaboración del bloque de tierra comprimido (BTC) estabilizado, podría ser las provenientes de algunas cactáceas, esto con la finalidad de mejorar propiedades del material como la permeabilidad y resistencia. El presente trabajo presenta el uso de mucílago (líquido viscoso que se encuentra en diferentes vegetales) y acíbar, zumo concentrado del Aloe, principalmente de nopal (*Opuntia rastrera* y *Opuntia ficus-indica*) y sábila (*Aloe vera barbadensis*), con el objeto de comprobar científicamente si se mejoran las características del BTC estabilizados con cemento Pórtland, al emplearlo como aditivo, a baja concentración, en el agua utilizada para su fabricación. A los bloques fabricados utilizando soluciones de las sustancias anteriores se les determinó su resistencia a la compresión, húmeda y seca, absorción de agua, porosidad y abrasión y se compararon los resultados con los de BTC producidos sin añadidura de otras sustancias.

1. INTRODUCCIÓN

La problemática de la vivienda implica una conjunción de factores que deben ser analizados bajo la perspectiva de diversas disciplinas tanto sociales, políticos, económicos, demográficos entre otros.

Expertos en vivienda coinciden en afirmar que la necesidad de la misma difiere de la demanda debido a que ésta última depende del poder adquisitivo de la familia, el acceso a los tipos de crédito, su deseo por tener un patrimonio (Coulomb y Schteingart, 2006), lo anterior, evidencia solo un aspecto de la carencia de vivienda, ya que otros aspectos fundamentales están conformados por aquel conjunto que están inhabitables debido a situaciones estructurales, de nulo mantenimiento o catástrofes naturales.

Las cifras que arroja el Censo en México del 2000 enfocaron las políticas gubernamentales a metas de incrementar a 750,000 por año el número de viviendas ofertadas sin tomar en cuenta el costo de las mismas o si la población de escasos recursos es decir aquellos que están por debajo de los 3 salarios mínimos, tendrían acceso a ellas.

Tanto las políticas gubernamentales como la producción de vivienda por parte de los principales promotores del país, no se han caracterizado por tratar de atacar el problema desde el punto de vista de innovación de materiales sustentables y económicos que permitan abatir el costo de la vivienda. Es claro que en los últimos años la oferta de la

vivienda supera la demanda, debido a que los créditos no están al alcance de quienes verdaderamente tienen la necesidad.

La Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI), en un esfuerzo conjunto con organismos como la Sociedad Hipotecaria Federal (SHF), Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), Instituto de Fomento Nacional para la Vivienda (INFONAVIT) y Fondo Nacional de Habitaciones Populares (FONHAPO), convocan desde el 2001 al premio nacional de vivienda con el claro objetivo de fomentar la investigación de planeación, desarrollos urbanos, políticas de diseño, sistemas constructivos y tecnología para así implementar soluciones más viables y fundamentadas a dicho problema.

1.1. La producción social de vivienda y los BTC como alternativa tecnológica

El sistema de producción habitacional Enrique Ortiz lo define así:

Por sistema de producción habitacional se entiende el conjunto de programas, proyectos y actividades relativos a los procesos de planeación, construcción y distribución de la vivienda, conducidos por promotores que trabajan en forma organizada, planificada y continua, bajo esquemas de operación estructurados (PUEM, 2006).

El arquitecto Ortiz lo clasifica en producción pública, privada, social, auto-producción, autoconstrucción, y cada una con sus subdivisiones.

La producción social es aquella que produce sin fines de lucro, bajo la dirección de una organización no gubernamental de asistencia técnica, en coordinación con cooperativas, sindicatos o asociaciones que representen el sector social de bajo ingreso carente de vivienda, los cuales participaran conjuntamente en el proceso constructivo para después obtener la adjudicación de la vivienda, o bien les será encargada a terceros; la diferencia con la autoconstrucción es que ésta última solo abarca el aspecto constructivo del proceso de producción: las familias o individuos autogestionan los materiales y aportan su mano de obra, generalmente carente de apoyo técnico. A su vez ésta difiere de la denominada auto producción ya que en la autoconstrucción no se tiene el control del proceso productivo, mientras que en la auto producción sí, y es precisamente en ésta forma de producción social de vivienda, donde la propuesta de un material económico, sustentable y mejorado, fácil de elaborar por las comunidades se inserta.

Modernizar el uso de este material milenario, la tierra, es una realidad y se puede convertir en una verdadera alternativa a la proliferación de la arquitectura costosa en energías no renovables y de alto impacto ambiental, basada en la supremacía materiales industriales y de nuevos productos químicos como respuesta a todos los problemas.

El conocimiento de técnicas ancestrales, ha permitido la actualización y perfeccionamiento de variantes a éstos procedimientos que permitan su industrialización.

Los bloques de Tierra comprimida, BTC, es un producto resultante de la mezcla de tierra, un estabilizante como cemento o cal y agua en proporciones adecuadas, comprimida en máquinas (prensas) manuales o mecánicas que aportan una presión de compactación del orden de los 2 MPa. Esta tecnología se incorpora a la construcción a mediados del siglo XX, extendiéndose su uso a partir de la aparición de prensas mecanizadas.

Hacia 1956 aparece la prensa manual denominada Cinva- Ram, la cual debe su nombre al Ing. Ramírez su creador y al Centro de Investigación de la Vivienda en Colombia.

Posteriormente aparecen otros medios de compresión como prensas semiautomáticas, automáticas, o por medios hidráulicos, mecánicos, o neumáticos.

Esto en lo que se refiere a los BTC, sin embargo, la arquitectura de tierra tiene algunos inconvenientes:

El sismo y el agua son los dos enemigos fundamentales de las construcciones con tierra.

1. Problemas de durabilidad. Degradación ante los fenómenos atmosféricos, en especial el agua (erosión y humedades).
2. Fragilidad frente a desastres naturales. Sismos e inundaciones (Maldonado et al., 2002, p. 107).

Una sustancia que podría agregarse durante la elaboración del BTC estabilizado podría ser las sustancias provenientes de algunas cactáceas.

Las cactáceas contienen sustancias viscosas generalmente conocidas como mucílago; el mucílago es una sustancia que se encuentra en diferentes vegetales (tanto en hojas como tallo, raíces, etc.) y algunas leguminosas. Están constituidas por carbohidratos de alto peso molecular. Contiene principalmente dos polímeros naturales orgánicos: la amilasa (polímero de la glucosa con unión 1-4 de tipo α consigo misma) y amilopectina (polímero también de la glucosa pero con uniones 1-6), para el caso de los vegetales; y polisacáridos compuestos por D-manosa y D-galactosa, para el caso de las leguminosas.

La amilasa se encuentra formando una cadena helicoidal que en solución tiene la capacidad de formar películas delgadas que al secar presentan alta rigidez. La amilopectina, como todo compuesto de alto peso molecular, presenta viscosidad elevada en estado puro pero es altamente soluble en agua. Combinadas y encontrándose en solución acuosa, ambas pueden formar capas con diferentes propiedades mecánicas. Estas características de cohesión se han aprovechado para unir diferentes materiales. (Masschelein-Kleiner, 1995).

De esta manera, encontrándose en solución acuosa, ofrecerá a cualquier concentración diferente de cero ciertas características de cohesión.

Este efecto ha sido aprovechado desde la antigüedad principalmente para la elaboración de adobe en la construcción. Tiene la ventaja que, como el mucílago se encuentra en baja proporción en dilución, no se presentan problemas durante su incorporación a la mezcla de materiales para obtener adobe o bloques de tierra comprimidos terminados y durante siglos se han observado de manera empírica, sin comprobación científica, grandes ventajas al hacer uso de éste.

El acibar: zumo concentrado del aloe barbadensis (Carretero A. 2008), posee por su composición, características químicas muy similares al mucílago de nopal.

La resistencia a la compresión y tracción pueden incrementarse empleando almidón y celulosa, pero esos aditivos, al mismo tiempo reducen la cohesión y aumentan la retracción lo cual resulta desventajoso (Minke, 2001), a diferencia del mucílago compuesto por amilasa y amilopectina

Por otro lado el cemento Portland es un conglomerante hidráulico que resulta de la pulverización del clinker, a un grado de finura determinado, al cual se le adiciona sulfato de calcio, (yeso) o agua a criterio del fabricante para mejorar su fraguado. El clinker está compuesto por silicatos, aluminatos y ferroaluminatos cálcicos; actualmente no se tienen referencias que expliquen alguna reacción química entre estos compuestos y la amilasa y amilopectinas; sin embargo existen estudios que muestran cierta actividad positiva entre el mucílago de nopal y mezclas de concreto al observarse un aumento de la resistencia a la compresión (Torres y Cano, 2007; Hernández et.al, 2005).

Dado lo anterior surge la pregunta de investigación: **¿Mejora el mucílago de nopal (*Opuntia rastrera* y *opuntia ficus-indica*) y sábila (*Aloe vera barbadensis*) agregada al agua de mezclado por separado, las características físico-mecánicas de los BTC estabilizados con cemento Pórtland ordinario CPO 20 al 6%?**

La relevancia social de este estudio estriba en que si se logran mejorar las características de este material ante la humedad que es una de sus principales debilidades, se utilizaría en programas de producción social de vivienda con una mayor aceptación por parte del usuario, ya que es un material económico debido al reducido costo de la materia prima

básica, la tierra, comparado contra el block de concreto y no requiere de tanta energía si se utilizan las prensas manuales para su fabricación.

1.2. Algunos antecedentes de estudios y pruebas realizados con bloque de tierra comprimida (BTC)

El adobe ha sido utilizado por años en la construcción, en efecto se ha comunicado en diversas ocasiones que un gran número de personas en el mundo vive en casas de adobe (Aguayo A., 2005). Para hacer bloques con este material se ha propuesto el uso de diversos aditivos encontrando entre ellos el nopal (Briccoli et al, 2001). Víctor Castaño en su conferencia, "Materiales del Siglo XXI", denotó que el uso de nopal es una tecnología rescatada de tradiciones prehispánicas y ha presentado además muchos otros usos importantes.

En Tamaulipas el Gobierno del Estado por medio del Instituto Tamaulipeco de la Vivienda y Urbanización (ITAVU), durante el gobierno de Américo Villarreal, se implementó una nueva modalidad dentro del Programa de Construcción de Vivienda Rural, como opción para las zonas más marginadas: La Casa de Tierra. Entre los conjuntos habitacionales que se pueden mencionar están: Carbonera, Fidel Velásquez, Del Valle, Sedena entre otros, así como restauraciones del Monasterio de las Madres Adoratrices, El Palacio Municipal de Jiménez, y la Biblioteca Municipal de Jaumave, todos ellos realizados con BTC.

Por otro lado, en la Universidad de Checoslovaquia en Praga, Jan Ruzika para obtener su tesis doctoral realizó una investigación sobre el comportamiento de los bloques de tierra prensados y estabilizados en estado seco y húmedo para determinar si la compresión es la que determinaba la resistencia o la adición de estabilizantes como cemento Pórtland y cal y los porcentajes de estabilización. De igual manera se preguntó ¿cuál era el comportamiento de estos bloques estabilizados de manera húmeda? Para determinar si mejoraban o si era la compresión más importante que la adición. Se lanzó una serie de 150 bloques curados y unos a las 6.3 semanas de elaborados y otros hasta las 77.3 semanas, para cada uno de los grupos, es decir, secos y húmedos, estabilizados con cemento, y estabilizados con cal, y los estudios arrojaron que bajo condiciones de alta humedad, la adición de cemento o cal a los BTC mejora significativamente su comportamiento. El período de la investigación duró desde el 2001 hasta el 2003.

En los Cuadernos Técnicos de la FAO (Saenz 2006) cita a varios investigadores que han estado utilizando el hidrocoloide del nopal para diversos usos en construcción, a saber: en Perú, Ramsey en 1999 estudió el uso de goma o mucílago de cladodios de nopal para estabilizar bloques de adobe, comparándolo con la cal; los resultados obtenidos no fueron exitosos como se esperaba, probablemente debido a que las dosis empleadas fueron del 10%. La metodología utilizada para preparar la goma de nopal como estabilizante, consiste en limpiar y remojar en agua los cladodios (1:1 en peso); las mejores condiciones de remojo fueron 18 días a 15°C – 20°C (82 - 92 por ciento HR) o entre 7 y 14 días a 20°C – 25°C (77 - 88 por ciento HR). Del mismo modo, Cárdenas et al (1998) efectuaron ensayos preliminares acerca del uso de jugo de nopal en pastas de Ca(OH)_2 , indicando que su incorporación vuelve más débil la textura de la cal, así mismo a señalado que desde hace muchos siglos se agrega jugo de nopal como un adhesivo orgánico a la cal para restaurar y proteger edificios históricos en México.

Torres Acosta et al (2007) también analizaron la adición de mezclas de nopal y *Aloe vera* en el concreto, como un modo de aumentar las propiedades anticorrosivas al entrar en contacto con el acero.

Por su parte, Hernández y Serrano (2003), en un estudio sobre adición de mucílago de nopal liofilizado a morteros ampliamente usados en la construcción, observaron que la adición de 0,5 g de mucílago liofilizado mejoraba las características mecánicas de la mezcla, con una mejor resistencia a la compresión que los controles sin mucílago de nopal. La

mezcla de yeso + arena sílice + mucílago de nopal liofilizado mostró un esfuerzo a la compresión de 151,8 kgf/cm² a los 28 días, en comparación con el control que fue de 125,6 kgf/cm².

Roux (2002) muestra diversos análisis realizados *in situ* de muros fabricados con BTC estabilizados con cemento Pórtland y utilizando un refuerzo a base de fibra de coco, los resultados obtenidos muestran ventajas en las características del BTC al estabilizarlo con cemento pero no así al utilizar fibra de coco.

2. METODOLOGIA DE LA PARTE EXPERIMENTAL

Para resolver el problema de investigación, se pretende: Analizar científicamente que la utilización del mucílago de nopal y sábila mejora efectivamente las características del material, mostrar que los BTC modificados cumplen los estándares para ser utilizados como material adecuado para la construcción de vivienda, Identificar la composición del suelo con el que se fabricarán los BTC, determinar el porcentaje exacto de concentración en el agua de mezclado de los mucílagos, identificar los diferentes porcentajes de absorción de agua ante las diferentes concentraciones de mucílago y acibar con el fin de estandarizarlos en una tabla que nos permita tener indicadores, así como analizar las diferentes características físicas: compresión, durabilidad, porosidad y absorción de agua, así como las características químicas de: resistencia a los álcalis, ácidos y sales en las diferentes concentraciones de mucílago, con el fin encontrar materiales alternativos que sean económicos y aporten soluciones al problema de vivienda en México.

2.1. Preparación de muestras

Se realizaron Bloques de Tierra comprimido a partir de una mezcla 2:3 de Arcilla-Medrano (las relaciones se hicieron en **peso:peso**) a la cual se añadió cemento Pórtland CPO20 marca CEMEX como estabilizante equivalente al 6% (p/p) de la proporción y 6 L de líquido; posterior a la homogenización de la mezcla se vertió esta al contenedor de una prensa hidráulica marca Adobepress 2000 y se compactó a una presión de 6 MPa durante 30 segundos. Una vez obtenido el bloque pasó al área de secado y curado por un periodo de 10 días.

El líquido utilizado se definió de acuerdo al tipo de BTC (blanco o modificado) que se menciona a continuación.

2.2. BTC blanco

Para las muestras denominadas blanco se añadió como líquido agua potable.

2.3. BTC Mucílago

Para las muestras denominadas modificadas se añadió como líquido 6L de solución de agua potable y mucílago de nopal. La solución Agua-Mucílago de nopal se obtuvo a partir de una mezcla de pencas maduras de nopal en agua potable que se dejaron macerarse por un lapso de 5 días. Posteriormente se decantó la mezcla descartando el sólido precipitado. Se utilizaron por separado dos especies de nopal, **Opuntia rastrea** (*nopal forrajero y tunero*).y el segundo **Opuntia ficus indica** (nopal verdura modificado)

Para el mucílago de sábila también denominado Acíbar, a las pencas se les quitó el epitelio para posteriormente licuar el acíbar y éste se guardó en garrafas para posteriormente preparar las soluciones que se agregarían al agua de mezclado.

A las soluciones generadas se realizaron pruebas químicas.

Se realizaron pruebas físicas y químicas por separado a 10 bloques obtenidos aleatoriamente de cada lote producido.

2.4. Pruebas físicas

Se realizaron pruebas de compresión seca, según la norma técnica mexicana para ladrillos de barro cocido, NMX-404 (ONNCE, 2005), compresión húmeda y abrasión, según la norma técnica colombiana NTC-5324 (ICONTEC, 2005), absorción de agua y porosidad (según la norma técnica mexicana para ladrillos de barro cocido NMX-C-37 (ONNCE, 2005) cuyo límite máximo es de 20%, así como para la norma técnica brasileña NBR 8491 (ABNT, 1984) para BTC).

Compresión: Se coloca en una prensa hidráulica una porción uniforme de arena y sobre ella el BTC al cuál se va a medir la resistencia a compresión. La máquina comienza a ejercer una presión uniforme sobre el tabique medida en toneladas o Megapascals.

Compresión húmeda: Para esta prueba se siguió el mismo procedimiento anterior, solo que se hace después de que el BTC, permaneció 24 horas sumergido.

Absorción de agua: Para este análisis se pesó en seco el BTC, posteriormente se sumergió completamente en agua durante 24 horas (de esta manera se logra la saturación con líquido); se retira del agua y se pesa anotando el dato en el formato correspondiente. Se seca la muestra y se vuelve a pesar.

Porosidad: A partir del volumen de agua que absorbe una muestra de BTC y conociendo el volumen del BTC (el cual se determina midiendo con un vernier cada uno de sus lados) se determina el por ciento de humedad según la variable operacional. Dada por la siguiente fórmula: $\%P_o = (V_b/V_a) \cdot 100$, donde: $\%P_o$ = Porcentaje de porosidad, V_b = Volumen del BTC (en cm^3) y V_a = volumen de agua (en cm^3). A partir del valor normativo de la NBR 13555 para porcentaje de absorción de agua (20% peso/peso), se determina que este valor corresponde al 37% en volumen/volumen, para el peso promedio de los bloques fabricados.

Resistencia a la abrasión: Se cepilló la superficie de un bloque previamente pesado con la ayuda de un cepillo metálico a razón de una ida y venida por segundo durante un minuto (60 idas y vueltas) sin aplicar fuerza vertical sobre el cepillo. El ancho del cepillado no debe exceder más de 2 mm del ancho del cepillo. El cepillado debe hacerse sobre toda la superficie. Al final del cepillado se debe limpiar el bloque y pesar al igual que el material desprendido.

2.5. Pruebas Químicas

Debido a que los BTC una vez utilizados en la construcción tienen la posibilidad de verse expuestos a diversos componentes químicos naturales como acidez, salinidad, entre otros, se realizaron pruebas químicas esenciales que ahora se detallan:

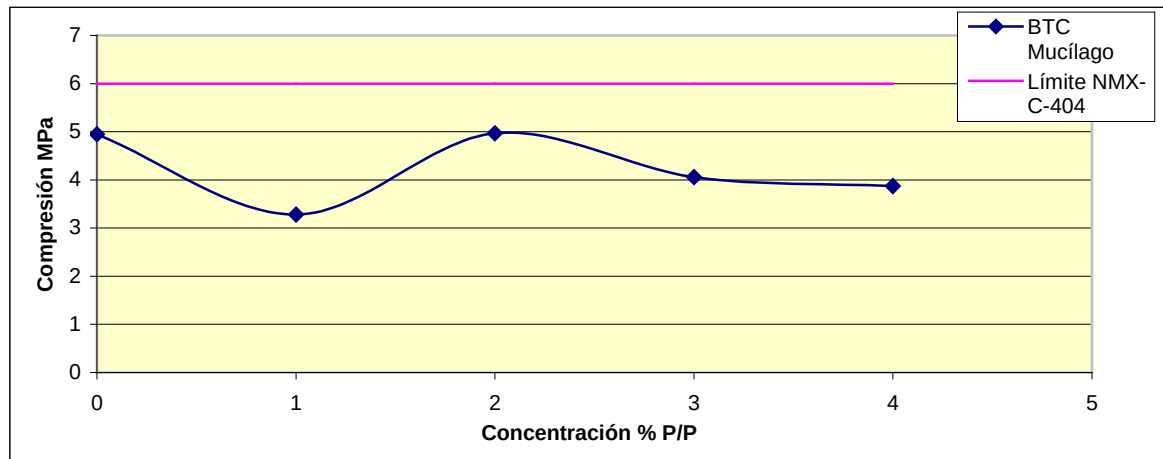
Se determinó la resistencia a los álcalis a partir de la norma mexicana NOM-052 (SEMARNAT, 1993) y posterior gravimetría. Para la salinidad se lixivió una porción de sólido y al líquido obtenido se determinó la concentración de cloruros a partir de la norma mexicana NMX-AA-073 (SCFI, 2001) y pH con la norma mexicana NMX-AA-008 (SCFI, 2000). A las soluciones de acíbar y mucílago se les determinó también la concentración de cloruros y pH con las normas anteriores además de la viscosidad por el método de Oswald.

3. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS FISICAS

3.1 Sobre las pruebas físicas

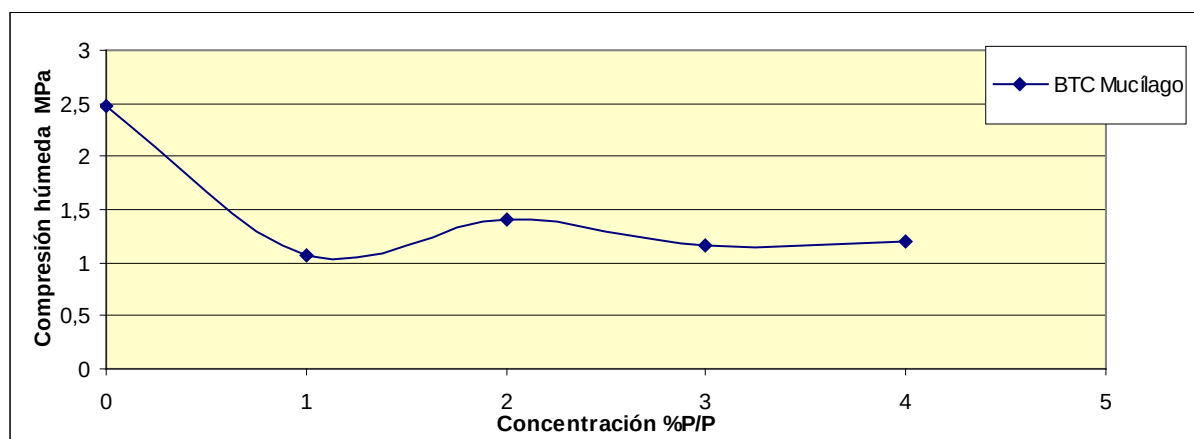
Mucílago de Nopal

En la gráfica 1 se puede observar los resultados de la prueba de compresión para BTC en donde se utilizó mucílago de nopal a diferentes concentraciones. Se puede notar que para este caso no se encuentran resultados con diferencia significativa, por lo tanto la producción de BTC con mucílago de nopal a bajas concentraciones (del 1% al 4%) no es recomendable, si lo que se busca es mejorar su resistencia.



G

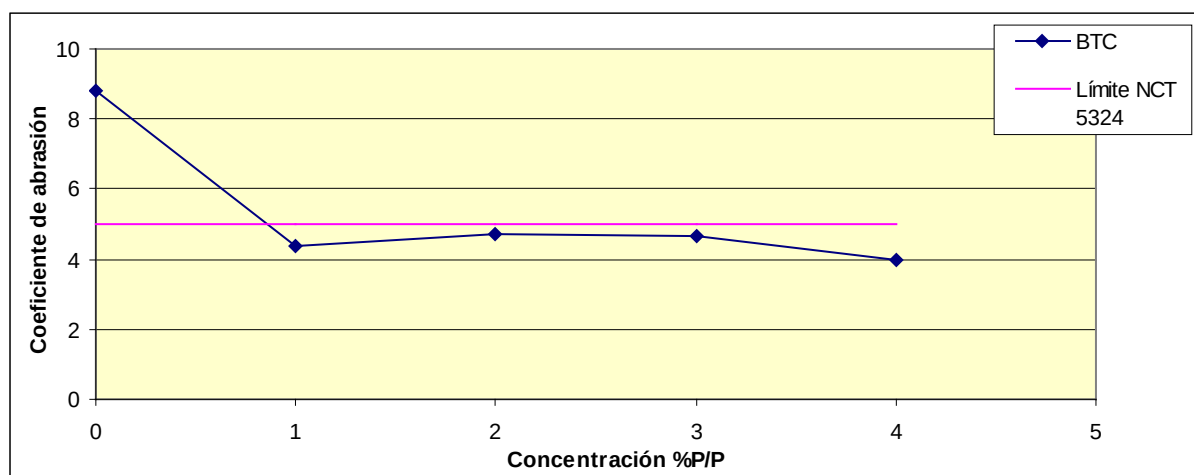
Gráfica 1 – Resistencia a la compresión seca de los BTC en diferentes concentraciones de mucílago



Gráfica 2 – Resistencia a la compresión húmeda de los BTC con diferentes concentraciones de mucílago

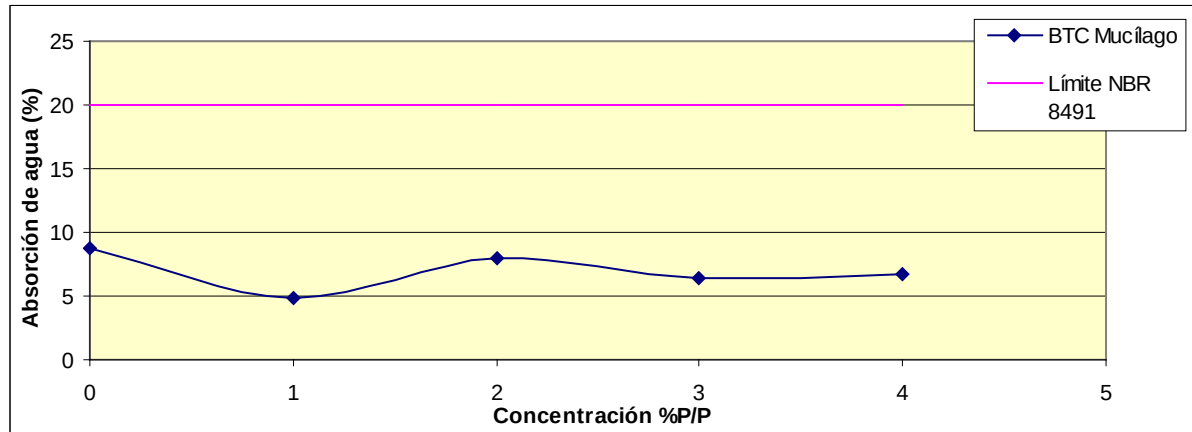
No existe norma mexicana para la compresión húmeda, sin embargo estos resultados servirán para compararlos con los resultados del acíbar.

En la gráfica 3 se observan los valores obtenidos para la prueba de abrasión, y que están ligeramente abajo del valor normativo, pero aún no son significativos para las concentraciones dadas.



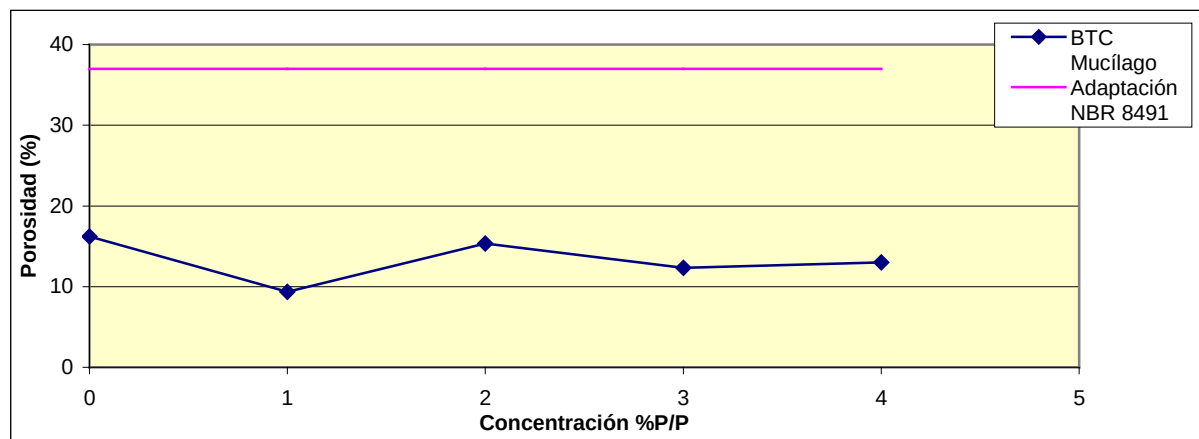
Gráfica 3 – Resistencia a la abrasión de los BTC con diferentes concentraciones de mucílago

La gráfica 4 indica que para las concentraciones experimentadas el porcentaje de absorción de agua está por abajo del valor normativo, sin embargo entre ellas no hay una diferencia significativa.



Grafica 4 – Absorción de agua de los BTC con diferentes concentraciones de mucílago

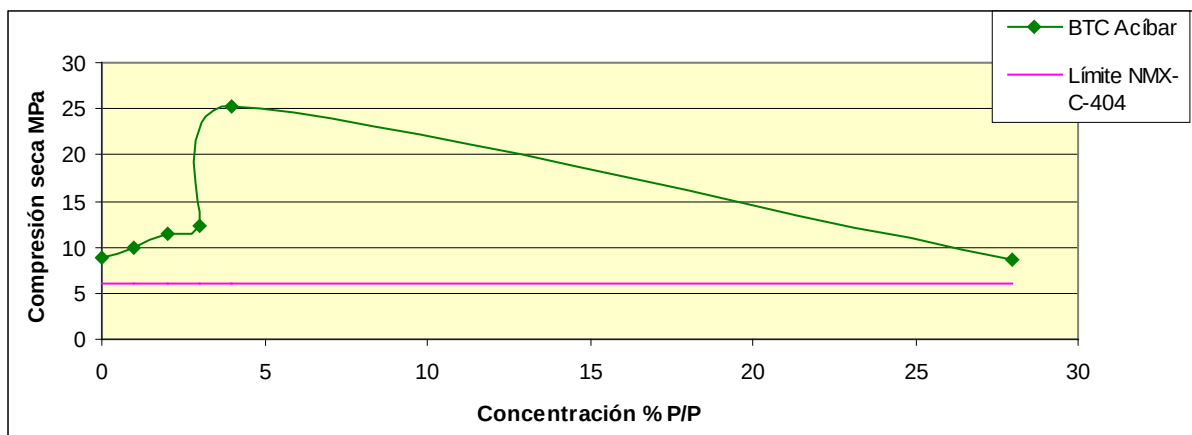
Y en la gráfica 5 se observa un fenómeno muy similar que para la gráfica 4



Grafica 5 – Porosidad de los BTC con diferentes concentraciones de mucílago

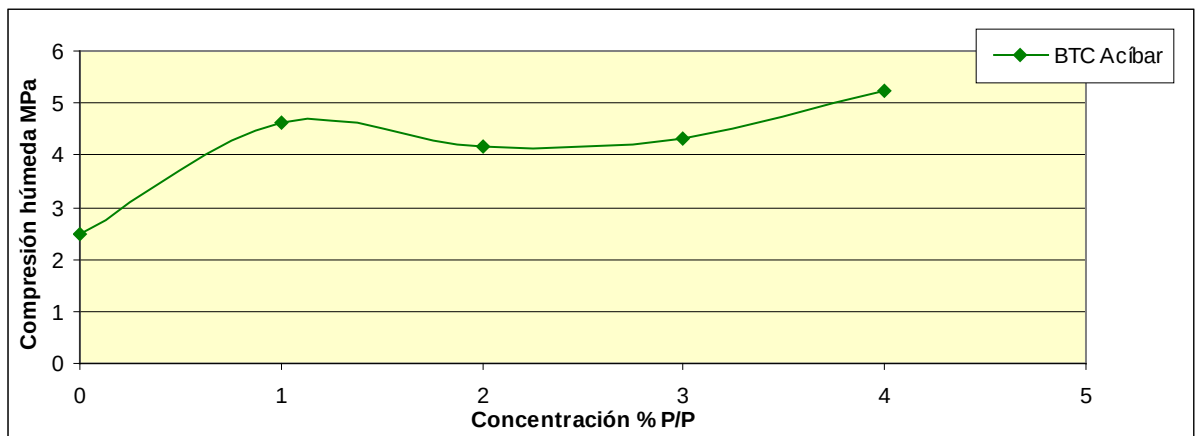
Aloe Vera o sábila

En la gráfica 6 de BTC con diferentes concentraciones de sábila, se observa para la compresión seca, los valores están por arriba del valor normativo.

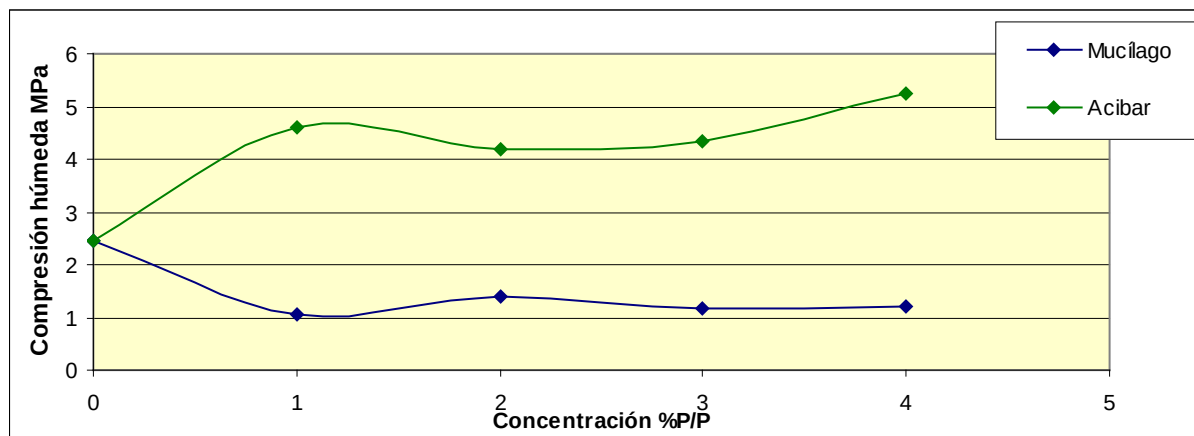


Grafica 6 – Resistencia a la compresión seca de los BTC con diferentes concentraciones de acíbar de sábila

La gráfica 7 muestra la resistencia a la compresión húmeda en Megapascuales de los BTC para las concentraciones de 1 a 4% de acíbar de sábila.

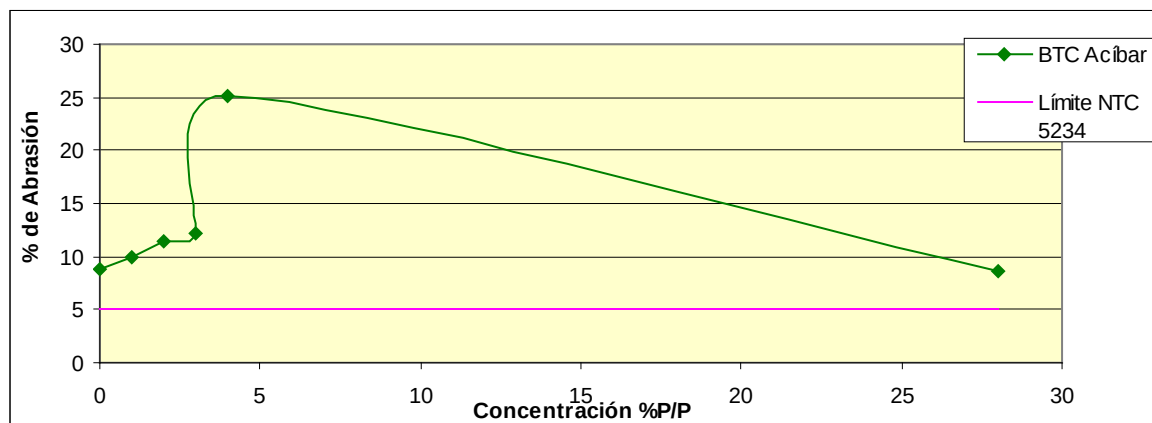


Grafica 7 – Resistencia a la compresión húmeda de los BTC con diferentes concentraciones de acíbar de sábila



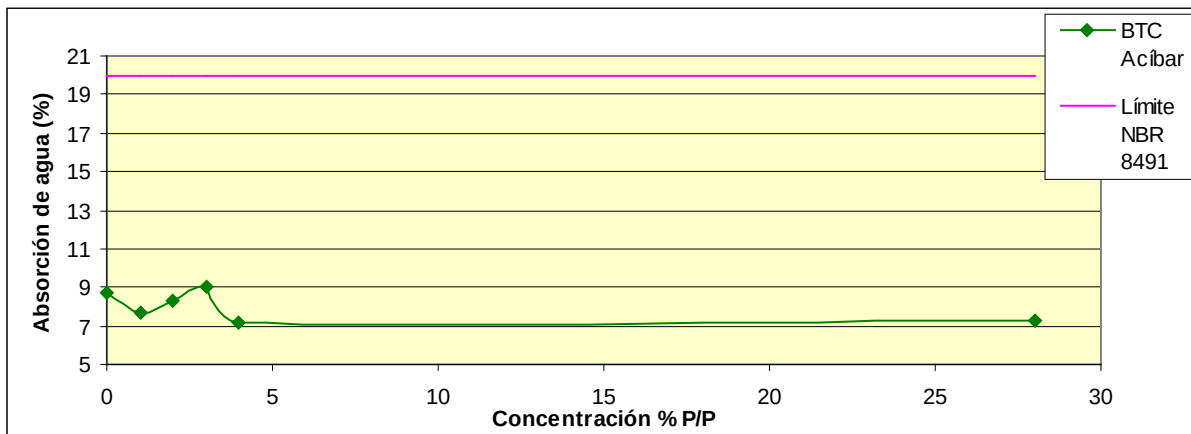
Grafica 8 – Comportamiento de la resistencia a la compresión húmeda de los BTC con mucílago de nopal e de acíbar de sábila en las diferentes concentraciones

En la prueba de abrasión el comportamiento de los BTC supera el valor normativo, y comparativamente con los de mucílago la resistencia a la abrasión fue mayor.



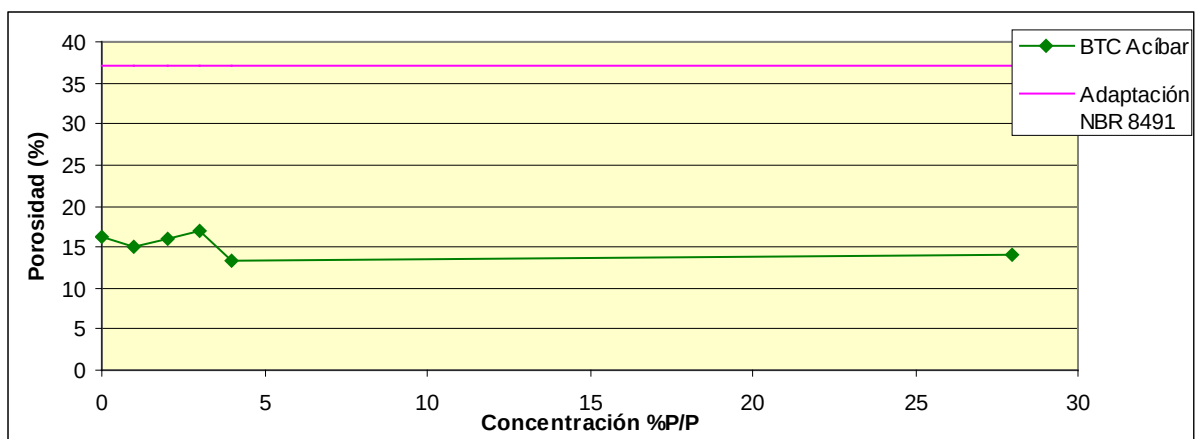
Grafica 9 – Resistencia a la abrasión de los BTC con diferentes concentraciones de acíbar de sábila

Para la prueba del porcentaje de absorción de agua de los BTC elaborados con diferentes concentraciones de acíbar de sábila, se observa que el porcentaje de absorción de humedad está muy por abajo del valor normativo.



Gráfica 10 – Absorción de agua de los BTC con diferentes concentraciones de acíbar de sábila

Para la prueba de porosidad se observa un comportamiento similar al de absorción de humedad y muy por debajo del valor normativo.



Gráfica 11 – Porosidad de los BTC con diferentes concentraciones de acíbar de sábila

3.2. Sobre las pruebas químicas

La viscosidad de las soluciones de mucílago a 27°C para la *Opuntia rastrera* forrajero fue casi **ochenta veces** más alta que el agua y treinta veces más que el mucílago concentrado de *Opuntia ficus indica* (verdura domesticado). La viscosidad puede darnos una idea del contenido de compuestos de alto peso molecular presentes en las pencas de nopal, a partir de este valor tenemos dos posibilidades: la primera que el contenido de ellos sea en el primer caso alto y en el segundo bajo, o la segunda que consiste en que la primera tenga compuestos de mayor peso molecular y el segundo la misma cantidad de compuestos pero de menor peso molecular.

Para las soluciones concentradas de acíbar de sábila se obtuvo una concentración de cloruros de 919 mg/L y pH de 7.87 este pH, (como se verá más adelante, es mayor al de las soluciones de mucílago), a diferencia del agua potable utilizada para la preparación de la solución que fue de 85 mg/L y 7.37 de pH. Se obtuvieron salinidades de 142.5 mg/L a 180.00 mg/L para soluciones de mucílago concentradas, con respecto al pH en todos los casos fue menor de 7 (ácido). Sin embargo, los bloques en general tienen un pH mayor a 7 (básico). La acidez que presenta la solución agua-mucílago se neutralizará durante la mezcla con el suelo alcalino.

El bloque al final es alcalino, no reacciona con agua pero reacciona presentando efervescencia con ácido clorhídrico; esto quiere decir que los bloques deben mantenerse, en lo mayor posible, alejado de los ácidos. Cabe señalar que esta reacción también se presenta con la presencia de carbonatos en la muestra. Sin embargo, los bloques con mucílago, cuando la concentración de éste es del 1%, presenta una mayor resistencia a los ácidos a diferencia de los bloques blanco (sin solución de mucílago); en ambos casos no sería recomendable exponer los bloques a medios ácidos extremos (Como en laboratorios químicos). Por tanto, debido a las características de los bloques, presentan una mayor resistencia a las bases que a los ácidos, pero para los sistemas habitacionales no parece encontrarse ningún problema con ello.

La concentración de cloruros, en los bloques fabricados, es menor de 10mg/dm^3 , para la concentración baja de mucílago (1%) la concentración de cloruros no es perceptible para los métodos utilizados. Puede inferirse por tanto que no se temerá corrosión a objetos debidas a cloruro de sodio al menos a concentraciones de mucílago del 1%. Los bloques fabricados con acíbar tienen concentraciones menores a 10 mg/dm^3 y pH en derredor de 9.7

4. CONCLUSIONES

Los bloques en los que se utilizaron soluciones de acíbar de sábila, a diferencia de las de mucílago de nopal, se obtuvo un mejor comportamiento a la compresión húmeda y seca para las concentraciones de 1% al 4%; también se disminuyó la porosidad y el porcentaje de absorción de agua.

Para las mismas concentraciones de mucílago de nopal no se encontró una diferencia significativa, tampoco se encontró entre ellos y los bloques blanco o testigo (sin mucílago); por lo tanto la producción de BTC con mucílago de nopal a bajas concentraciones (del 1% al 4%) no es recomendable pues no se mejoran sus características.

De acuerdo a las pruebas químicas realizadas los bloques no presentan un riesgo mayor que el de cualquier bloque común utilizado hasta el momento, no son corrosivos ni podrían afectar a su medio circundante.

El presente análisis deberá complementarse con el estudio con bloques con mayor concentración de mucílago de nopal.

BIBLIOGRAFÍA

- ABNT (1984). NBR 8491 – Tijolo maciço de solo-cimento. Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- AGUAYO A. (2005). En el mundo un número importante de personas vive en casas de adobe. Boletín de la Facultad de Arquitectura, diseño. Universidad de Colima. Año 1 No. 13. p.3.
- BRAVO-HOLLIS, H. (1978) Las cactáceas de México, Vol. 1 (2ª. Ed.). México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- BRICCOLI, Rovero, et. al (2001). Natural Additives For Improving The Mechanical Properties And Durability Of Adobe Building Material . Materials Engineering. Vol. 12, no. 3, pp. 413-425.
- CÁRDENAS A, Arguelles W. M.; GOYCOOLEA, F.M. (1998). On the Possible Role of Opuntia ficus-indica Mucilage in Lime Mortar Performance in the Protection of Historical Buildings. Journal of the Professional Association for Cactus Development. [3]. Recuperado el 29/11/2006. Disponible en: <http://www.jpacd.org/contents1998.htm>
- CARRETERO A. (2008). Aloe: acíbar y gel de áloe. Recuperado el 01/09/08. Disponible en: [http://www.portalfarma.com/pfarma/taxonomia/general/gp000011.nsf/voDocumentos/19133DA0D8787D1BC12572FF00386FFD/\\$File/303_plantas.htm?OpenElement](http://www.portalfarma.com/pfarma/taxonomia/general/gp000011.nsf/voDocumentos/19133DA0D8787D1BC12572FF00386FFD/$File/303_plantas.htm?OpenElement)
- COULOMB, R.; SCTIENGART, M. (2006). Entre el Estado y el mercado. La vivienda en el México de Hoy, UAM-A. Editorial Porrúa. Cámara de diputados, México, (Conclusiones: páginas 495-513).

HERNÁNDEZ, Caballero, Castaño et al (2005). Modification of Portland cement mortars with cactus gum.

HERNÁNDEZ Z.; SERRANO G, (2003). Use of nopal in the construction industry, en Proceedings IX Mexican and VII International Congress on Knowledge and Use of Nopal. México. Pg. 286

ICONTEC – Instituto Colombiano de Normas Técnicas, NTC 5324. Bloques de Suelo Cemento para Muros y Divisiones. Definiciones. Especificaciones. Métodos de Ensayo. Condiciones de Entrega, Bogotá, 2005

MALDONADO R., L.; RIVERA G., D.; VELA C., F. (2002). Arquitectura y construcción con tierra. Tradición e Innovación. Madrid, España: Mairera.

MASSCHELEIN-KLEINER, L. (1995). Ancient binding media, varnishes and adhesives. Roma, Italia: ICCROM.

MINKE, G. (2001). Manual de construcción en Tierra. La Tierra como material de construcción y su aplicación en la arquitectura actual. Uruguay: Nordan-Comunidad.

ONNCCE (2005). Norma Mexicana, NMX-C-037-2005 Industria de la construcción – Bloques, ladrillos o tabiques y tabicones – Determinación de la absorción de agua y absorción inicial de agua. México: ONNCCE

ONNCCE (2005). Norma Mexicana, NMX-404-2005. Industria de la construcción- Bloques, tabiques o ladrillos y tabicones para uso estructural – especificaciones y métodos de prueba. México: ONNCCE

PUEM (2006). Dimensión e impactos macro y microeconómicos de la producción social de vivienda en México. Recuperado el: 12/07/2007 En: <http://www.conafovi.gob.mx/publicaciones/Dimensiones.pdf>

ROUX G., R. S. (2002). Utilización de ladrillos de adobe estabilizados con cemento Pórtland, tipo I al 6% y reforzado con fibra de coco para muros de carga en Tampico. Tesis doctoral, Universidad de Sevilla, Sevilla, España.

RUZICKA Jan (2006). Bloques prensados de tierra ¿resistentes a la humedad? Recuperado el 12 de enero del 2007. Disponible en: http://www.ecosur.org/ecosur_e-magazine/edicion_23_-_octubre_2006/bloques_prensados_de_tierra_%bfresistentes_a_la_humedad?.html

SAENZ, Carmen (2006). Producción industrial de productos no alimentarios. Cuadernos Técnicos de la FAO. Recuperado el: 29/08/2007 en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/a0534s/a0534s01.pdf>

SCFI (2000). NMX-AA-008 Análisis de agua – determinación del pH – método de prueba. México: Secretaria de Comercio y Fomento Industrial

SCFI (2001). NMX-AA-073 Análisis de agua – determinación de cloruros totales en aguas naturales, residuales y residuales tratadas – método de prueba. México: Secretaria de Comercio y Fomento Industrial

SEMARNAT (1993). NOM-052 Las características de los residuos peligrosos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente México: Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

TORRES A.; CANO B. (2007). Las bondades del Nopal. Construcción y Tecnología Boletín del IMCYC. Disponible en: <http://www.imcyc.com/ct2007/index.htm>. Recuperado el: 12/10/2007.

TORRES Acosta, A. (2006). Opuntia-Ficus-Indica (Nopal) mucilage as a steel corrosion inhibitor in alkaline media. Journal Of applied electrochemistry 37. Recuperado el: 28/06/2007 En: <http://www.springerlink.com/content/1071127421w23176/>

UNCHS (1986). Earth construction technology. Nairobi.

AUTORA

Yolanda Aranda Jiménez. Licenciatura en Arquitectura por ITESM (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey Campus Monterrey) 1982. Mención Honorífica. Maestría en Administración de la Construcción UAT 2000. Catedrático UAT desde 1986. Tiempo completo e investigador 2001. Miembro de PROTERRA desde 2005. Ponencias en diversos congresos internacionales: Colombia, Portugal, Argentina, USA Adobe 2007, Nuevo México. Estudiante del Doctorado en Vivienda FADU/UAT, línea de investigación Tecnología y Vivienda.



INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND EN LAS CARACTERÍSTICAS DE RESISTENCIA DE COMPRESIÓN SIMPLE Y PERMEABILIDAD EN LOS BTC

Rubén Salvador Roux Gutiérrez, José Adán Espuna Mujica, Víctor Manuel García Izaguirre

Universidad Autónoma de Tamaulipas
Centro Universitario Tampico – Madero, Tampico, México
Tel. 52 833 2272828 rroux@uat.edu.mx; jespuna@uat.edu.mx; vgarcia@uat.edu.mx

Palabras clave: bloques de tierra comprimida, cemento, vivienda

RESUMEN

La necesidad de edificar un mayor número de viviendas para disminuir el déficit actual en México, así como reducir los costos de construcción, hace necesario buscar alternativas en con materiales tradicionales regionales. Los materiales de tierra entre ellos los Bloques de Tierra Comprimida (BTC) han tenido un auge muy importante en el mundo y en México también, cada día se utiliza más esta técnica de construcción con tierra, para la construcción de viviendas, por lo que se hace necesario buscar mejorar sus características de resistencia a la compresión simple y de resistencia a la humedad para que pueda ser utilizado en zonas húmedas o costeras. El presente trabajo muestra los resultados obtenidos en la investigación de BTC estabilizados con cemento Portland Ordinario (Tipo I), con la finalidad de encontrar la proporción ideal que mejore las características antes mencionadas. En el trabajo se muestran los resultados de las pruebas de absorción, de permeabilidad y de resistencia a la compresión simple de BTC estabilizados con 6%, 8% y 10% de cemento y contrastados con una muestra control la cual no se estabilizo, teniendo incrementos de resistencia a la compresión simple de hasta un 170.06% en estado seco y en estado húmedo de hasta un 67.94% y en cuanto a la permeabilidad los especímenes estuvieron un 56.97% por debajo del límite permitido. La información arrojada sirvió para poder determinar que los BTC estabilizados con cemento Portland pueden ser usados en construcciones en zonas húmedas y costeras con un muy buen comportamiento mecánico.

1. INTRODUCCIÓN

La presente investigación expone una alternativa para poder edificar viviendas de interés social de bajo costo, de la zona Metropolitana de los municipios de Tampico, Madero, Tamaulipas. El déficit de vivienda en México para el 2010 fluctuará entre los 8.5 y 10 millones de unidades (INEGI, 2007), en Tamaulipas es 11,536 y en la Zona Metropolitana de Tampico, Madero y Altamira es de 21,293 unidades (CONAVI, 2001).

Por tales motivos se consideró prioritario buscar una forma eficaz de producción para proveer de vivienda digna que abaratara el costo de la misma y con ello apoyar a un gran número de población con menor poder adquisitivo. La solución para lograr tan difícil tarea fue la de fabricar elementos de construcción al alcance de estas personas a base de tierra arcillosa equiparable al adobe, que contara con características afables de trabajo, y que como material de construcción tuviera presencia en todo el mundo. Se sabe como dato estadístico que más de un tercio de la población del planeta vive en viviendas de ese material.

En México, existe una gran cantidad de ejemplos de lo que es la arquitectura de adobe, todos ellos con características muy particulares de cada región donde se desarrollan. La historia del adobe en nuestro país, data desde los nahuas y los mayas, existiendo hasta la fecha pueblos enteros edificados con adobe, como lo son los casos de Coyoatepec, Cholula y Comalcalco, Paquime, por mencionar algunos.

El enfoque de esta investigación se dirigió al análisis de la fabricación de Bloques de Tierra Comprimida y por ende este dio inicio en la observación de los suelos en la Zona

Metropolitana de Tampico – Madero y Altamira, así como al estudio de las diferentes técnicas de estabilización de características de suelos arcillosos que permitieran modificar en estos, las propiedades no deseadas y a la vez mejorar otras condiciones, tales como la resistencia de compresión y su durabilidad, que dieran como resultado un producto de alta calidad y bajo costo, capaz de ser utilizado en la localidad.

Asimismo, se examinó lo referente al proceso de fabricación denominado “adobe prensado o bloque de suelo cemento”, el cual se ha observado que da mejores resultados que los procesos tradicionales a mano. Y para finalizar se puntualizan los datos obtenidos en los estudios realizados a los especímenes de prueba, en lo referente a los ensayos por resistencia a la compresión simple, absorción e intemperismo.

2. MARCO HISTÓRICO

A nivel mundial la vivienda ha generado un problema grave, el cual se acrecienta en los países del tercer mundo, principalmente por la falta de recursos económicos – de los propietarios, iniciativa privada y sector público-, con los cuales solucionarlo.

México tiene un déficit de vivienda de 6.0 millones de unidades actualmente, número que se incrementa con el crecimiento de la población, esto indica que los próximos doce años, se tendrán que construirse 5.9 millones y rehabilitar 6.0 millones de unidades más, según estudios realizados por el Instituto Tamaulipeco de la Vivienda y el Urbanismo, publicado en su libro “La casa de tierra”, página 15 (Higueras Gil, 1981).

El problema inflacionario, en el cual el país se encuentra inmerso, ha complicado más la situación; por un lado, el aumento en los costos de los materiales, y por otro la falta de créditos en apoyo para la construcción de viviendas populares, lo que hace necesario plantear alternativas acordes a la economía actual.

Esta panorámica holística, proporciona una idea de las acciones enérgicas que deberán tomarse para por el gobierno, y la iniciativa privada para dar solución a la problemática de la vivienda.

Motivo de análisis es el caso particular de la zona Metropolitana de Tampico, Madero Y Altamira ya que en ella se asienta la cuarta parte de la población del Estado de Tamaulipas, que suma la cantidad 1.1 millones aproximadamente, de donde la económicamente activa representa el 33%, dentro de este sector existe un gran número de personas (36,300 hab.) que gana el salario mínimo o menos, así mismo, de la totalidad sólo el 21% tiene vivienda propia (INEGI, 2000).

Tal complicación se acrecienta si se considera que el sector productivo de la población, únicamente representa el 52% de las personas en edad de trabajar, lo que indica que existe un 48% de habitantes que no cuentan con un ingreso fijo, este hecho hace imposible el poder acceder a mediano plazo a una vivienda digna.

3. JUSTIFICACIÓN

Como se menciono anteriormente los BTC se estabilizan actualmente con cemento Portland Tipo I (CPO-R), sin embargo, los procedimientos de diseño de estabilización no son usados acordes a las características específicas del BTC, de lo anterior, se pretende con esta investigación especificar los procedimientos auténticos de diseño de estabilización con una metodología adecuada que satisfaga las características ideales y específicas de dicho material.

Puede mencionarse las siguientes ventajas de los resultados que se obtuvieron desde el punto de vista constructivo, la conveniencia de conocer las características mecánicas y químicas que se ocasionaron por la utilización del procedimiento para la estabilización de los BTC con cemento Portland Tipo I (CPO-R) que permita conocer las ventajas y desventajas de dicha estabilización; así como los beneficios que ofrece esta opción confiable de construcción con un material alternativo; tomado en consideración el contexto social y

económico del estado de Tamaulipas en donde se hace necesario dotar de vivienda digna, de bajo costo y calidad a una población aproximada de 175 000 habitantes que demandan vivienda.

4. OBJETIVOS

4.1. General

Caracterizar el procedimiento correcto de utilización como estabilizador el cemento Portland Tipo I (CPO-R) para la fabricación de BTC.

4.2. Específicos

- a) Identificar las características mecánicas producidas por la estabilización de los BTC con el cemento Portland Tipo I (CPO-R) como son: resistencia a la compresión simple, resistencia a la tensión y durabilidad.
- b) Identificación de las características químicas que se producen por la estabilización del cemento Portland Tipo I (CPO-R) como son: potencial Ph, reacción a los minerales de las arcillas con el cemento, resistencia a los ácidos.
- c) Identificación de las características físicas que se producen por la estabilización del cemento Portland Tipo I (CPO-R) como son: permeabilidad, absorción y densidad.
- d) Identificación de las características organolépticas que se producen por la estabilización del cemento Portland Tipo I (CPO-R) como son: color y uniformidad de medidas

5. DISEÑO METODOLÓGICO

La investigación que se desarrollo se considera cuasi-experimental; longitudinal ya que se recolectaron datos en diversos momentos; prospectiva, ya que en la línea del tiempo se realizará a futuro.

5.1. Método Teórico

Trabajos preliminares – Primeramente se analizaron las características granulométricas y plásticas del suelo a utilizar para la estabilización con cemento, el cual deberá de cumplir las Normas Mexicanas (NMX); así mismo se determino el peso volumétrico seco máximo y la humedad óptima a través de la prueba Proctor.

Fabricación de las muestras – Una vez hecho los anteriores trabajos, se procedió a la fabricación del grupo control (sin cemento) y los grupos experimento conformados por tres muestras de treinta especímenes cada uno, estabilizados con cemento en porcentaje de 6%, 8% y 10% en peso.

Pruebas a las muestras – Las muestras fabricadas se sometieron a las prueba de resistencia a la compresión simple según la norma NMX-C-36 (ONNCCE, 2004); a la prueba de absorción según la norma NMX-C-37 (ONNCCE, 2005); a la prueba de resistencia a la flexión según norma NMX-303 (ONNCCE, 1986); prueba de permeabilidad, prueba de adherencia. Para posteriormente mostrar los resultados obtenidos de cada una de ellas y así poder emitir conclusiones de la investigación

5.2. Método Analítico

Prueba granulométrica – Se tomaron 500 g de suelo y se pasaron a través de las mallas 3/8", 4, 8, 16, 30, 40, 100 y 200, para lo cual se utilizaron mallas estandarizadas según Norma de la *American Society for Testing and Materials* (ASTM) número ASTM-E-11, para posteriormente pesar la cantidad de suelo retenido en cada una de ellas, para lo cual se utilizo una balanza granatoria de 1,0 gramos de aproximación.

Prueba de límites de consistencia – Estas pruebas tienen por objeto determinar la plasticidad de la porción de material que pasa la malla No. 40 del suelo empleado, la plasticidad se considera que se debe a la presencia de una película gelatinosa que rodea a

los granos de suelo fino. En algunos casos esta metería gelatinosa pierde poder de adquirir agua, cuando ha sido secada totalmente; de aquí la necesidad de hacer las pruebas de Atterberg; las cuales son, el límite líquido. El límite plástico y el índice de plasticidad.

Límite líquido – Se define como el estado de un suelo para lo cual se considera que existe una división entre la consistencia plástica y semilíquida de un suelo.

Límite plástico – Es el estado en que se considera que existe una división entre las consistencias plásticas y semisólidas de un suelo.

Contracción lineal – Es la reducción del volumen de un suelo, medida en una de sus dimensiones y expresada como porcentaje de la dimensión original.

Para determinar el límite líquido, el límite plástico, la contracción lineal se requiere de lo siguiente: una capsula de porcelana de 12 cm, de diámetro, una espátula de hoja de acero flexible de 12 cm, de ancho, un aparato de copa de Casagrande para determinar el límite líquido, según la norma número ASTM-D-436, una placa de vidrio de 40 cm x 40 cm x 1.5 cm, para determinar el límite plástico, según norma ASTM-D-4318, moldes de lámina galvanizada del No. 16, de 10 cm x 2 cm x 2 cm, de dimensiones interiores para determinar la contracción lineal, un calibrador de vernier del tipo Máuser, un horno que mantenga una temperatura constante entre 100°C y 110°C y una balanza granatoria de 0.01 gramos de sensibilidad.

Una vez que se realizaron las pruebas anteriores se procedió a realizar las pruebas de compactación; estas pruebas de compactación conocidas con el nombre de prueba Proctor, se refieren a la determinación del pesos por unidad de volumen, así como la resistencia a la penetración de un suelo que ha sido compactado por un procedimiento definido, para distintos contenidos de humedad.

Los objetivos de la prueba son los siguientes:

Determinar el peso volumétrico máximo que puede alcanzar el material de que se trate así como la humedad optima a que debe hacerse la compactación.

Determinar el grado de compactación alcanzado por el material durante la construcción, relacionado con el peso volumétrico obtenido en el lugar con el peso volumétrico máximo Proctor.

Para realizar la prueba se requiere el siguiente equipo: un molde de compactación, constituido por un cilindro metálico de 101.6 mm de diámetro, por 116.8 mm de altura. Este cilindro está provisto de una base construida con placa metálica, a la cual puede asegurarse convenientemente y por una extensión removible de 63.5 mm, de diámetro, según la norma número ASTM D-558. Una regla metálica con arista cortante de 25 cm, de longitud aproximadamente, una balanza de 20 kg de capacidad y de 1.0 gramo de aproximación, una balanza granatoria de 200 gramos de capacidad y 0,01 gramos de sensibilidad; un horno que mantenga una temperatura constante entre 100°C y 150°C, cápsulas para determinación de humedad, charolas de lámina, una probeta graduada de 500 cm³, una probeta graduada de 1000 cm³.

Una vez realizadas las pruebas de granulometría, de plasticidad y las de compactación se procedió a fabricar las poblaciones control y experimentales en una máquina adobera Ital-Mex, modelo Adopress 2000, también se utilizó una mezcladora de turbina, marca Ital-Mex, modelo Miuser-400, para realizar las pruebas de compresión simple, pruebas de tensión, pruebas de adherencia, pruebas de absorción y de permeabilidad.

5.3 Diseño experimental

Para realizar el estudio se tomó una muestra de arcilla de la parte Poniente de la ciudad, de terrenos colindantes con un Conjunto Habitacional de INFONAVIT.

A dicha arcilla se le determinaron los límites líquidos, el límite plástico y el índice de plasticidad, el cual se clasificó con la tabla de plasticidad. Subsiguientemente se realizaron

las pruebas de contracción lineal, así como la prueba de compactación Proctor, para obtener la humedad óptima de compactación.

Una vez realizadas las pruebas anteriores a la arcilla se mezcló con arena de río, en proporción de 50% y 50% respectivamente, para proceder a fabricar tres poblaciones de prueba las cuales contaron con un número de especímenes de 40 cada uno.

Dicha población fue estabilizada con cemento en las siguientes proporciones: la primera con un 6% de cemento en peso, la segunda con un 8% en peso, y la tercera con un 10% de cemento en peso. Una vez fabricadas las poblaciones, se les dejó secar a la sombra durante tres días, y posteriormente al sol durante doce días, más adelante se tomaron 30 especímenes aleatoriamente de cada población, y se realizó la prueba de resistencia a la compresión, verificando que en todo momento del diseño, siempre se trabajara en estado seco con la mitad de ellos, y la otra mitad se colocara en agua durante 24 horas, para inmediatamente, hacer la prueba de compresión simple en estado húmedo, apegándose a las normas NMX-C-36-2004 y NMX-C-6-1976.

Realizado lo anterior, se tomaron 5 especímenes aleatoriamente de cada población y se les colocó en agua durante 24 horas, para realizar la prueba de absorción, acoplándose con las normas NMX-C-37-2005 y NMX-C-6-1976.

Asimismo se realizó una prueba de intemperismo, sumergiendo los últimos 5 especímenes en agua durante 3 semanas, para determinar los deterioros que pudo tener el espécimen, y comprobar la resistencia a la compresión simple, anteriormente mencionada.

Se realizó el análisis económico del producto, obteniéndose, costos de insumos, de horario de maquinaria además de aplicarse cargos por indirectos y utilidad. Se debe tener en cuenta que los resultados obtenidos, en todo caso deberán de ser comparados contra otros materiales existentes en el mercado de la región.

Con los resultados finales obtenidos de las pruebas a la compresión simple en estado seco y húmedo se realizó el proceso estadístico empleando el procedimiento de la "F" de Fisher, para aprobar o desaprobar la hipótesis.

5.4 Muestreo

El muestreo que se aplicó apegándose a las Normas Mexicanas, las cuales indicaron: "se recomiendan que deben de tomarse aleatoriamente; recomendándose tomar 10 piezas como mínimo por cada lote de 10 piezas o fracción" (NMX-C-10-1986, p. 6).

Lo anterior se ratifica con la ponencia denominada "Código y Lineamiento Relativos a la Intensidad de Muestreo de los Materiales Utilizados en la construcción de Viviendas", presentada por el Ing. Raúl Menchaca Menchaca, en el Tercer Simposium CIB/RILEM, realizado en la Ciudad de México, D.F. el día 9 de noviembre de 1989, en donde en la página 126 del Vol. II alude a lo siguiente: En el caso de tabiques de barro se acostumbra considerar una muestra integrada de 10 piezas, 5 para obtener resistencia a la compresión simple y 5 para obtener su capacidad de absorción, tomando como promedio de utilización el promedio equivalente a cada 5 viviendas.

5.5 Resistencia a la compresión simple

De acuerdo con la norma NMX-C-36-2004 la cual dice:

"La máquina de prueba debería estar equipada con dos bloques de acero, cuya dureza Rockwell C, no sea menor de 60 y de dureza Brinell N 620; una de las cuales tendría asiento esférico que transmitiera la carga a la superficie de la probeta, y el otro en un bloque plano rígido en el cual se destacó la probeta.

Cuando el área de aplicación de la carga de los bloques de acero no fue suficiente para cubrir el área que va cargar en la probeta deben colocarse placas adicionales de acero que cumplieran con los requisitos que se anotaron en el párrafo siguiente, estas se colocaron

entre los bloques de carga y la probeta cabeceada de modo que el centroide de la superficie a la cual se le aplicó la carga y se alineó con el centro de los bloques de la máquina.

5.5.1. Placas y bloques de prueba

Las superficies de los bloques y placas de carga no deberían diferir de un plano en más de 0,025 mm en cualquiera de las dimensiones y en 152.4 mm en el centro de la esfera del bloque superior, deberían coincidir con el centro de la carga. Si se usara placa de carga, el centro de la esfera, debería caer en una línea que pasara verticalmente en el centroide de la carga de la probeta.

El bloque con asiento esférico debería mantenerse fijo en su sitio, esto obligaría a girarlo ligeramente en cualquier dirección. El diámetro de la cara de la carga de los bloques, debería entonces ser cuando menos de 16 cm. Cuando se emplearan placas de acero entre los bloques de carga y la probeta, estos deberían tener un espesor igual, por lo menos de la tercera parte de la distancia de la orilla del bloque de carga a la esquina mas distante de la probeta” (NMX-C-36-2004; p. 2).

5.5.2. Procedimiento

De acuerdo con la norma NMX-C-36-2004 para hacer la prueba de resistencia a la compresión simple, se colocó la probeta con el centroide de su superficie para recibir una carga alineada verticalmente con el centro del bloque de carga –de acero--, de la máquina de prueba con las características que se describieron.

Una vez colocada la probeta se aplicó la mitad de la carga que se esperaba como máximo, a una velocidad conveniente, para posteriormente ajustar los controles de la máquina y dar una velocidad uniforme de traslado de la cabeza móvil, de tal manera que el resto de la carga no fuera aplicada en menos de un minuto, ni en más de dos.

5.5.3. Cálculos de resultados

Para calcular los resultados se tomó la carga máxima en kgf, y se dividió entre el área transversal de la probeta, siendo esta, la total de una sección perpendicular a la dirección de la carga, incluyendo los huecos, a menos que estos estuvieran ocupados por porciones de unidades adyacentes.

También se pudo obtener la resistencia a la compresión al área neta; calculándola de la siguiente manera (NMX-C-36-2004):

$$AN = At - Ah$$

Donde:

An= área neta

At= área total de la superficie de la carga

Ah= área de los huecos

5.5.4. Especificaciones

Según la norma NMX-C-6-1976, la resistencia a la compresión simple debía de ser como mínimo para tabiques MqM-D de 50 kgf/cm², en promedio de 5 piezas y de 40 kgf/cm², individualmente.

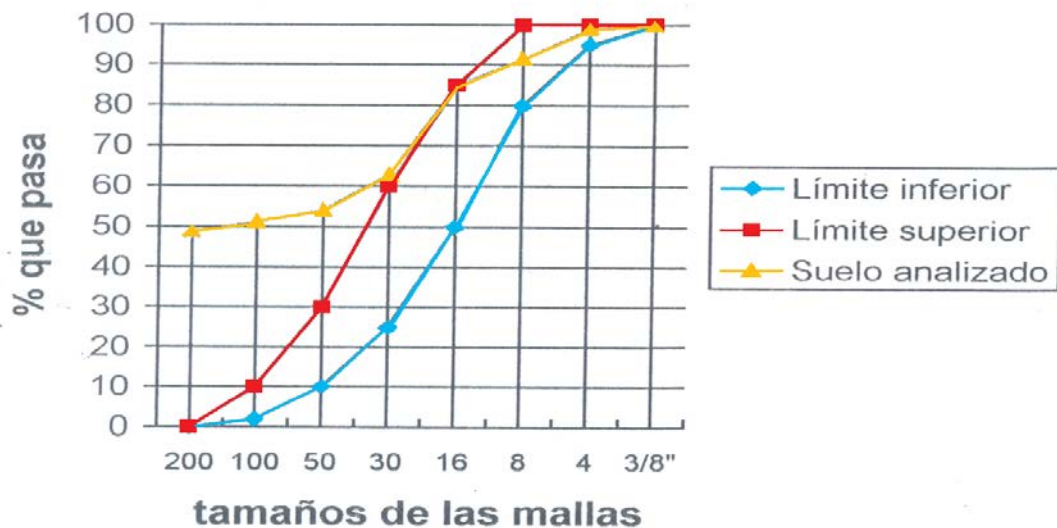
6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

6.1 Resultados preliminares

Los resultados arrojados por la prueba de granulometría que el suelo es mal graduado, el cual no cumple las especificaciones granulométricas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) como se muestra en la gráfica 1, donde se indican las curvas ideales para este tipo de suelo por lo que se hace necesario hacer mezclas con otro suelo para que la granulometría cumpla con especificaciones, se determina hacer una mezcla 50% y 50%.

Con respecto a la prueba Proctor, se obtuvo el siguiente resultado: el peso volumétrico seco máximo fue de 1.720 kg/m^3 y la humedad óptima fue del 14,50% en peso.

En cuanto a la plasticidad los límites de consistencia del suelo para obtener su clasificación según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) los resultados fueron los siguientes: límite líquido 26,1%, límite plástico 20,3%, índice de plasticidad 5,8%, contracción lineal 1,8%. Estos datos nos arrojan que se el suelo fino es un limo de baja plasticidad.



Gráfica 1 – Gráfica granulométrica de suelo analizado

6.2 Pruebas de compresión, flexión y absorción

Se realizaron las pruebas de compresión simple utilizando una prensa hidráulica marca Forney, con capacidad de 150,000 kgf, dicha prueba se les realizó a las poblaciones sin cemento, con 6% de cemento, con 8% de cemento y con 10% de cemento, los resultados y promedios, en estado seco y húmedo inmersos durante 24 horas se muestran a continuación (ver tablas 1, 2 y 3).

Las dimensiones de los especímenes (BTC) son: 14 cm de ancho; 28 cm de largo; 10 cm de alto. Para la mezcla se utilizó 99,33 kg de arcilla, 99,33 kg de arena y 20,86 kg de agua, variándose la proporción de cemento.



Figura 1 – BTC estabilizados con cemento Portland y sumergidos en agua durante 24 horas. Foto: Rubén Roux



Figura 2 – BTC probados a compresión en estado húmedo. Foto: Rubén Roux

En cuanto a la prueba de absorción se hizo, conforme a la Norma Oficial Mexicana, utilizándose 5 especímenes de cada una de las poblaciones fabricadas, los resultados se indican a continuación (tabla 4).

Tabla 1 – Resistencia a la compresión simple en estado seco

Numero de espécimen	Resistencia a la compresión (kgf/cm ²)			
	0% cemento	6% cemento	8% cemento	10% cemento
1	35,71	67,60	49,74	73,98
2	25,51	73,98	77,81	80,36
3	38,27	73,21	102,04	96,94
4	31,89	74,74	66,33	76,53
5	30,61	79,08	73,98	99,49
6	24,23	86,99	66,33	91,84
7	28,06	76,53	90,56	91,84
8	36,99	70,15	58,67	102,04
9	30,61	76,53	107,14	91,84
10	30,51	79,08	90,56	108,42
Promedio	31,23	75,79	78,32	91,33
Desv. Estándar	4,67	5,36	18,86	11,28
Coef. Var (%)	15	7	24	12

Tabla 2 – Resistencia a la compresión simple en estado húmedo

Numero de espécimen	Resistencia a la compresión (kgf/cm ²)		
	6% cemento	8% cemento	10% cemento
1	67,60	51,02	73,98
2	44,64	28,06	63,78
3	68,88	26,79	57,40
4	39,54	35,71	58,67
5	51,02	45,92	54,85
Promedio	54,34	37,50	61,73
Desv. Estándar	13,34	10,73	7,58
Coef. Var (%)	25	29	12

Tabla 3 – Resistencia a la flexión. Edad: 10 días

Numero de espécimen	Resistencia a la flexión (kgf/cm ²) ¹			
	0% cemento	6% cemento	8% cemento	10% cemento
1	4,07	10,17	11,14	13,98
2	2,03	12,20	12,73	14,23
3	2,03	10,14	11,97	14,15
4	2,03	10,10	10,89	14,07
5	2,03	10,13	10,94	13,89
6	2,03	9,77	10,86	13,78
7	4,07	9,87	10,68	14,26
8	2,03	10,07	10,57	14,08
9	2,03	10,24	11,13	13,99
10	2,03	10,32	11,45	14,07
Promedio	2,23	10,30	11,23	14,05
Desv. Estándar	0,86	0,69	0,66	0,15
Coef. Var (%)	35	7	6	1

1 - Esfuerzo máximo normativo: 5,35 kgf/cm²**Tabla 4** – Prueba de absorción

Numero de espécimen	Absorción (%)		
	6% cemento	8% cemento	10% cemento
1	6,29	5,56	3,77
2	8,24	5,17	3,85
3	9,41	5,56	5,88
4	4,11	12,00	5,88
5	6,42	7,41	3,77
Promedio	6,89	7,14	5,45
Desv. Estándar	2,03	2,85	1,14
Coef. Var (%)	29	40	25

La población con cero de cemento no se le pudieron hacer las pruebas ya que no soporto la inmersión en agua, las demás poblaciones quedaron por debajo de lo que marca la norma en cuanto a la absorción cuyo límite es del 20%.

Los resultados de las pruebas de permeabilidad se le realizaron a un espécimen de cada población, los cuales no tuvieron permeabilidad importante, durante el periodo de prueba.

Las pruebas de ácidos arrojaron los siguientes resultados:

- a) BTC sin cemento: Notorio cambio de color de amarillo a naranja sin ningún otro cambio.
- b) BTC con 6% de cemento: Ligero ennegrecimiento sobre las parte planas del bloque.
- c) BTC con 8% de cemento: Cambio ligero de color amarillo a naranja en zonas rugosas y ennegrecimiento en la zona lisa de la pared de la muestra.
- d) BTC con 10% de cemento: Sin cambio aparente.

La prueba se llevo a cabo con azufre en un baso de precipitado sin humedad que la del medio ambiente interna del vaso, en el laboratorio los BTC tomaron coloración un poco distinta por el medio ambiente interno del mismo, ya que al cerrar el cubículo se concentran las vaporizaciones de los diversos reactivos existentes.

La prueba se llevo a cabo con azufre quemado en un vaso de precipitado sin otra humedad que el medio ambiente interno del vaso, en el laboratorio los BTC formaron coloración un poco distinta por el medio ambiente interior del mismo, ya que al cerrar el cubículo se concentran las vaporizaciones de los diversos reactivos existentes.

La prueba de colorimetría arrojó los siguientes resultados: Para los BTC sin cemento, el color que adquirieron una vez secos fue ocre rojizo; para los BTC con 6%, 8% y 10% el color que adquirieron fue un beige grisáceo, variando solamente la tonalidad de más claro a más oscuro dependiendo del porcentaje de cemento aplicado.

La prueba de dimensiones arrojó los siguientes resultados: Los BTC sin cemento tuvieron una variación del estado húmedo al seco del 6.66% en sus tres dimensiones (ancho, largo y alto) los BTC con 6%, 8% y 10% de cemento no sufrieron ninguna variación del esto húmedo al seco.

7. CONCLUSIONES

Una vez realizadas todas las pruebas a las diferentes poblaciones se puede concluir lo siguiente:

Con relación a la resistencia a la compresión simple en estado seco:

- Los BTC con 6% de cemento incrementaron la resistencia en un 152%
- Los BTC con 8% de cemento incrementaron la resistencia en un 157%
- Los BTC con 10% de cemento incrementaron la resistencia en un 201%

Con relación a la resistencia a la compresión simple en estado húmedo:

- Los BTC con 6% de cemento incrementaron la resistencia en un 23%
- Los BTC con 8% de cemento incrementaron la resistencia en un 78%
- Los BTC con 10% de cemento incrementaron la resistencia en un 106%

Con respecto a la absorción la influencia del cemento fue fundamental, ya que la muestra control no soporto al inmersión en agua y las estabilizadas con cemento mostraron los siguientes resultados:

- Los BTC con 6% de cemento estuvieron un 33% por debajo del límite permitido
- Los BTC con 8% de cemento estuvieron un 63% por debajo del límite permitido

- Los BTC con 10% de cemento estuvieron un 75% por debajo del límite permitido

Por lo anteriormente expuesto se puede determinar que la influencia del cemento Portland Tipo I, en las arcillas con las que se realizan los BTC, influye positivamente en las características físicas, mecánicas y químicas de estos.

Se puede determina también que la estabilización con cemento a partir de un 6% en peso, ya arroja muy buenos resultados para la estabilización de los BTC y no es costosa. Que si bien la que mejores resultados presenta es la estabilización con 10% de cemento en peso, también esta incrementa el costo del BTC.

BIBLIOGRAFIA

ASTM (2004). ASTM-E-11, Standard Specification for Wire Cloth and Sieves for Testing Purposes. USA: ASTM.

ASTM (2004). ASTM D 558 Standard Test Methods for Moisture-Density (Unit Weight) Relations of Soil-Cement Mixtures. USA: ASTM.

ASTM (2005). ASTM-D-4318, Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils. USA: ASTM.

CONAVI (2001). Rezago habitacional. México: SEDESOL.

HIGUERAS GIL, Sergio (1981). La casa de tierra. Plan estatal de vivienda popular y campesina. México: ITAVU.

INEGI (2001). XII Censo General de Población y Vivienda, 2000. México: INEGI

INEGI. (2007). CONTEOS 2005. MÉXICO: INEGI.

ONNCCE (1986). Norma Mexicana, NMX-303-1986 Industria de la construcción – Concreto – Determinación de la resistencia a la flexión usando una viga simple con carga en el centro del claro. México: ONNCCE

ONNCCE (1976), Norma Mexicana, NMX-C-6-1976. Industria de la Construcción – Ladrillo y bloques cerámicos de barro, arcilla o similares. ONNCCE.

ONNCCE (1986). Norma Mexicana, NMX-C-010-1986. Industria de la Construcción – Concreto, bloques, ladrillos, tabiques y tabicones. México: ONNCCE.

ONNCCE (2004). Norma Mexicana, NMX-C-036-2004 Industria de la construcción – Bloques, tabiques o ladrillos, tabicones y adoquines – Resistencia a la compresión –Método de prueba. México: ONNCCE

ONNCCE (2005). Norma Mexicana, NMX-C-037-2005 Industria de la construcción – Bloques, ladrillos o tabiques y tabicones – Determinación de la absorción de agua y absorción inicial de agua. México: ONNCCE

AUTORES

Rubén Salvador Roux Gutiérrez, doctor, líder del Cuerpo Académico de Diseño y Edificación Sustentable de la FADU, jefe de investigación de la FADU, miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I. e-mail: rroux@uat.edu.mx, rroux33@hotmail.com

José Adán Espuna Mujica, doctor, miembro del Cuerpo Académico de Diseño y Edificación Sustentable de la FADU, maestro Investigador con Perfil PROMEP. E-mail: jespuna@uat.edu.mx, tampaonj@hotmail.com

Víctor Manuel García Izaguirre, doctor, miembro del Cuerpo Académico de Diseño y Edificación Sustentable de la FADU, jefe de la División de Posgrado y Educación Continua de la FADU, maestro Investigador con Perfil PROMEP. e-mail: vgarcia@uat.edu.mx, vgarcia_i@hotmail.com.



PAVIMENTOS INTERTRAVADOS “PAVER” DE SOLO-CIMENTO COM USO DE RESÍDUO DE CONCRETO EM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO SOLO

Sandra Regina Bertocini¹, Alex Meneses da Silva², Caio Ricardo Bastos Prado³

Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campus Universitário s/n° Campo Grande – MS, Brasil.

(1) Tel.: (5567) 3345.7479 e-mail bertocini@nin.ufms.br

(2) Tel.: (5567) 3361 3417 e-mail alexufms@hotmail.com

(3) Tel.: (5567) 3331 0846 e-mail caiorbprado@gmail.com

Palavras-chave - solo-cimento, resíduo de concreto, *paver*

RESUMO

O intuito de diminuir a sobrecarga da rede de escoamento pluvial, diminuir a impermeabilização do solo; a necessidade de redução dos custos de produtividade, e a constante preocupação com a sustentabilidade nos meios de produção exigem novos materiais e elementos construtivos que assegurem segurança e eficácia das vias com o mínimo de impacto ambiental. O presente artigo se destina a estudar o piso maciço de solo-cimento com substituição parcial de solo por resíduo de construção e demolição (RCD) nos teores de 6% e 15 %, sendo produzido ao final o elemento construtivo “paver” através de prensagem eletro-hidráulica. Para tal, foi realizado estudo de dosagem através do ensaio de compactação de Proctor e aplicação dos ensaios de compressão simples e de absorção de água nos corpos-de-prova “paver” de solo-cimento-RCD. Como conclusão, pode-se verificar que o resíduo RCD apresentou potencialidade de substituição ao solo, visto que houve o aumento significativo da resistência mecânica da mistura solo-cimento-RCD, o que remete a considerável atividade pozolânica existente neste resíduo. No que concerne à questão ambiental, o piso pode representar a redução do uso do solo e o aproveitamento de grande quantidade residual de materiais desperdiçados na construção civil, o que pode minimizar a extração de recursos naturais, bem como a promoção do ato da reciclagem desse volume desperdiçado.

1. INTRODUÇÃO

Nas atuais circunstâncias do mundo, em que as questões de proteção ao meio tomam conta de inúmeros simpósios e congressos internacionais, as soluções alternativas que freiam principalmente as indústrias poluidoras surgem ao passo da urgência em que elas envolvem.

Segundo dados do SNIC, em 2005, o Brasil esteve no 10° lugar do planeta em produção do agregado com 39,2 milhões de toneladas e um dos grandes problemas estão relacionados com a emissão de gases na queima para fabricação do cimento, uma vez que o clínquer – matéria-prima do pó – emite por tonelada 600 kg de CO₂ na atmosfera. O assunto relacionado atinge na deficiência ambiental que ele provoca e, o estudo que aproveita o uso da terra crua e devidamente preparada em conjunto ao cimento mostra a versatilidade que representa o bloco nas questões técnicas e arquitetônicas.

Grande parte do Resíduo de Construção e Demolição (RCD) tem sua origem a partir do descarte de resíduos materiais de uma obra ou blocos de concreto que foram confeccionados em empresas de artefatos e que não apresentaram suficiente resistência para manipulação. Portanto, no presente artigo, pode-se observar o comportamento deste resíduo em substituição do solo natural na composição de “paver” de solo-cimento com o intuito de verificar a potencialidade, físico-mecânico, do produto final para esta aplicação como pavimento intertravado.

2. O SOLO-CIMENTO E O RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO

2.1 O solo-cimento

O uso recente do solo-cimento, embora de antigo conhecimento, e suas peculiares características que batem de frente à construção civil tradicional e cética, vem provocando uma grande mobilidade por parte de engenheiros e arquitetos que essencialmente buscam através da inovação alertar os nocivos efeitos da poluição ao meio ambiente para a população num todo.

A ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland) regulamentou e aplicou o uso do solo-cimento em 1936 com uma construção do aeroporto de Petrolina-PE, assim abrindo o leque de estudos sobre o mesmo.

O solo-cimento é fabricado de forma simples e de menor poluição ao meio ambiente, já que não precisa de mão de obra especializada para a operação das prensas, nem da convencional queima do bloco, como o caso do composto originado da argila. Ele possui amplas vantagens no aspecto visual, não há necessidade do emboço e rebocos; de resistência mecânica, geralmente de valor maior ou superior; de desperdício, pode-se reutilizar do bloco perdido na prensagem; e também há a garantia um canteiro de obras mais limpo e menos acúmulo de entulhos (Souza, 2006).

A estabilização do solo com o agente aglomerante cimento varia entre os teores de 5% a 13% da massa de solo (Pitta, 1986), e se obtém através de uma mistura de solo+cimento+água, com umidade ótima obtida em ensaio de compactação de Proctor. Também é determinado à umidade ótima empiricamente através de teste tátil onde se retira parte do material com a mão, comprime e divide-se ao meio sem esforço e em seguida soltando a meia parte à cerca de 1m de altura do chão, conhecido como “teste do bolo”.

2.2 O resíduo de construção e demolição

O Art. 2º Resolução CONAMA 307, adota como resíduos da construção civil aqueles “provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha”

E ainda os classifica pela capacidade de reciclagem, sendo nomeados de Classe A, tais como aqueles:

- ”a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
- b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;
- c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;”

Os resíduos gerados pela construção civil (Pinto, 1999) mostram que dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) gerados diariamente na cidade de Santo André-SP no ano de 1996, 32,57% dele era proveniente do lixo domiciliar e 57,59% de RCD. E que nos EUA (Donovan, 1991), por exemplo, um estudo mostrou que das 320 mil toneladas anuais de RSU, 300 mil toneladas saíam dos RCDs.

Em relação aos blocos de solo-cimento-RCD, Souza (2006) constatou que a incorporação de resíduos de concreto, nos tijolos de solo-cimento, apresentou melhorias nas propriedades de resistência e absorção do solo-cimento, obtendo-se resultados melhores que os estipulados nas normas brasileiras, ocasionando a redução do consumo de cimento na confecção dos tijolos.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Utilizou-se, para esse experimento, um solo localizado no terreno da própria Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, onde se caracterizou pelos ensaios conforme as normas: NBR 7181; NBR 7180; NBR 7220; e NBR 7182.

Para dosagem do piso de solo-cimento utilizou-se um traço referência de 1:10 (cimento: solo). Portanto, foi adotado para a estabilização do solo o teor de 10% de cimento (CPII F32 marca Cauê), em massa.

Quanto ao estudo de dosagem do composto solo-cimento-RCD, realizou-se a substituição parcial da massa de solo pelos teores de 6% e 15% de RCD.

3.1 Preparação do solo

Retirado da jazida, o solo foi peneirado em peneira com abertura 2,8 mm e seco ao ar livre em formas metálicas. Depois de preparado, o solo foi armazenado em tonel de aço forrado com um saco plástico e tampado para evitar contato com a umidade.

3.2 Preparação do RCD

O material advém da empresa de artefatos La J Lucas, sendo proveniente da moagem de peças danificadas na empresa como manilhas, blocos de concreto, “pavers” entre outros. O RCD é processado dentro da própria indústria, num moedor tipo martelo e estocado ao ar livre em contato com o solo e exposto a chuva (figura 1). Durante a coleta foi retirada apenas a camada seca no amontoado de RCD e armazenado num saco plástico fechado no laboratório.



Figura 1 – Máquina para moer o RCD

Para caracterização do RCD, o material foi disposto em forma metálica na estufa elétrica por 24h para secagem, depois armazenado na mesma forma coberta para evitar umidade. Foram realizados os seguintes ensaios: NBR 7217, NBR 9776; NBR 7215; NBR 7219

3.3 Preparação / dosagem do solo-cimento-RCD

A prensa da empresa Eco-Máquinas (figura 2) foi adaptada da confecção de blocos para pisos de solo-cimento (250 mm x125 mm x76 mm) com os traços apresentados na tabela 1.

Tabela 1 – Composição dos três traços realizados

		Compostos		
		Solo-cimento	Solo-cimento- 6% RCD	Solo-cimento-15%RCD
Massa dos materiais (kg)	Solo	60	56,4	51
	Cimento	6	6	6
	RCD	-	3,6	9



Figura 2 – Prensa eletro-hidráulica

Depois de prensados, os pisos foram retirados da máquina, colocados sobre uma mesa forrada com plástico e o excesso de material foi retirado com ajuda de um pincel macio para não danificá-los.

A cura foi realizada em presença constante de água até dois dias após a moldagem para os “pavers” ganhasse resistência para transporte. Os mesmos foram embalados na própria fábrica com plástico-bolha e colocado em caixas forradas com partículas de isopor para evitar choques.

No Laboratório de Materiais de Construção Civil – UFMS, foi realizado o ensaio de compressão simples NBR 8492, com 14 e 35 dias de idade, usando duas placas circulares de aço de diâmetro de 90 mm, sendo capeados com argamassa 1:1 (cimento:areia) a face superior e a inferior para garantir a distribuição uniforme da carga (figura 3). Antes do rompimento, os corpos-de-prova foram imersos em água durante 24 h.



Figura 3 – Ensaio de resistência à compressão

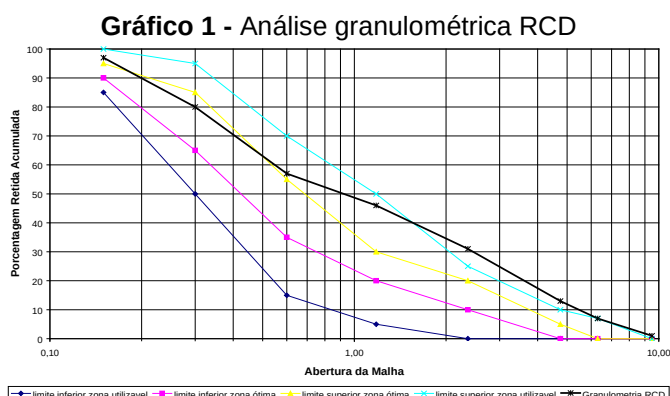
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O solo atende às especificações de uso para o solo-cimento, conforme Pitta (1985), a qual recomenda que 100% dos grãos do solo estejam passando na peneira 4,8 mm e de 10 a 50% passando na peneira 0,075 mm; limite de liquidez menor ou igual a 45% e índice de plasticidade menor ou igual a 18%. Através do ensaio de plasticidade, observou-se que o solo não apresenta tal característica, pois a amostra reteve muita água e houve a formação de uma pasta de solo coesa e homogênea no centro da cápsula. Porém, apresentou quantidade de argila suficiente para que haja coesão das partículas na confecção do produto final. A partir dos resultados da granulometria (tabela 2) e dos índices de plasticidade, (não-plástico), o solo foi classificado como sendo: arenoso segundo classificação da Bureau of Public Roads.

Tabela 2 – Análise granulométrica do solo

Composição	Teor (%)
Areia grossa	0
Areia média	31
Areia fina	46
Silte	19
Argila	4

Através da análise granulométrica do RCD verificou-se que o resíduo possui características de um solo não fino, e que se enquadra nas entre o limite superior da zona ótima e limite superior da zona utilizável (gráfico 1).



Para o ensaio de compactação Proctor, onde as umidades ótimas para a confecção dos “pavers” e ensaios de compressão foram determinados (tabela 3), encontraram-se os valores:

Tabela 3 – Resultados de ensaio de compactação Proctor

Material / Mistura	Massa específica aparente seca máxima (g/cm³)	Umidade ótima (%)
Solo natural	2,000	8,5
Solo-cimento	2,041	7,5
Solo-cimento - 6%RCD	2,007	10,0
Solo-cimento - 15%RCD	2,008	10,0

As tabelas 4 e 5 apresentam os resultados dos ensaios realizados com RCD.

Tabela 4 - Índices Físicos de RCD

Massa unitária (g/cm³)	2,70
Massa específica (g/cm³)	1,57

Tabela 5 – Substâncias nocivas no RCD

Teor de materiais pulverulentos (%)	5,2 ⁽¹⁾
Impurezas orgânicas	Mais clara

Limites máximos – segundo a NBR 7211/2005.

⁽¹⁾ concreto submetido a desgastes superficial $\leq 3,0\%$ e protegidos ao desgaste $\leq 5,0\%$;

⁽²⁾ A solução obtida no ensaio deve ser mais clara que a cor padrão.

Durante a confecção dos pavimentos observou-se que aqueles confeccionados com RCD eram visivelmente mais claros que “pavers” de solo-cimento, sendo que os mesmos clareavam conforme o aumento do teor de RCD incorporados nos tratamentos (figura 4). Tal

observação pode ser explicada pelo fato dos grãos do resíduo apresentarem, em sua maioria, componentes cimentantes.



Figura 4 – Aspecto dos pisos com RCD

As tabelas 6 e 7 representam a absorção para 35 dias e a resistência a compressão simples dos pisos de solo-cimento, solo-cimento-RCD de proporção de 6% e 15%, respectivamente:

Tabela 6 – Absorção de água

Matérias/misturas	Absorção (%)
Cimento-solo	8,35
Solo-cimento - 6%RCD	10,32
Solo-cimento - 15%RCD	10,58

Tabela 7 – Resistência à compressão

14 DIAS		35 DIAS	
Cimento-solo			
	Resistência à compressão (MPa)		Resistência à compressão (MPa)
Média	1,30	Média	2,20
Desvio Padrão	0,06	Desvio Padrão	0,23
Coef. de Variação	0,08	Coef. de Variação	0,32
Cimento-solo-RCD(6%)			
Média	1,63	Média	2,23
Desvio Padrão	0	Desvio Padrão	0,17
Coef. de Variação	0,40	Coef. de Variação	0,79
Cimento-solo-RCD (15%)			
Média	2,34	Média	2,95
Desvio Padrão	0,25	Desvio Padrão	0
Coef. de Variação	0,36	Coef. de Variação	0,47

Comparando o tratamento dos pisos com a idade de 14 dias, observa-se que houve um aumento gradativo da resistência conforme o aumento do teor de RCD. Já no tratamento de 35 dias, todos os traços apresentaram um aumento de resistência mecânica, porém um aumento significativo foi observado nos pisos de solo-cimento e solo-cimento-15% RCD.

Acredita-se que para o piso com teor de 15% de resíduo, o material esteja em processo de estabilização e que apresenta pozolanicidade, ou seja, como o teor de massa é maior nesta mistura, existe uma tendência de reação do RCD ao cimento maior com o aumento do teor de substituição.

5. CONCLUSÕES

O resíduo de concreto apresenta características pozolânicas, pois os traços de cimento-solo com o resíduo em maiores proporções apresentam maior resistência à compressão aos 14 dias de cura em comparação com o traço de referência. Logo, houve diferença na composição dos traços.

O ensaio de compactação Proctor mostrou um valor de umidade ótima para o composto cimento-solo abaixo do valor do solo natural, o que mostra um comportamento de que a mistura não correspondeu com o agregado provocando essa variação, quando que normalmente o valor da umidade ótima se eleva com o acréscimo do cimento, pois este apresenta uma peculiaridade de exigir da mistura maiores valores para adição de água.

Pode-se verificar que o resíduo RCD apresentou potencialidade de substituição ao solo, visto que houve o aumento significativo da resistência mecânica da mistura solo-cimento-RCD, o que remete a considerável atividade pozolânica existente neste resíduo.

No que concerne à questão ambiental, o “paver” pode representar a redução do uso do solo e o aproveitamento de grande quantidade residual de materiais desperdiçados na construção civil, o que pode minimizar a extração de recursos naturais, bem como a promoção do ato da reciclagem desse volume desperdiçado.

A metodologia de ensaio recomendada pela NBR 9780 (ABNT 1987), que determina uma resistência à compressão simples de 35 MPa não foi atendida, porém o intuito dos “pavers” é para pisos de calçadas para pedestres (praças), onde não é necessário um valor que, por norma, é recomendado a cargas veiculares.

Mesmo com essas circunstâncias, o valor da resistência aumentou, isso propicia um estudo mais detalhado podendo reduzir a proporção cimento-solo, com a finalidade de avaliar as condições de resistências e a que níveis estes podem chegar em comparação aos blocos de concreto.

BIBLIOGRAFIA

CONAMA - RESOLUÇÃO Nº 307, de cinco de Julho de 2002.

DONOVAN, C.T. Construction and demolition waste processing: new solutions to an old problem. Resource Recycling. Portland, p.146-55, aug. 1991.

NBR 7180 – Solo – Determinação do limite de plasticidade. Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT; Rio de Janeiro, 1984.

NBR 7181 - Solo - Análise granulométrica. Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT; Rio de Janeiro, 1984.

NBR 7182 - Solo - Ensaio de compactação. Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT; Rio de Janeiro, 1986.

NBR 7217 - Determinação da Composição Granulométrica . Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT; Rio de Janeiro, 1987.

NBR 7219 - Agregados – Determinação do teor de materiais pulverulentos . Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT; Rio de Janeiro, 1983.

NBR 7220 – Agregados - Determinação de impurezas orgânicas húmicas em agregado miúdo – Método de ensaio. Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT; Rio de Janeiro, 1987d.

NBR 7251 - Agregado em estado solto – Determinação da massa unitária. Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT; Rio de Janeiro, 1982.

NBR 8492 - Tijolo maciço de solo-cimento - Determinação da resistência à compressão e da absorção d'água. Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT; Rio de Janeiro, 1984.

NBR 9776 – Agregados – Determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco de Chapman. Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT; Rio de Janeiro, 1987

NBR 9780 - Peças de Concreto para Pavimentação: Determinação da Resistência à Compressão. Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT; Rio de Janeiro, 1987.

PINTO, T de P Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana. São Paulo, 1999. 189p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

PITTA, Márcio Rocha Controle e fiscalização de obras de solo melhorado com cimento. São Paulo: ABCP, 1985

PITTA, Márcio Rocha Dosagem das misturas de solo-cimento. Normas de dosagem e métodos de ensaio. São Paulo: ABCP, 1986)

SNIC (Sindicato Nacional da Indústria do Cimento, 2007)

de SOUZA, M. I. B. Análise da adição de resíduos de concreto em tijolos prensados de solo-cimento; 2006. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Campus de Ilha Solteira, 2006, 116p.

AUTORES

Sandra Regina Bertocini, graduada em Tecnologia em Construção Civil pela Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal, mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina e técnica do laboratório de materiais de construção civil da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Atua principalmente nos seguintes temas: concreto, resistência, areia artificial, resíduos sólidos, concretos coloridos e solo-cimento.

Alex Meneses da Silva, graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Caio Ricardo Bastos Prado, graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.



VIVIENDA TRADICIONAL DE TIERRA DE LA REGIÓN PURHÉPECHA. ADECUACIÓN AL MEDIO AMBIENTE, ESPACIOS, MATERIALES Y CONFIGURACIÓN FORMAL

Héctor Javier González Licón

División de Estudios de Posgrado. Facultad de Arquitectura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán, México. hglicon@hotmail.com

Palabras clave: tradicional, adobe, confort

RESUMEN

El trabajo tiene el objetivo de analizar la vivienda tradicional de tierra de la Región Purhépecha, extenso territorio situado en la parte noroeste del Estado de Michoacán, México, para conocer aspectos de las características constructivas, materiales y particularmente su adecuación al medio ambiente.

La transformación que ha sufrido el concepto de patrimonio en los últimos años ha permitido superar una idea reduccionista del mismo, asociada a lo histórico y monumental, para ampliarse y abarcar un espectro mucho más extenso, que cubriría cualquier elemento de una cultura. El análisis que se hace se refiere principalmente al patrimonio arquitectónico que no aparece en los inventarios oficiales, debido a que se supone que carece de "monumentalidad", pero paradójicamente integra la gran mayoría del patrimonio construido del país y se manifiesta como un referente de identidad que hunde sus raíces en la historia de los pueblos.

El caso de estudio corresponde a la zona de la Ciénega, específicamente la población de Zopoco. Se realizaron mediciones de temperatura y humedad relativa en la población, para determinar la adecuación al medio ambiente y confort, para lo cual se procedió a escoger viviendas que reunieran las características tradicionales de la zona de acuerdo al esquema considerado como unidad básica, es decir aquel que conserva la distribución espacial de: cuarto, pórtico, tapanco y que por sus materiales responda al esquema de la vivienda tradicional: cimientos de piedra, muros de adobe y cubierta de teja de barro. En la parte cuantitativa del análisis se presentan los datos del monitoreo del comportamiento térmico de la vivienda, así como resultados y conclusiones de esta evaluación.

1. INTRODUCCIÓN

La arquitectura tradicional es un referente de identidad que hunde sus raíces en la historia de los pueblos (Lolich, 2007). La cultura purhépecha tiene sus orígenes en el grupo étnico, extendido en el actual estado de Michoacán, principalmente en la zona lacustre del Lago de Pátzcuaro, la Cañada de los Once Pueblos, la Ciénega de Zacapu y la Sierra. La región Purhépecha es un extenso territorio situado en la parte noroeste del Estado de Michoacán, se trata de un espacio de gran interés por contar con una vivienda tradicional que tiene aún una presencia significativa.

Cuando hablamos de la vivienda tradicional nos referimos a la vivienda vernácula, a las formas de construcción que pueden encontrarse en la zona rural producto de una cultura que responde al entorno que le rodea, con propuestas particulares que se adecuan al medio ambiente, por lo general, nos referimos a lo típico de una región o país. Algunas de las características principales de la arquitectura vernácula son su adecuación al medio físico donde se enclava, las características de los espacios que se conforman y el empleo de materiales autóctonos, que conjuntamente con los aspectos socioculturales, las tecnologías y la construcción, se convierten en factores modificantes de la arquitectura. Cabe mencionar que la imagen tradicional de los poblados de la zona de estudio, conformados en su mayoría por vivienda tradicional, es de un alto grado de adecuación ambiental, la cual se manifiesta en primer plano en el uso de adobe en la zona lacustre y la cañada y de madera en la sierra, con techumbres a base de madera y recubrimientos de teja; el sembrado de la vivienda

dentro del solar manifiesta la baja densidad constructiva, y otro elemento a destacar, es la vegetación que enmarca el entorno natural (figura 1).



Figura 1 – Muestra la baja densidad de construcción y el aprovechamiento del huerto para autoconsumo, destaca la cubierta a dos vertientes

De manera general se considera que la arquitectura tradicional de adobe es una buena solución que responde adecuadamente al esquema de vivienda para el clima de la región Purhépecha (González, 2006). La hipótesis de la investigación plantea que la arquitectura tradicional se ha dado como una respuesta al medio ambiente que la rodea, de esta manera se han podido encontrar los materiales, sistemas constructivos y partidos arquitectónicos para cada región y dentro de los argumentos para afirmar lo anterior, se maneja la altura de las casas, el pórtico que es un elemento distintivo de la vivienda de la región, o el tapanco, el patio y la huerta que propician un microclima. Otros consideran los materiales utilizados como el adobe y la teja sin embargo no existen estudios en la zona para comprobar si efectivamente son estas características o hay variables o aspectos específicos de estas viviendas que son los que aportan una adecuación al medio ambiente.

La vivienda es definitivamente un proceso cultural donde la técnica constructiva es consecuente con el clima, los materiales de construcción locales, las relaciones y concepciones comunitarias de la vivienda sin que la diversidad se niegue, por lo tanto la vivienda vernácula se considera aquella que es resultado de un “proceso de decantación” de experiencias acumuladas y transmitidas de generación en generación.

Actualmente en la región purhépecha la mayor parte de la vivienda tradicional se encuentra en las poblaciones rurales, existiendo una relación entre el grado de urbanización y el predominio de este tipo de hábitat; es decir, en general se aprecia una relación entre el número de habitantes y la mayor o menor cantidad de vivienda vernácula existente.

El trabajo tiene el objetivo de determinar aspectos de habitabilidad y confort de la vivienda tradicional, analizar el desempeño térmico de la casa tradicional de adobe de la región purhépecha. El objeto de estudio: la adecuación al medio ambiente, para analizar el grado de sustentabilidad energética de la vivienda purhépecha, en la cual se monitorearon la temperatura y humedad relativa exterior (microclima) e interior de la vivienda tradicional de adobe, y la construida con materiales industrializados, para evaluar el desempeño bioclimático y la sustentabilidad higrotérmica de las mismas. El caso de estudio corresponde a las zona de La Cañada de los Once Pueblos (*Eraxamani*).

La hipótesis que se plantea es que el ambiente térmico dentro de la vivienda tradicional debe tener oscilaciones temporales parecidas, aunque en diferente escala, a las que se dan en el

ambiente exterior, lo que permite una mejor adecuación de la vivienda tradicional que una vivienda convencional construida con materiales industrializados.

Con respecto a la zona de confort térmico, actualmente, no existen indicadores prácticos relativos a la percepción de las condiciones de comodidad térmica para diferentes tipos de edificios, regiones climáticas y ocupantes. Los estándares de confort actuales, tales como el ISO/7730 y el ANSI/ASHRAE 55/92 se basan en un “modelo estático”, en el cual, las respuestas fisiológicas y psicológicas con respecto al ambiente térmico son básicamente las mismas durante todo el año.

Como resultado del trabajo de investigación, podemos destacar que la arquitectura tradicional rural presenta características particulares, dependiendo de la zona donde se ubique, del clima y de los materiales. Debemos señalar que dentro de los aspectos que unifican y caracterizan a la vivienda purhépecha, está el uso de un patio principal, espacio interior con vegetación que propicia un microclima.

2. DESCRIPCIÓN DEL SITIO

Para el caso de estudio consideramos la población de San Pedro Zopoco que pertenece al municipio de Chilchota, y se encuentra ubicada, en las coordenadas 19° 50'23" de latitud norte y 102°04'33" de longitud oeste, con una altitud de 1820 msnm. La Cañada de los Once Pueblos es un pequeño valle que corre de oriente a poniente en el borde norte de la meseta purhépecha, el valle tiene una extensión aproximada de 12 km de largo y 2 km de ancho; la población de Zopoco se encuentra dentro de la Cañada, y se asienta sobre un pequeño llano; el esquema general de organización corresponde a calles ortogonales y con una modulación de las manzanas de forma regular, la tenencia de la tierra es el minifundio, que se distingue por lo pequeño de las superficies de riego y de temporal trabajadas. (Ramírez 1996) (figura 2).



Figura 2 – La vegetación es bosque mixto con especies de pino y encino

Con respecto al clima, según la clasificación climática de Köppen modificada por E. García, el clima de la Cañada es (CW) templado con lluvias en verano, y del tipo (Ganges, g); es decir, la temperatura más alta se presenta antes del solsticio de verano, casi siempre en el mes de mayo (Vargas, 2003). De acuerdo al análisis de temperaturas históricas, la temperatura máxima promedio mensual tiene lugar en el mes de mayo y es de 28,08°C, y la mínima en el mes de enero de 6,80°C Los meses con menor precipitación pluvial son febrero con 5,90 mm, el mes más lluvioso es agosto con 237,2 mm. La precipitación anual es de 935,2 mm, por lo que se considera un clima templado con lluvias en verano; por otro lado la oscilación de temperatura media del mes más cálido es de 17,7°C y del mes de enero de 16,05°C

3. TIPOLOGÍA DE LA VIVIENDA DE LA CAÑADA

La traza de los pueblos de la Cañada conserva de manera general el esquema virreinal de las instituciones civiles y religiosas localizadas en torno a una plaza abierta; aunado a la traza, una característica en cuanto a la fisonomía de los pueblos vernáculos es que mantienen cierta unidad y una gran congruencia con su entorno, ya que los materiales utilizados en su construcción como la piedra, el adobe madera y la teja son productos que en su base ofrece el medio físico. La arquitectura de la zona conserva reminiscencias del esquema y tradición indígena, la cual se manifiesta en el programa arquitectónico; una unidad se componía de espacios mínimos privados y espacios para almacenar los granos, esta plurifuncionalidad es la que caracterizaba a las construcciones de los indígenas en general, en que un solo espacio podía ser aprovechado para diversas funciones.

En la Cañada el sistema de edificaciones que se distingue está compuesto de volúmenes rectangulares, cubiertos con techos de vertientes inclinadas, cuyos paramentos delimitan el sistema de calles y espacios abiertos públicos, predominando el macizo sobre el vano (figura 3).



Figura 3 – Vivienda tradicional de la Cañada que muestra el predominio del macizo sobre el vano, el acceso al zaguán y la cubierta a dos vertientes

La mayoría de las viviendas tradicionales en la región, se construían a partir de formas geométricas sencillas, por ejemplo una planta rectangular rematada por una cubierta a una, dos o más aguas, utilizando como materiales los que le proporcionaba la naturaleza.

La forma de estas viviendas se repetía a lo largo de todo el asentamiento, originando en ocasiones composiciones integrales. Se aprecia dentro de la tipología arquitectónica de la región Purhépecha varios tipos de vivienda acorde a su emplazamiento; en el caso de la zona que corresponde a la Cañada presenta la disposición del zaguán como acceso al solar y crujías como espacios de habitación o cocina (Azevedo, 2003).

El módulo habitacional dentro de la vivienda purhépecha, tanto la construida en la zona en la Cañada, la zona lacustre del Lago de Pátzcuaro así como la de la Sierra, comparten generalmente la misma organización espacial de cuarto-portal-tapanco. La organización espacial de la vivienda: cuarto, portal, tapanco, es un elemento de identidad cultural; generalmente de planta rectangular o cuadrada; los muros pueden ser de adobe o madera en algunas zonas, los techos pueden ser: cubierta plana con una inclinación, inclinada en dos sentidos, inclinada en tres o cuatro sentidos y cubiertas a base de estructura de madera, con cubierta de tejamanil o teja de barro.

Dentro de las construcciones adicionales, se encuentran las destinadas a complementar las labores tanto del campo como de la casa, ubicadas en el exterior, alrededor del patio, el cual

es evidente en todos los casos analizados, y en el cual se realizan actividades secundarias como las de lavado, mantenimiento de herramientas para labores de cultivo, el tejaban para el guardado de herramientas o para el trabajo artesanal, además del pequeño huerto y el emplazamiento en algunos casos de la cocina de humo, la cual se encuentra normalmente en una construcción diferente, construida a base de tablas verticales burdamente ensambladas para dejar muchos espacios abiertos al humo, el cual sale por las paredes y el techo, a través del tejamanil; la *parangua* es un fogón de tres piezas o más, que pueden estar en el suelo o clavadas al piso de arcilla. Otras veces se trata de una construcción que permite cocinar de pie, y en algunas cocinas, se levanta una plataforma que sirve tanto de sitio para comer, como de sitio para dormir; el piso tradicional de la cocina tiene una base de grava bien apisonada y remojada, sobre la cual se pone una mezcla de arcilla y de estiércol repartida en dos o tres capas; el tejaban para el guardado de herramientas o para el trabajo artesanal, además del pequeño huerto.

El tamaño de la propiedad familiar adentro del pueblo, varía; los hay de 10 metros de ancho y de 30 m a 50 m de largo; pero también de 20 m de ancho y media manzana de largo. El solar está delimitado por una cerca de piedra o adobe, puede haber varios edificios entre los cuales siempre están la troje – habitación y la cocina, y para almacenamiento sirven el tapanco de la troje, el portal, las paredes debajo de los aleros, y también la cocina.

Cabe mencionar que la vivienda tradicional presenta de manera recurrente el siguiente esquema el cual se ha ido adaptando con el transcurso del tiempo:

El zaguán, que es el espacio de transición entre el exterior y el interior, el cual se conecta directamente con el pórtico o el patio.

La crujía que sirve como dormitorio es un espacio cerrado generalmente sin ventanas y que comunica con el pórtico.

El pórtico o corredor siempre asociado a la crujía siendo el espacio de transición entre la unidad básica, el patio o el zaguán.

El patio como elemento del dintorno que funciona como elemento distribuidor de la vivienda.

El pórtico o corredor, al igual que el tapanco funciona como un dispositivo térmico ya que actúa como un elemento de protección de los muros interiores de la crujía, retardando la transmisión de calor hacia el interior del área habitacional, al provocar un área sombreada entre el patio y las crujías, se genera un espacio que sirve como separador entre el sol y la sombra. Por su parte la doble cubierta que proporciona el tapanco a la crujía tiene los siguientes efectos:

- 1) El espacio hueco del tapanco proporciona un aislamiento adicional durante los días calurosos, mientras la capacidad térmica del adobe defiende de las temperaturas diurnas.
- 2) El adobe conserva el calor durante las noches frías y el tapanco y cubierta le ayuda a retenerlo por más tiempo al reducir la pérdida de calor al frío de la noche.
- 3) El techo de teja despidе el agua y protege el adobe en la estación de lluvias, así como del sol directo, reduciendo la acumulación del calor y, en consecuencia, el calentamiento de la casa.

4. MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE CONFORT TÉRMICO

Para la evaluación de temperaturas y humedad relativa se realizaron mediciones con equipos *data logger* tipo HOBO, marca Onset Computer, modelo H8-004-002, con sensores que almacenan la información de temperatura y humedad relativa. Las características de los Hobos son su facilidad de maniobra, pequeñas dimensiones 6 cm x 4,5 cm x 2 cm. El aparato se alimenta por medio de batería, un microprocesador que sistematiza la información, memoria electrónica y un sensor específico para cada variable a medir.

Para las mediciones que se realizaron en la región se escogieron viviendas que reunieran las características tradicionales de la zona de acuerdo al esquema considerado como unidad básica, es decir aquel que conserva la distribución espacial de: cuarto, pórtico,

tapanco; y que por sus materiales responda al esquema de la vivienda tradicional: cimientos de piedra, muros de adobe, estructura de madera y cubierta de teja de barro.

4.1 Técnicas para evaluar un ambiente térmico

El estudio del confort térmico ha permitido el desarrollo de diferentes índices térmicos subjetivos y objetivos, así como gráficas que pretenden identificar el modo de incidencia de los diferentes factores y parámetros sobre el equilibrio térmico.

Con el objetivo de determinar la zona de confort, retomamos los trabajos de Chávez de Valle (2002) y Roriz (2003), quienes bajo el Modelo Adaptativo, apoyan sus investigaciones en Humphreys, Aulciems y Nicol, cuyos modelos proponen ecuaciones distintas que relacionan la temperatura neutral con la temperatura exterior promedio mensual. Con la zona de confort térmico propuesta no se busca una temperatura neutral, sino, un rango de temperaturas para cada instante en las que el usuario del espacio tenga una sensación de confort ligeramente frío o ligeramente cálido y con variaciones. Lo anterior se establece basándose en la hipótesis de que un ambiente estático en el que se mantienen fijos los parámetros del clima interior es menos confortable que un ambiente en el que hay ligeras variaciones que no resulten incómodas, sino por el contrario, que al generar un leve contraste entre las condiciones de un momento y el siguiente se experimente una sensación agradable.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del monitoreo realizado con registros cada hora durante los 365 días del año, la tabla 1 muestra el registro de las temperaturas medias exteriores monitoreadas durante el mes de diciembre que corresponde al mes más frío con una temperatura promedio de 12,9°C y una oscilación de 4,7°C entre la temperatura máxima y mínima.

El mes más caliente corresponde a junio con una temperatura promedio de 21,9°C y una oscilación de 13,8°C entre la temperatura máxima y mínima registrada.

Tabla 1 – Temperaturas exteriores

Localidad	altitud (msnm)	temperatura mínima (°C)	temperatura promedio (°C)	temperatura máxima (°C)	amplitud (°C)	mes
Zopoco	1990	10,9	12,9	15,6	4,7	diciembre
		11,0	21,9	24,8	13,8	junio

Después de desarrollar las gráficas para evaluar el comportamiento térmico de la vivienda bajo diversos modelos, se aborda el discurso y planteamientos de Roriz (2003), con la finalidad de tener más argumentos para sustentar la investigación. Éste trabajo se basa en una hipótesis sobre límites confortables de temperatura del aire en ambientes interiores. Esta hipótesis conjuga observaciones prácticas y modelos teóricos sobre sensaciones térmicas humanas; estos modelos generalmente adoptan intervalos constantes de temperaturas de confort, acompañando la oscilación horaria de temperatura exterior. Básicamente propone que la determinación de la temperatura neutra para establecer la zona de confort, se delimita en base al valor correspondiente al 40% de la oscilación entre la temperatura exterior y la temperatura TC propuesta por Humphreys, que se determina por la siguiente ecuación:

$$TC = 11.9 + 0.534 TME$$

Siendo:

TC – temperatura media confortable en ambiente interior, denominada temperatura neutra

TME – temperatura media mensual de ambiente exterior

Los modelos adaptativos admiten en cierta manera las variaciones en el clima exterior para determinar las preferencias térmicas en el interior, en oposición a los modelos teóricos o

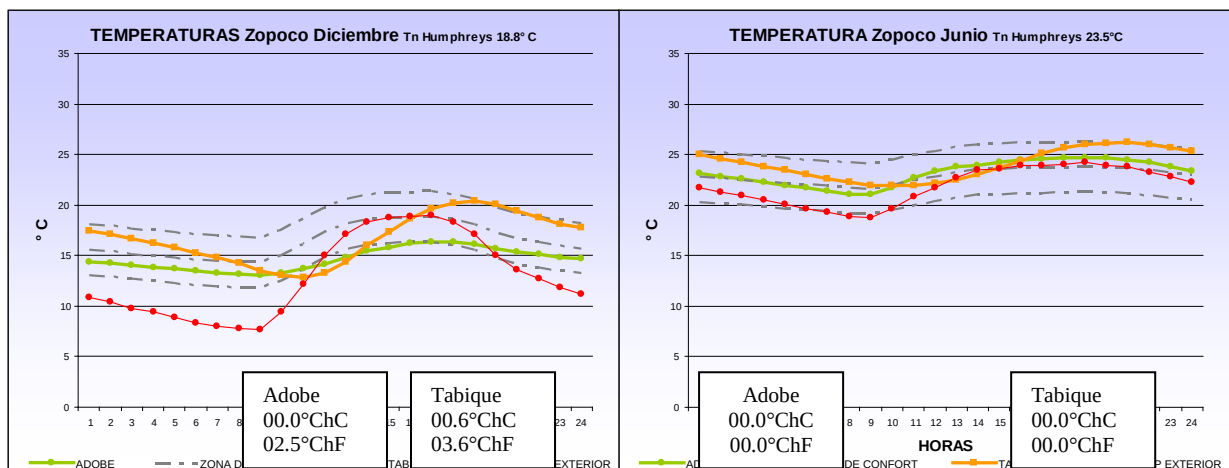
empíricos, cuyos índices de confort térmico, fueron establecidos por medio de estudios en cámaras controladas, y los valores óptimos que se establecieron que han sido asumidos para aplicarlos a todas las personas.

No obstante lo anterior, investigaciones de campo han producido observaciones que sugieren que las preferencias térmicas de las personas también tienen una componente geográfica. Las diferentes preferencias térmicas constatadas por diversos investigadores, pueden ser parcialmente explicadas por la aclimatación, fenómeno que ha sido estudiado por los fisiólogos y se considera como un factor crítico que permite a una persona resistir el estrés térmico con mínima tensión de los mecanismos fisiológicos termo-reguladores; “Una persona aclimatada al calor, quedando expuesta en ambientes y actividades relacionadas a tensión térmica, tiene los siguientes beneficios: menos producción de sudor, menor temperatura en los órganos internos que una persona no aclimatada, presión sanguínea más estable y mejor regulada, presión arterial correcta, mayor productividad y seguridad” (Coles y Di Coreto, 2002)

Con la finalidad de tener más argumentos para sustentar la hipótesis de investigación, planteada y después de haber expuesto el plantamiento de Roriz basado en la argumentación de Humphreys, se expone un modelo de gráfica para evaluar el comportamiento térmico de la vivienda bajo esta tesis, y en la cual se plantea la temperatura neutra de la zona de confort variable y los límites superior e inferior de confort equivalentes de acuerdo a Szokolay (1991) $+2,5^{\circ}\text{C}$ y $-2,5^{\circ}\text{C}$ respectivamente (González, 2006).

La gráfica 1 presenta un modelo de zona de confort variable para evaluar el comportamiento térmico de la vivienda. La gráfica muestra los resultados monitoreados durante el mes de diciembre y junio en la población de Zopoco y en la cual se manifiesta que las temperaturas monitoreadas al interior de la vivienda de adobe se encuentran dentro de la zona de confort; en el caso de la vivienda construida con materiales de tabique y losa de concreto armado, existe superávit y déficit de temperatura en el mes de diciembre.

Gráfica 1 – Zona de confort variable, superávit y déficit de temperaturas



La gráfica muestra la zona de confort variable para los meses de diciembre y junio, así como el superávit ($^{\circ}\text{ChC}$) y déficit ($^{\circ}\text{ChF}$) de temperatura obtenidos en la vivienda de adobe y de tabique respectivamente.

El resultado de las temperaturas monitoreadas en las viviendas elegidas bajo el modelo adaptativo de Humphreys, propuesto por Roriz (2003), muestra los siguientes resultados (tabla 2):

Tabla 2

VIVIENDA	ADOBE		TABIQUE	
Zopoco	Superávit °Ch	Déficit °Ch	Superávit °Ch	Déficit °Ch
Diciembre	0	2,5	0,6	3,6
Junio	0	0	0	0

°Ch = Grado centígrado hora

La gráfica muestra el resultado del superávit o déficit de temperatura de las viviendas monitoreadas y donde se manifiesta que la vivienda de adobe muestra un mejor comportamiento térmico que la vivienda de tabique

Con respecto a la humedad relativa monitoreada, se reporta un 43% en el mes de junio y 34% en el mes de diciembre. Los valores de la humedad relativa promedio mensual monitoreados durante el año al interior de la vivienda de adobe, se registran valores dentro de la zona de confort con una humedad relativa promedio de 41,1%, y una oscilación promedio anual del 1,2%

6. CONCLUSIONES

Sobre el tema de la vivienda tradicional podemos decir que ésta ha evolucionado muy lentamente a lo largo de los años, aunque en las últimas décadas ha experimentado cambios de una manera acelerada, producto sobre todo de la incorporación de materiales industrializados, sin negar la incidencia de las transformaciones sociales, económicas y políticas en su evolución.

Los datos recabados a través del monitoreo de temperatura de bulbo seco y humedad relativa, con promedios horarios durante las 24 horas del día, durante los 365 días del año, en el interior de las viviendas de adobe y de tabique en la población de Zopoco, nos permiten afirmar que el comportamiento térmico de la vivienda tradicional, durante los meses monitoreados y particularmente los meses de diciembre y junio, es superior a la vivienda construida con tabique.

La arquitectura vernácula tuvo en esta región una adecuada adaptación al medio ambiente, tanto en sus aspectos bioclimáticos como en el uso de materiales del lugar. Actualmente la vivienda vernácula se identifica principalmente con la vivienda rural, y en la medida que ésta se urbaniza, se transforma de manera radical el asentamiento, la vivienda paulatinamente se extingue, y pierde sus características tipológicas formales y funcionales. Por lo tanto afirma Lucia Tello (1996) “mientras no se respete y valore la arquitectura rural, la existencia de ambientes culturales propios, se limitará cada vez más la construcción y renovación de esta vivienda, lo que redundará directamente en la disminución o desaparición de este elemento de identidad cultural”.

El presente trabajo comprueba que además de los valores ya identificados, se agrega el de la habitabilidad y adecuación climática, con soluciones que pueden ser retomadas en el diseño de la vivienda convencional contemporánea. Se avanza en el terreno de la axiología de la arquitectura tradicional, pues se identifican valores más allá de los reconocidos generalmente: a los edificios tradicionales hay que conservarlos porque poseen valor estético, histórico o de identidad comunitaria; se comprueba que además de los valores ya identificados, se agrega el de la habitabilidad y adecuación climática, con soluciones que pueden ser retomadas en el diseño de la vivienda convencional contemporánea.

BIBLIOGRAFÍA

AZEVEDO S. E. (2003), *Espacios urbanos comunitarios durante el periodo virreinal en Michoacán*, Morelia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morevallado Editores, Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente, Gobierno del Estado de Michoacán, 2003.

COLES, G.; Di CORETO, R.. (2002) "Documentation of the Heat Stress Standard Developed for Use in the Australian Environment". Australian Institute of Occupational Hygienists by the Heat Stress Working Group.

CHAVÉZ DEL VALLE, F. J. (2002), *Zona Variable de Confort Térmico*, Barcelona Universidad Politécnica de Cataluña.

GONZÁLEZ, H. (2006). *Vivienda Tradicional de la Región Purhépecha*, Morelia. Tesis de Doctorado, Programa Interinstitucional de Doctorado, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

LOLICH, L. (2007) Patagonia, Nuevas Perspectivas para la Preservación de la Arquitectura Vernácula, en Aranda Bernal, Ana, Comp. Arquitectura Vernácula en el Mundo Ibérico, Sevilla, Universidad Pablo de Olavide.

NICOL, FERGUS, HUMPHREYS, M. (2001), *Adaptive thermal comfort and sustainable thermal standards for Buildings*, Moving Thermal Comfort Standards into the 21st Century, Cumberland Lodge, Windsor, UK.

RAMÍREZ, L (1986). *La Cañada de los Once Pueblos*, Estudios Michoacanos II, Michoacán: Colegio de Michoacán- Gobierno del Estado de Michoacán.

RORÍZ, M. (2003), Flutuações horárias dos limites de conforto térmico: Uma hipótese de modelo adaptativo ENCAC-COTEDI 2003, VII Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído Curitiba - PR, Brasil.

SZOKOLAY S., House design for overheated environments, Memoria I Encuentro Nacional de Diseño y Medio Ambiente. Colima, Universidad de Colima, Comisión Federal de Electricidad, 1991.

TELLO, L. (1996) Coord., Mérida: Vivienda en la zona conurbada, Yucatán, México, Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Arquitectura, Unidad de Posgrado e Investigación.

VARGAS, F. (2003). *Atlas Geográfico del Estado de Michoacán*. Michoacán: Edit. HEDÍAS.

AUTOR

Héctor Javier González Licón, Arquitecto, Doctor en Arquitectura, Catedrático de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo con investigaciones sobre el desempeño bioclimático, adecuación al medio ambiente de la vivienda tradicional de adobe y madera en la región purhépecha.



EVALUACIÓN TÉRMICA DE UNA VIVIENDA DE SUELO CEMENTO COMPARADA CON OTRAS SIMILARES DE DISTINTOS MATERIALES

Juan Carlos Patrone¹, John Martin Evans²

Centro de Investigación Hábitat y Energía - Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo,
Universidad de Buenos Aires.

Ciudad Universitaria, Pabellón III, 4º piso, (1428) Ciudad de Buenos Aires.

(1) Tel.: (5411) 42531651 arqpa@yahoo.es

(2) Tel: (5411) 47919310 evansjmartin@gmail.com

Palabras clave: vivienda de interés social, suelo cemento, comportamiento térmico

RESUMEN

Este trabajo analiza las características térmicas de un prototipo de vivienda de interés social construida en 2004 – 2005 en Florencio Varela, Provincia de Buenos Aires, con tapial, muros monolíticos de suelo cemento compactado, comparando la misma con otras viviendas construidas también en otros sitios del Gran Buenos Aires de clima templado cálido costero, con diversos materiales que fueron evaluadas en trabajos anteriores. El objetivo es comparar una vivienda construida con muros de suelo cemento de gran inercia térmica con otras alternativa, una vivienda construida con materiales convencionales, otra con un sistema industrializado de nueva tecnología y una de construcción liviana de madera y chapa galvanizada, estableciendo una metodología de simulaciones y evaluaciones térmicas a fin de evaluar estrategias de diseño bioambientales para mejorar el confort en las viviendas de interés social con soluciones económicas y de baja complejidad tecnológica. Se registraron mediciones de las condiciones térmicas en las viviendas, con registradores automáticos de temperatura minidataloggers, y se analizó el cumplimiento de las Normas IRAM de Aislamiento Térmico de Edificios, para lo cual se utilizaron características térmicas estimadas en base a las densidades de tierra compactada y suelo cemento, estudiadas en un trabajo previo, los resultados obtenidos fueron comparados con simulaciones numéricas realizadas con un programa de simulación de temperaturas interiores. Los resultados obtenidos a través de mediciones y simulaciones en la vivienda de tapial indican buenas condiciones de confort con potencial para solucionar problemas habitacionales.

1. INTRODUCCIÓN

Las bondades de las características térmicas de la construcción con tierra han sido estudiadas y desarrolladas por diversos autores destacando la capacidad térmica de los adobes, tapiales y bloques de tierra comprimida (BTC), la capacidad de producir retrasos térmicos, la baja conductividad térmica de adobes alivianados y las distintas combinaciones y conformaciones del material tierra para brindar mejores resultados en el confort en las construcciones de tierra (Minke, 2001), también dentro del marco de la sustentabilidad la utilización apropiada del material en función de maximizar el confort térmico y reducir el consumo energético (Evans, 2004).

Si bien son conocidas las facultades térmicas de la construcción con tierra la posibilidad de utilizar nuevas herramientas para realizar mediciones térmicas sobre construcciones existentes y simulaciones digitales para verificar y cuantificar resultados en la etapa de proyecto ofrece alternativas adecuadas para mejorar la producción del hábitat. Trabajos como los realizados en Chile sobre adobe proyectado (Sotta Benaprés, 2007), en San Juan, Argentina, sobre viviendas rurales de adobe (Blasco Lucas, 2006), en Florencio Varela, Argentina, sobre un prototipo de vivienda de suelo cemento (Patrone y Evans, 2005), entre otros, aportan resultados del comportamiento térmico de ejemplos construidos, para la optimización del confort en futuros proyectos de vivienda.

El objetivo de este trabajo es comparar una vivienda construida con muros de suelo cemento con otras construidas con distintos materiales dentro del Gran Buenos Aires: Una construida con materiales convencionales, otra con un sistema industrializado y una de construcción liviana de madera y chapa galvanizada; Estableciendo una metodología de simulaciones y evaluaciones térmicas a fin de evaluar estrategias de diseño bioambientales, que posibiliten mejorar el confort en viviendas de interés social con soluciones económicas y de baja complejidad tecnológica.

El trabajo reúne los resultados de otros anteriores sobre el comportamiento térmico de viviendas construidas con distintos materiales dentro del Gran Buenos Aires, región que se encuentra dentro de la zona bioambiental IIIb con clima templado cálido costero, con inviernos suaves con valores medios que rara vez llegan a 0° C y veranos con temperaturas medias que oscilan entre 20°C y 26°C (Norma IRAM 11.603, 1998).

Se realizaron mediciones con registradores automáticos de temperatura minidataloggers modelo HOBO en distintos períodos de invierno no coincidentes entre si de los distintos casos estudiados, se tomaron períodos de 5 días corridos, luego se promediaron en un solo día en cada caso y sobre estos promedios se realizaron las simulaciones.

2. VIVIENDAS ESTUDIADAS

El prototipo de vivienda de interés social construida en 2004-2005 en Florencio Varela, Provincia de Buenos Aires, con muros monolíticos de suelo cemento compactado, tapial de 20cm de espesor con piso de suelo cemento y techo de machihembrado de madera, aislación térmica (sándwich de barro y pasto) y chapa galvanizada (Patrone y Cabezón, 2004) (figura 1) sobre la cual durante 2006 se tomaron registros térmicos para estudiar su comportamiento y realizar comparaciones simuladas con otros materiales (Patrone y Evans, 2006), se estructura comparar los registros obtenidos, en otras investigaciones posteriores sobre viviendas construidas con materiales tradicionales y un sistema industrializado, para compararlas a través de simulaciones.

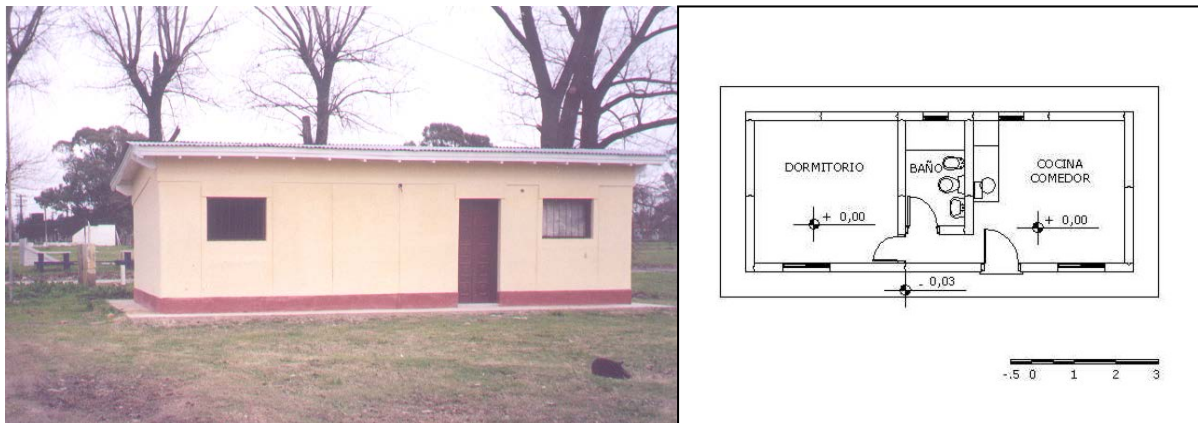


Figura 1 – Vivienda de Florencio Varela – planta y vista

Durante 2007 se obtuvieron registros en dos viviendas en el Barrio Puente Marques, Moreno, Prov. de Bs. As. dentro del marco de la investigación realizada por el CIHE, Centro de Investigación Habitat y Energía, de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, y el GEA, Grupo de Energía y Ambiente, de la Facultad de Ingeniería, ambos centros de la Universidad de Buenos Aires, con apoyo del Plan Viviendas por + Energía de EDENOR, compañía distribuidora de electricidad del Gran Buenos Aires (Patrone, Compagnoni y Donzelli, 2007).

Una construida con un sistema industrializado de muros y techos de paneles de poliestireno expandido revocados con concreto armado y pisos de alisado cementicio sobre contrapiso de cascotes, proyecto del arquitecto Carlos Levinton. La otra, un prototipo perteneciente a un plan municipal de autoconstrucción iniciado en el año 1980 y completado posteriormente por los ocupantes, sin el necesario asesoramiento técnico brindado en los primeras etapas del

proyecto, construida con muros de bloques de hormigón revocados en ambas caras, pisos de alisado cementicio sobre contrapiso de cascotes y techo de losa cerámica, con carpeta de compresión y cielorraso aplicado a la cal (figura 2).



Figura 2 – (a) Vivienda nueva – Arq. Carlos Levinton; (b) Autoconstruida de bloques de hormigón

La cuarta vivienda estudiada es una casilla de fin de semana en el balneario de Quilmes Prov. de Bs. As. hoy habitada permanentemente por una familia tipo, relevada con anterioridad y con registros térmicos tomados en 2008, esta construida con madera y chapa galvanizada sin aislamiento alguno es el ejemplo más precario respecto al confort; esta elevada sobre pilotes dejando sus seis caras expuestas a la intemperie, siendo el piso de tableros de madera de una pulgada de espesor, las paredes exteriores son de chapa galvanizada, cámara de aire de tres pulgadas y un revestimiento interior de cartón prensado (chapadur) de 5 mm de espesor. El techo es también de chapa sobre tirantería de madera entretecho y cielorraso de cartón prensado (Patrone, 2005) (figura 3).



Planta



Figura 3 – Vivienda en la rivera de Quilmes – planta y vista

De los registros tomados en distintos ambientes de las viviendas estudiadas, para este trabajo solo se tomaron los de un dormitorio en cada vivienda, colocando los Hobos a 1.50 m de altura con respecto al piso, además de los registros de la temperatura exterior correspondiente a cada una de ellas (tabla 1).

Tabla1 – Resumen viviendas

Vivienda	Dormitorios			
	Construcción	Área	Volumen	Orientación
Florencio Varela	Tapial S.C.	11,56 m ²	32,37 m ³	NE
Nueva Moreno	Industrializada	8,95 m ²	24,61 m ³	NO
Autoconstruida	Tradicional	10,14 m ²	27,88 m ³	SO
Rivera Quilmes	Liviana - Precaria	6,50 m ²	16,25 m ³	NE

3. METODOLOGÍA

Se realizaron mediciones con registradores automáticos de temperatura minidataloggers modelo HOBO en invierno, durante el mes de mayo de 2006 en Florencio Varela, en mayo de 2007, en la vivienda autoconstruida de Moreno, en julio de 2007, en la vivienda nueva (industrializada) en Moreno y en la vivienda de la rivera de Quilmes en Julio de 2008; con estos registros se seleccionaron 5 días corridos en cada caso, buscando tomar un lapso durante el cual las variaciones de temperatura fueran más regulares (figura 4).

Dado que los registros térmicos fueron efectuados en días, meses y años distintos, se adopta la técnica de simulaciones calibradas para comparar el comportamiento térmico de los módulos construidos. Con los registros de los 5 días corridos se promediaron en un día en cada caso, para equiparlos con simulaciones numéricas realizadas con el programa Quick, a fin de evaluar su comportamiento térmico.

El programa Quick fue desarrollado en Sur África (Mathews, sd), para situaciones con acondicionamiento natural con climas similares a la Provincia de Buenos Aires.

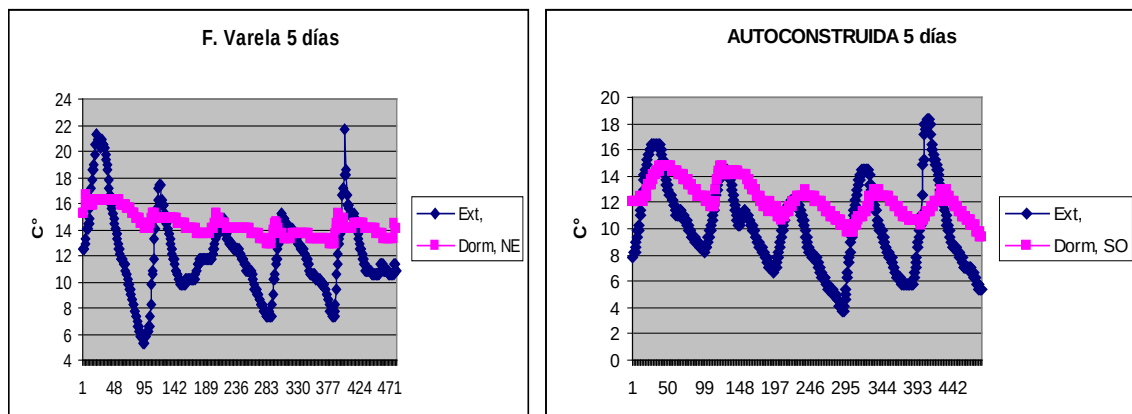
La Norma IRAM 11.605 (1996) indica la transmitancia térmica máxima admisible para invierno y verano, con tres niveles de calidad: A: Óptimo, B Normal, C Mínima. La Secretaría de Vivienda exige el cumplimiento de Nivel C para vivienda de interés social. La versión anterior de la Norma IRAM 11.605 (1996) permitía mayor transmitancia térmica en paredes con mayor capacidad térmica considerando su peso superficial en kilogramos por metro cuadrado. Sin embargo, a fin de simplificar la verificación de cumplimiento, la norma actual solo considera la transmitancia térmica como indicador del comportamiento térmico de un elemento constructivo.

La tabla 2 indica los valores de K, transmitancia térmica, máxima admisible para cumplir con nivel C en Buenos Aires, ubicada en la Zona Bioambiental IIIb. La última fila de la tabla indica los valores críticos, considerando el valor menor de las dos estaciones.

Tabla 2 – Valores de K máximo admisible (W/m^2K) Nivel C, para muros y techos en verano e invierno, Norma IRAM 11.605 (1996)

Condiciones	Techos	Muros
Invierno (Norma IRAM 11.605, tabla 1)	1,00	1,85
Verano (Norma IRAM 11.605, tabla 2)	0,76	2,00
Valor crítico (Valor menor de las dos estaciones)	0,76	1,85

La ocupación de las viviendas también es distinta, la de Florencio Varela se abre por la mañana permaneciendo la puerta abierta hasta el mediodía, la autoconstruida está habitada por una familia de cinco integrantes, si bien el dormitorio no lo usan, permanece conectado al restote la vivienda calefaccionada.



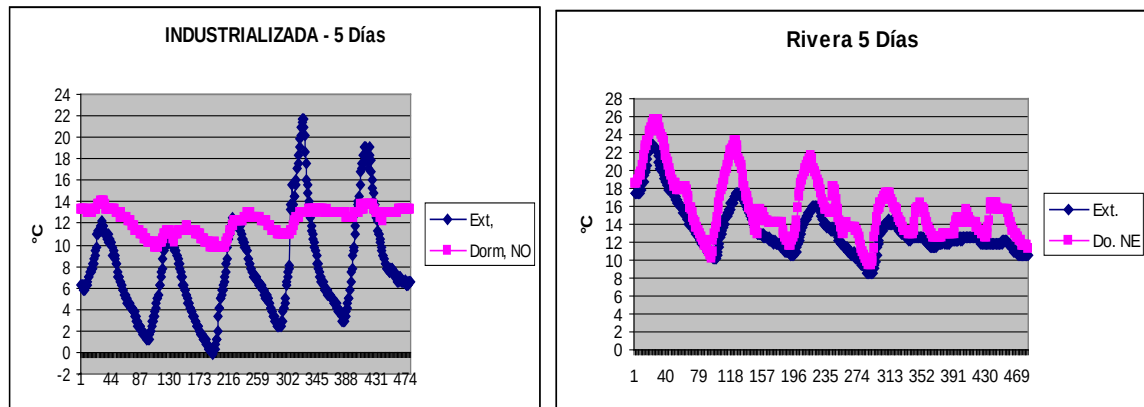


Figura 4 – Gráficos de registros durante 5 días cada 15 minutos en F. Varela, Autoconstruida y nueva en Moreno y en la ribera de Quilmes

La vivienda nueva estaba ocupada por un sereno que no usaba el dormitorio medido pero si calentaba la casa y la vivienda de Quilmes habitada por una familia de cuatro integrantes que calefaccionan al levantarse por la mañana y del atardecer hasta acostarse.

4. SIMULACIONES

Sobre los registros obtenidos en lapsos de 5 días se promedió un día en cada caso. Luego se compararon los resultados de una simulación numérica de cada módulo con los valores promediados de temperatura registrados con los HOBOS. La figura 5 indica esta comparación de los datos de temperatura simuladas y medidas.

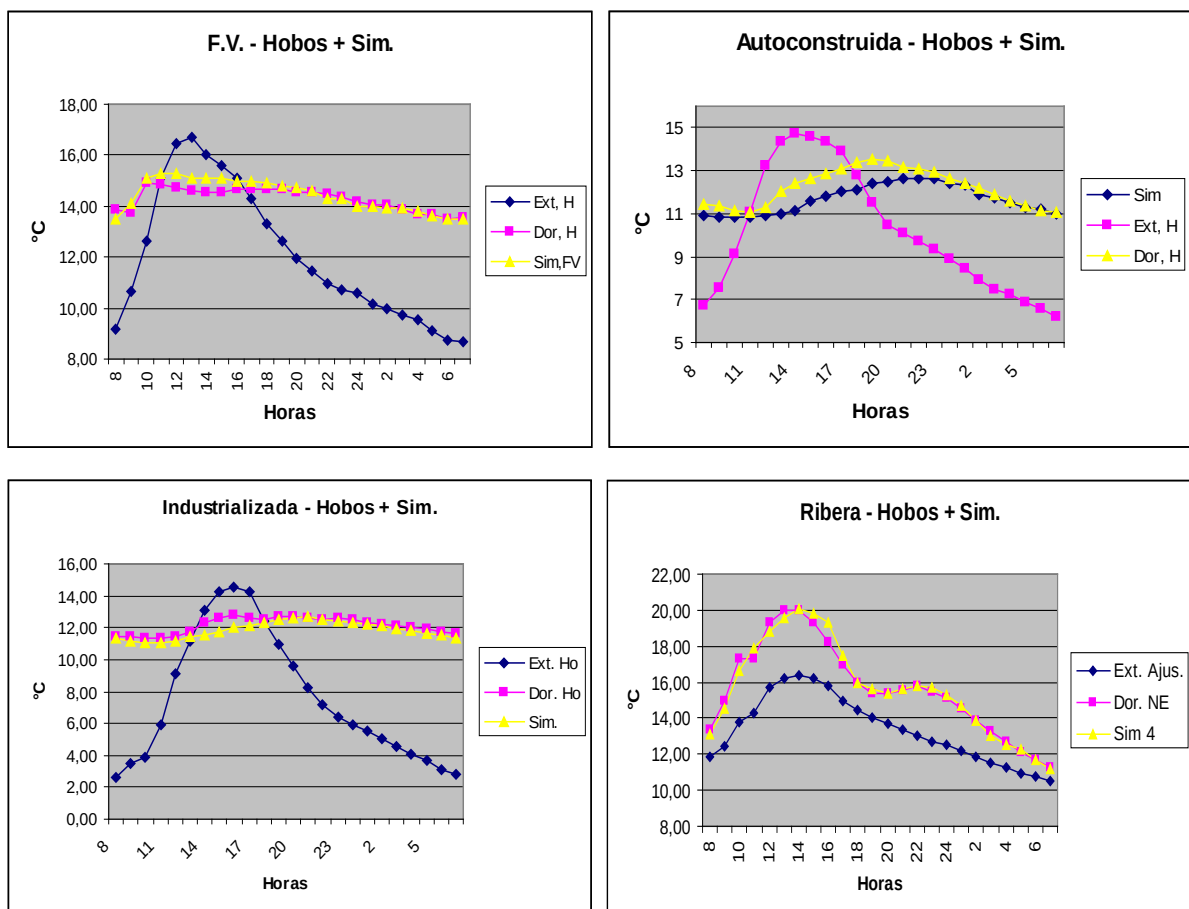


Figura 5 – Simulaciones - Comparación entre temperaturas interiores registradas con HOBOS y temperaturas interiores obtenidas con un programa de simulación numérica de las 4 viviendas.

Los datos de radiación fueron obtenidos de la estación de medición de radiación montada en el techo de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Buenos Aires. Los datos de ventilación fueron estimados, considerando un deficiente grado de estanqueidad del modulo en el momento de realizar las mediciones.

Los resultados de la comparación entre mediciones y simulaciones indican una variación máxima inferior a 0,5°C, en Florencio Varela, una precisión muy adecuada considerando los problemas de estimar la ventilación y la posible diferencia de radiación solar entre la estación de medición y el módulo de ensayo, en la vivienda industrializada en Moreno dio un poco mayor 0,9°C, en la autoconstruida de Moreno y en la de la ribera de Quilmes la variación dio 1°C, todavía una precisión adecuada para la realización de las simulaciones.

Los gráficos de la figura 5 también permiten establecer las siguientes características de los módulos:

- La vivienda de Florencio Varela registra: Amplitud térmica exterior de 8,03°C, amplitud térmica interior de 1,14°C, temperatura máxima exterior 16,71°C, ubicándose la máxima interior a 1,88°C, por debajo de la máxima exterior, la mínima exterior fue de 8,86°C, mientras la interior fue de 13,75°C mostrando el efecto favorable de la amortiguación y la capacidad de almacenar calor de la radiación solar durante el día, también indica un anticipo de la temperatura interior debido al ingreso de radiación solar.
- La vivienda industrializada tiene también un muy buen comportamiento térmico, registra: Amplitud térmica exterior de 11,89°C, amplitud térmica interior de 1,51°C, temperatura máxima exterior 14,54°C, ubicándose la máxima interior a 1,74°C por debajo de la máxima exterior, la mínima exterior fue de 2,66°C, mientras la interior fue de 11,3°C, nos está indicando que el sistema tiene buen aislamiento e inercia térmica, se ve también un aumento de la temperatura interior cuando la exterior desciende, lo que indica el efecto de calefaccionar el resto de la casa.
- La autoconstruida registra: Amplitud térmica exterior de 8,16°C, amplitud térmica interior de 2,47°C, temperatura máxima exterior 14,75°C, ubicándose la máxima interior a 1,25°C por debajo de la máxima exterior, la mínima exterior fue de 6,69°C, mientras la interior fue de 11,03°C, aparentemente no es tan malo el comportamiento, pero observando la figura 4 vemos claramente una mayor amplitud térmica interior y efectos producidos por la calefacción de otros ambientes, distorsionan el retraso térmico producto de la orientación SO.
- El gráfico de la vivienda de la ribera registra: Amplitud térmica exterior de 5,89°C, amplitud térmica interior de 8,78°C, temperatura máxima exterior 16,39°C, ubicándose la máxima interior a 3,59°C por arriba de la máxima exterior, la mínima exterior fue de 10,5°C, mientras la interior fue de 11,2°C, muestra la deficiencia térmica de la vivienda, donde la amplitud térmica interior es 2,89°C mayor que la exterior y la mínima interior es solo 0,7°C superior a la exterior.

Observando la figura 4, vemos como la curva de temperaturas interiores se superpone a la del exterior marcando incrementos por la radiación solar de hasta 5,7°C respecto al registro máximo de temperatura exterior y coincidiendo las temperaturas mínimas del exterior con el interior. También se observan el adelantamiento térmico por la radiación solar y las distorsiones debidas a la calefacción de la vivienda, con incrementos en la curva de temperaturas interiores cuando la temperatura exterior está descendiendo y como cae la misma curva interior cuando se interrumpe la calefacción hasta igualar la temperatura exterior.

Las paredes de tierra estabilizada compactada o tapial tienen una densidad estimada de 1900 kg/m³, una conductividad de 0,9 W/mK y un espesor de 20 cm. Según un estudio de sus características térmicas (Evans, 2004) y las indicaciones de la Norma IRAM 11.601

(1996), la transmitancia térmica estimada de esta construcción es $1,90 \text{ W/m}^2\text{K}$, valor que no cumple con la Norma 11.605 (1996).

En la tabla 3 vemos las distintas alternativas constructivas de los módulos construidos y los valores de transmitancia térmica de las mismas y su cumplimiento con el Nivel C para Buenos Aires de la Norma IRAM 11.605 (1996)

Tabla 3 – Indica las alternativas constructivas de los módulos a comparar.

Construcción	Espesor (mm)	Capas constructivas	Transmitancia térmica $\text{W/m}^2\text{K}$
Tapial	200	Tierra estabilizada compactada.	1,9 (No cumple)
Bloque de Hormigón	220	Bloque hueco de hormigón 180 mm y revoque en ambos lados.	2,33 (No Cumple)
Industrializada	160	Poliestireno expandido de 80 mm revoque cementicio en ambos lados.	0.37 (Cumple)
Liviana	90	Chapa galvanizada exterior, cámara de aire, de 75 mm, cartón prensado interior.	2.71 (No Cumple)

El próximo paso es comparar las simulaciones obtenidas de los dormitorios de los módulos con el promedio de las temperaturas máximas exteriores y mínimas exteriores registradas en cada módulo incorporándolas como temperaturas máxima y mínima exterior en la planilla Excel e-día-1 (variación horaria de temperaturas exteriores) (Evans 2000) (figura 6).

La figura 6, nos muestra el comportamiento que tendría cada modulo en un día posible, en el cual estos tuviesen las mismas condiciones térmicas exteriores. Se observa que el módulo con mejor comportamiento es el de la vivienda industrializada, con una ampliación térmica de $0,6^\circ\text{C}$ y una máxima de $14,6^\circ\text{C}$, quedando a 1°C , por debajo de la máxima exterior, vale aclarar que es la única vivienda que cumple con el Nivel C de la Norma IRAM 11.605 (1996) para Buenos Aires y que al tomarse las mediciones térmicas, la casa estaba habitada por un sereno, quien calefaccionaba otros ambientes de la misma aumentando la temperatura del dormitorio indirectamente. Continúa en orden decreciente el módulo de Florencio Varela con una máxima de $13,8^\circ\text{C}$, una amplitud de $1,7^\circ\text{C}$ y a $1,8^\circ\text{C}$ bajo la máxima exterior. Considerando que la vivienda de tapial, la única posibilidad de incrementar la temperatura interior es la radiación solar, ya que está realmente deshabitada, refleja un muy buen comportamiento térmico.

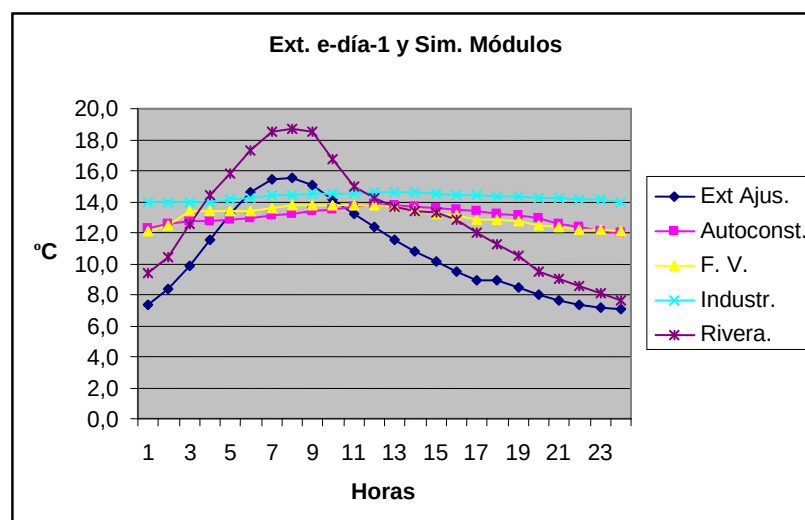


Figura 6 – Simulación - Temperaturas exteriores obtenidas con planilla Excel e-día-1 con simulaciones resultantes de cada módulo

Muy similar es el comportamiento del módulo de la vivienda autoconstruida con una amplitud térmica de 1,9°C, una temperatura máxima de 13,9°C, y a 1,7°C por debajo de la máxima exterior, también aquí influye el calentamiento indirecto que recibe del resto de la casa. Por último con notoria diferencia se ubica el módulo de la ribera de Quilmes con una máxima de 18,7°C, una amplitud de 11,1°C y a 3,1°C por encima de la máxima exterior, si bien es la única que alcanza la zona de confort en un corto período de dos horas, es notoria la deficiencia térmica de esta vivienda de construcción liviana y careciente de aislamiento térmica.

5. CONCLUSIONES

- Los resultados de las mediciones y simulaciones indican que las construcciones con buen aislamiento y gran inercia térmica ofrecen las mejores condiciones de confort en la región del Gran Buenos Aires durante los meses de invierno.
- Que la construcción con tapial aunque teniendo una transmitancia térmica alta, para la región del Gran Buenos Aires, los resultados en invierno son favorables, pero no se considera recomendable la construcción con tapial en zonas bioambientales más frías: Zonas IV, V y VI según la Norma IRAM 11063 (1998). Se considera que en las zonas bioclimáticas I, II y III, de igual o mayor calor, y sub-zonas con mayor amplitud térmica, los beneficios verificados en este estudio serán similares o mejores.
- El uso de la simulación numérica y la medición del comportamiento térmico con instrumental moderno en viviendas de interés social, puede demostrar y verificar aptitudes para un racional ahorro energético.
- La tecnología de construcción en tierra tiene el potencial de ofrecer soluciones bioambientales superadoras a la problemática actual del hábitat social.

BIBLIOGRAFÍA

- BLASCO LUCAS, I. A. (2006). Mediciones higrotérmicas y Lumínicas en Construcciones con Tierra. In: V Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra. Mendoza: INCHIUSA –CRYCYT.
- EVANS, J. M. (2000) e-día-1 Variación horaria de temperaturas exteriores - planilla Excel. Buenos Aires: CIHE-FADU-UBA.
- EVANS, J. M. (2004). Construcción en tierra, aporte a la habitabilidad, 1 Seminario Taller, Construcción en Tierra, Buenos Aires: FADU UBA.
- MATHEWS, E. H. Programa Quick, Centre for experimental and numerical thermo flow – University of Pretoria, Pretoria, Republic of South Africa
- MINKE, G. (2001). Manual de construcción en tierra. Montevideo: Nordan Comunidad.
- NORMA IRAM 11.601 (1996). Acondicionamiento térmico de edificios: métodos de cálculo. Buenos Aires: Instituto Argentino de Racionalización de Materiales.
- NORMA IRAM 11.603 (1998). Zonificación bioambiental de la República Argentina. Buenos Aires: Instituto Argentino de Racionalización de Materiales.
- NORMA IRAM 11.605 (1996). Acondicionamiento térmico de edificios: condiciones de habitabilidad en viviendas, valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos. Buenos Aires: Instituto Argentino de Racionalización de Materiales.
- PATRONE J. C. (2005) Arquitectura en la Ribera de Quilmas. CIHE-FADU-UBA (En prensa)
- PATRONE J. C. (2005a) Gestión y desarrollo en la construcción de la vivienda de interés social con empleo de suelo estabilizado, Construcción con Tierra 1. Buenos Aires: FADU UBA.
- PATRONE, J. C.; CABEZÓN (2004). Tierra estabilizada apisonada en el gran Buenos Aires, 1er. Seminario Taller Construcción con Tierra. Buenos Aires: FADU UBA
- PATRONE, J. C.; COMPAGNONI; DONZELLI (2007). Mejoramiento ambiental y energético de viviendas cadenciadas - barrio Puente Marques, Partido de Moreno, In: II Seminario Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Hábitat Popular, Córdoba.

PATRONE, J. C.; EVANS, J. M. (2005). Evaluación térmica de una vivienda de suelo cemento comparada con simulaciones digitales. In: V Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra. Mendoza: INCHIUSA –CRYCYT.

SOTTA BENAPRÉS, F. (2008). El espesor del muro de adobe, optimización de sus facultades térmicas, Construcción con Tierra 3, Buenos Aires: FADU UBA.

RECONOCIMIENTOS

A las familias del barrio Puente Márquez por su colaboración

A la familia Lopardo de la ribera Quilmeña por su colaboración.

Al Arq. Tomás E. Vanrell Secretario de Obras y Servicios Públicos de la Municipalidad de Florencio Varela por el aval brindado a esta Investigación.

Este trabajo se inscribe en el proyecto Eficiencia Energética en el Hábitat Construido PAE N° 22559/BIT1728/OC-AR, dirigido por la Dr. Arq. Silvia de Schiller

Secciones de este trabajo fueron desarrolladas en el marco del proyecto de Investigación UBACyT A-020 "Certificación de edificios sustentables", Programación Académica 2004-2007, SECyT-UBA.

El equipamiento de medición fue adquirido con subsidios para investigación, de la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad de Buenos Aires

AUTORES

Juan Carlos Patrone, Arquitecto, Investigador del Centro de Investigación Hábitat y Energía e Investigador del Programa ARCONTI de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires, abocado a la construcción con tierra, Ha publicado artículos científicos y de divulgación en revistas con arbitraje y presentado numerosos trabajos en reuniones y eventos científicos Codirector de "terrabaires" y miembro de la Red PROTERRA.

John Martin Evans, Profesor Doctor Arquitecto, Profesor Titular de Arquitectura FADU-UBA desde 1984, e Investigador Senior sobre la problemática energético-ambiental en el hábitat construido, dirige el Centro de Investigación Hábitat y Energía, y el Laboratorio de Estudios Bioambientales, que estableció en la FADU-UBA en 1987, dicta cursos de grado y postgrado en universidades del país y el exterior, asesor en energías renovables y eficiencia energética en arquitectura.



IDENTIFICACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS PRESENTES EN LOS REVESTIMIENTOS EXTERIORES DE EDIFICACIONES TRADICIONALES DE TIERRA

Delia Y. Bottaro Steiner

Departamento de Tecnología de la Construcción. Facultad de Arquitectura y Diseño. ULA.
Mérida 5101, Venezuela. Telf. (0058) 274-2401915
bsteiner@ula.ve, delia.bottaro@gmail.com

Palabras clave: revestimientos, patología, materiales

RESUMEN

Los revestimientos en las construcciones de tierra desempeñan la función de garantizar la durabilidad, resguardo y mantenimiento de las fachadas, definiendo su estado de conservación. Con el reconocimiento metódico de los síntomas presentes en los revestimientos de las construcciones tradicionales existentes en una población que conserva su valor coral, se logra obtener, conocer y clasificar las patologías que se presentan con mayor frecuencia en las edificaciones con sistemas constructivos de tierra como son: la tapia, el adobe y el bahareque.

Para lograr el objetivo planteado, se diseñó un instrumento, sobre el cual, por observación directa se identificaron y registraron las lesiones presentes en cada una de las edificaciones, lo que permitió posteriormente, realizar la catalogación en cuatro grupos por el tipo de lesión.

Se realizó la prueba piloto sobre un poblado denominado: Mesa de los Indios, en el Estado Mérida, Venezuela.

Obtenidos los resultados, se logra identificar las patologías que se presentan con mayor frecuencia, como el desprendimiento, defectos de superficie y presencia de fisuras, relacionándolas con el material de construcción del paramento, y así poder efectuar una serie de recomendaciones que permitan corregir y garantizar la durabilidad de este componente importante de protección como lo es el revestimiento continuo.

1. INTRODUCCION

La protección del patrimonio construido con tierra, en parte recae sobre el revestimiento continuo que se realiza sobre las fachadas. La degradación producida en éstas, es un proceso complejo en donde intervienen diversos factores como son: la naturaleza de los materiales (originales y de reparación), los debidos al ambiente como la contaminación ambiental, la lluvia el viento, las sales solubles, y los arquitectónicos como consecuencia de la mala concepción de la fachada, la ausencia de detalles constructivos adecuados y las alteraciones realizadas a las mimas.

De esta manera, cuando se habla de conservar y restaurar el patrimonio edificado, es importante conocer sus técnicas constructivas y los materiales tradicionales, para garantizar la utilización y preservación de las edificaciones como bien se manifiesta en la "Declaración de Tlaxcala" (González, 2000) Por ello, los materiales utilizados en la intervención de una edificación con valor patrimonial, debe cumplir con una serie de requisitos como: no dañar el material original, no modificar sus propiedades, tener características y propiedades similares al original para favorecer su compatibilidad, y no modificar las propiedades superficiales del componente constructivo.

Estos materiales y técnicas forman parte de los valores culturales con los que cuenta una nación, su patrimonio cultural, su tradición constructiva por ello es importante garantizar su utilización y preservación. En Venezuela se cuenta con insuficiente información sobre el tema de materiales y técnicas constructivas tradicionales, por lo que se amerita realizar estudios específicos que permitan ampliar su conocimiento. Entre las recomendaciones,

sobre los aspectos tecnológicos, emanadas del Encuentro Nacional sobre rescate de Técnicas Tradicionales y Capacitación Artesanal para la Conservación del Patrimonio Construido, celebrado en Caracas en 1996 (Posani, 1999), se destaca la siguiente:

“Fomentar la investigación científica sobre las técnicas tradicionales, considerando los distintos aspectos que conforman: el medio cultural en que se desarrollan la práctica de cada técnica; el comportamiento de los materiales, y el comportamiento de los sistemas estructurales”

Por otra parte, el surgimiento de nuevos materiales ha ido desplazando los materiales que se usaban tradicionalmente en la fabricación de revestimientos, como es el caso del cemento que ha sustituido a la cal. El uso inadecuado de morteros de revestimiento de cemento (Flores, 1999), trae como consecuencia efectos dañinos visibles e incluso irreversibles a las construcciones tradicionales, por su rigidez e impermeabilidad al vapor de agua, lo que perjudicaría el mantenimiento y durabilidad de los cerramientos exteriores.

El objetivo fundamental del presente estudio fué Identificar las lesiones presentes en los revestimientos las fachadas en las edificaciones con sistemas constructivos tradicionales: tapia, adobe o bahareque específicamente en el poblado Mesa de los Indios (Mérida)

2. ANTECEDENTES

Existen diversas publicaciones sobre el estudio y a inspección de las fachadas, y sus procesos patológicos, entre las que destacamos las realizadas por: Prado y Guerra (1962), Villanueva (1999), Consejo general de la Arquitectura Técnica (2000), Monjo (2000), Bellmunt y Paricio (2000), el texto Patología de Fachadas Urbanas (1987), Inspección Técnica de edificios (Monjo y Maldonado, 2005), Bottaro y Delgado (2008) en las cuales se definen las lesiones que se pueden presentar en las fachadas, las posibles causas, fichas para recoger información y los factores a tomar en cuenta en el estudio de lesiones, análisis del proceso para llegar a un diagnóstico del estado de conservación de las fachadas.

Bellmunt y Paricio (2000) define y agrupa las lesiones en la fachada en: fisuras y grietas, desprendimientos, manchas y eflorescencias y degradación del material. Monjo (2000) agrega a estos grupos: la humedad, suciedad, oxidación y corrosión, organismos y erosiones. Aunque el tipo de lesión o síntoma que aparece en la fachada esta clasificada por cada uno en un grupo diferente. En este sentido, Villanueva (2003) ofrece unas fichas de toma de datos, diseñadas de forma sistemática, en donde describe cada una de las patologías, explicando su aspecto, causas y remedios. Así como especifica los medios para el diagnostico de las lesiones observadas y análisis posteriores de laboratorio.

Rodríguez (2003) realiza un estudio sobre los morteros de revestimiento de la Iglesia de San Francisco en Valencia, Venezuela,, para “determinar los acabados primitivos, los ensayos para fijar los materiales, las dosificaciones y el procedimiento a emplear” (p.9). En este mismo estudio con la finalidad de determinar el estado de deterioro de los morteros, realiza una descripción de las patologías que se deben observar en los revestimientos, entre las que se encuentran: la pérdida de adherencia, pérdida de cohesión y los cuadros fisurativos.

Para la determinación e inspección de patologías se requiere de un proceso metódico, al respecto Barahona (2000) y Bellmunt y Paricio (2000) recomiendan seguir ciertos pasos para la toma de datos así como el uso las fichas de reconocimiento, herramientas y equipos.

3. LA FACHADA Y SU REVESTIMIENTO

En un inmueble, se entiende por fachada la proyección vertical de la planta de una edificación, ésta guarda una relación con el edificio, distinguiéndose diferentes situaciones según Bellmunt y Paricio (2000), definidas como: “(a) La fachada es una pared de un sistema estructural de muros de carga, y (b) La fachada es un elemento independiente de la estructura y solo ejerce la función de cerramiento.” (p.12-13) Las fachadas están constituidas por: paramento, aberturas, elementos salientes y elementos singulares. El paramento a su vez lo constituye la parte ciega o maciza de la fachada y el revestimiento.

Las fachadas pueden tener diferentes tipos de revestimiento (Bellmunt y Paricio, 2000), el paramento propiamente dicho en obra limpia a la vista por ejemplo de piedra, ladrillo, tierra, bloque, o el paramento revestido de manera continua con morteros o por elementos como cerámica, piedra, u otros elementos prefabricados, denominado revestimiento discontinuo. El que se emplea con mayor frecuencia en las construcción des de tierra es el revestimiento continuo.

3.1 Factores de degradación de las fachadas.

La degradación de las fachadas esta causada básicamente por falta de mantenimiento, errores en la fase de proyecto y ejecución y la agresividad del medio ambiente (Bellmunt y Paricio, 2000); lo que implica en su intervención operaciones como: “limpiar, reparar, proteger e incluso mejorar”. De esta manera, acondicionar una fachada “ha llegado a ser una exigencia de la misma sociedad que opta por la conservación, mejora y seguridad viaria” (p.12).

Según lo considerado en el test de mantenimiento del Consejo General de Arquitectura Técnica (2000), tomando en cuenta la necesidad o no de intervención de la fachada y el tipo de lesiones, cataloga el estado de la fachada en buen estado aparente, leve, grave y muy grave, si presenta las siguientes condiciones:

1. Buen estado aparente: sin necesidad de intervención, no se detectan ni se conocen problemas y no se aprecian humedades
2. Lesiones leves: necesidad de limpieza ligera y superficial del revestimiento, presenta microfisuras y fisuras que requieren una reparación superficial o puntual, el soporte está en buen estado o requiere poca reparación, requiere una limpieza general, presenta humedad puntual
3. Lesiones graves: requiere una limpieza intensa, el soporte requiere reparación, la humedad es notable y generalizada, presenta erosión superficial del mortero (disgregación)
4. Lesiones muy graves: la fachada presenta desprendimiento generalizado del revestimiento, es necesario realizar la sustitución del revestimiento, existen problemas graves de humedad.

Es por esto que, dependiendo del tipo y frecuencia de lesiones presentes en la fachada, y la necesidad de reparación de las mismas para cumplir nuevamente con su función, se puede definir el tipo de lesión. Sin embargo, existe otra visión sobre la presencia de las lesiones en las fachadas, como lo hace ver Bellmunt y Paricio (2000) cuando afirma: “los elementos de las fachadas pueden manifestar lesiones que, además, comportan riesgo de ocasionar daños a personas o cosas.”(p.40). De esta manera los clasifica según el grado de riesgo: en primer grado, no peligroso, solo afecta el aspecto estético; de segundo grado, es preciso tomar medidas para garantizar la durabilidad; y de tercer grado, resulta peligroso y la destrucción de los materiales es posible a corto o mediano plazo)

3.2 Lesiones en los revestimientos de fachada:

Tomando en cuenta lo abordado por Monjo (2000), Bellmunt y Paricio (2000) y Bottaro (2007) y para los efectos del presente estudio enfocado hacia la identificación de lesiones en las fachadas, sobre todo haciendo resaltar el del revestimiento, las lesiones quedan agrupadas y definidas por su aspecto como se explica a continuación (tabla 1):

3.2.1 Defecto de superficie

- a. Eflorescencia
- b. Suciedad
- c. Grasa
- d. Humedad (general o parcial)
- e. Graffiti

f. Biodeterioro, Rayones

3.2.2 Defecto del material

- a. Erosiones
- b. Disgregaciones (arenización)
- c. Picaduras

3.2.3 Desprendimiento (general o parcial)

3.2.4 Grietas, fisura y microfisuras

Tabla 1 – Agrupación de las lesiones presentes en los revestimientos de fachada

Defectos de superficie	Defecto del Material
Suciedad, Grasa, Graffiti, Rayones *	Erosiones, Picaduras *
Eflorescencias, Humedad parcial, Biodeterioro **	Disgregaciones (arenización) **
Humedad General ***	
Desprendimiento	Grieta *
Desprendimiento General **	Fisura *
Desprendimiento Parcial *	Microfisura *
* Lesión leve	** Lesión media
	*** Lesión grave.

4. MARCO METODOLÓGICO

En el presente estudio se realizó una investigación de tipo descriptiva, basada en el trabajo de campo sobre la realidad construida, específicamente sobre las fachadas de la arquitectura tradicional existente en la Mesa de los Indios, Mérida; efectuando estudios sistemáticos que permitieron obtener de manera metódica con la ayuda de un instrumento el levantamiento de la información pertinente a las lesiones presentes.

La población de la presente investigación está conformada por la totalidad de las edificaciones con sistemas constructivos tradicionales (73) determinadas por Bottaro (2007): subdividida en tres grupos: 16,43 % de adobe (12), 23,28 % bahareque (17) y 60,27 % de tapia (44), que consisten en algunas edificaciones aisladas y otras que conforman la trama urbana (figura 1).



Figura 1 – Edificaciones tradicionales de Mesa de los Indios: tapia, adobe y bahareque

La investigación se desarrollo en 4 fases: diagnostico, toma de datos, análisis de resultados y las conclusiones.

4.1 Instrumentos y técnicas para la recolección de datos

La información necesaria para llevar a cabo el presente estudio, se consiguió a través de un instrumento denominado ficha de inspección visual de la fachada, que permitió recoger los datos necesarios para cumplir con los objetivos planteados, definidos como los síntomas más significativos en cuanto a las lesiones presentes observables a simple vista, complementados con recursos táctiles y sonoros, resultando así registradas las lesiones presentes en todas las fachadas de estudio (73).

4.1.1 Instrumento: Ficha de inspección visual de la fachada

A los individuos con sistemas constructivos tradicionales (un total de 73), que integran a la población de la Mesa de los Indios, se les aplicó el instrumento denominado: Ficha de Inspección visual, el cual consistió en una encuesta de 38 ítem, que identifica la presencia o no de los parámetros a evaluar, de los cuales la primera parte corresponde a datos particulares de identificación de la edificación como ubicación, código, elemento constructivo. A continuación la descripción constructiva: si es de tapia, adobe, bahareque, mixto u otro; y los restantes 29 ítems, de los cuales 14 ítems se refieren por una parte a los indicadores de lesiones presentes que se desean estudiar, los cuales se delimitan y fundamentan en los conocimientos, técnicas y conceptos básicos ya definidos con anterioridad; y por otra el registro fotográfico así como las mediciones realizadas en el sitio.

5. RESULTADOS ALCANZADOS

5.1 Lesiones que afectan a los revestimientos

Entre las lesiones presentes en los fachadas objeto de estudio, (figura 2) se puede destacar la presencia significativa de defecto de superficie, desprendimiento de la base y la presencia de fisuras. En donde las lesiones producidas por defecto del material son menores.

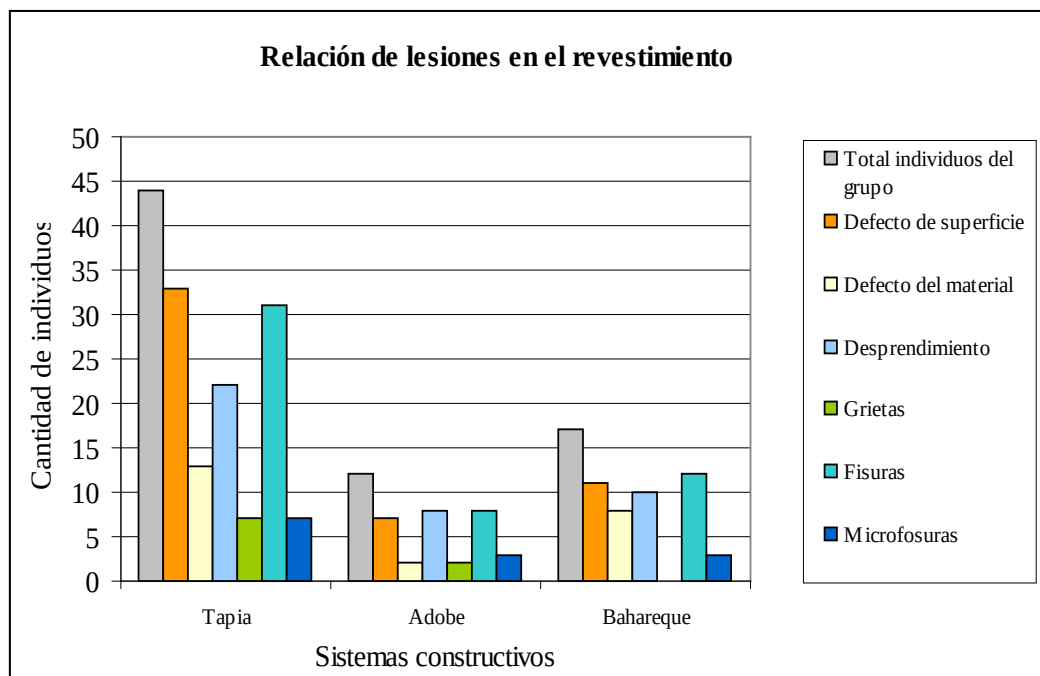


Figura 2 – Lesiones presentes en las fachadas en relación al sistema constructivo

Entre las lesiones por defecto de superficie como se muestra en la figura 3, las que se presentan con mayor incidencia son: la suciedad, el biodeterioro, los rayones y la humedad parcial en la fachada (figura 4). Siendo menos frecuente la eflorescencia, la humedad generalizada y los graffiti. No se evidencia en ninguno de los individuos presencia de grasa en el revestimiento.

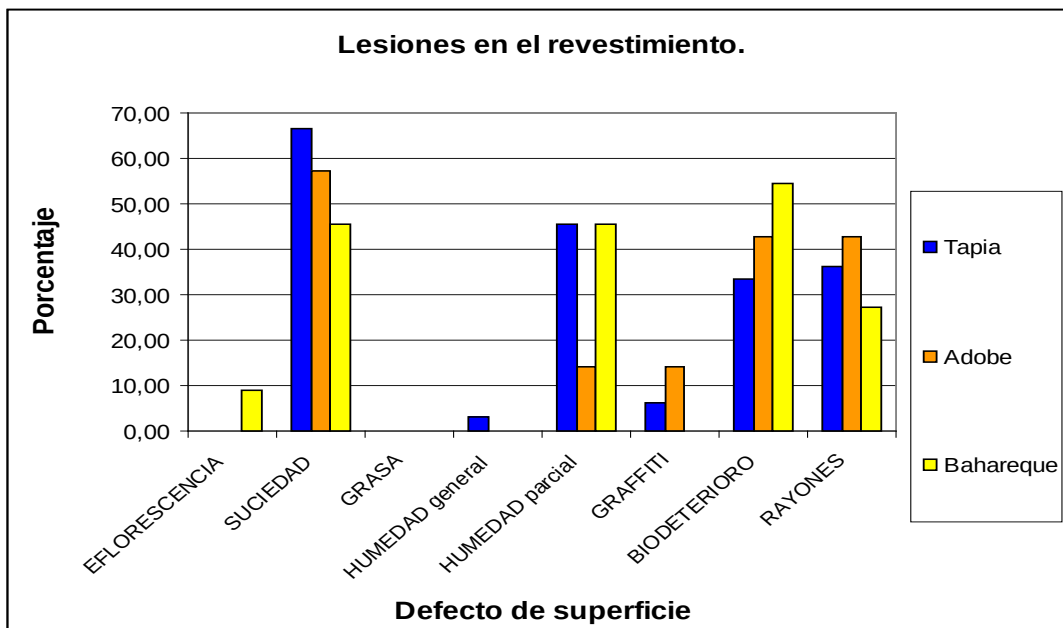


Figura 3 – Defectos de superficie en relación al sistema constructivo de la fachada



Figura 4 – Desprendimiento, eflorescencias y humedad localizada

Los defectos de material determinados por las erosiones en el revestimiento, la disgregación del mortero y las picaduras, como se puede observar en la Figura 5, solamente se presenta disgregación del mortero en dos de los revestimientos de la tapia, y un alto porcentaje de individuos con erosiones en el revestimiento del bahareque. Mientras que, en cuanto al desprendimiento del mortero de revestimiento del paramento, que esta directamente relacionado con la adherencia entre los dos materiales, existe una cantidad considerable de individuos en los tres sistemas constructivos con un desprendimiento parcial, y pocos casos con desprendimiento generalizado (figura 5).

La mayoría de las fachadas presentan algún tipo de lesión relacionada ya sea a defectos de superficie o del material, desprendimiento, grietas, fisuras o microfisuras, si además se toma en cuenta la incidencia de estas lesiones en la necesidad de intervención de la fachada a corto, mediano o largo plazo, se puede concluir que un gran porcentaje de las fachadas se encuentra en buen estado. Existe además una serie de edificaciones con humedad localizada en la base del paramento, biodeterioro como se muestra en la figura 4 pero que requieren reparaciones puntuales y medidas de diseño no emergentes.

Por consiguiente, se puede deducir que en la población de la Mesa de los Indios, existe un estado integral de conservación de las edificaciones con sistemas constructivos de tierra. Sin embargo, es necesario efectuarle a las fachadas: una limpieza ligera, reparaciones puntuales y superficiales. Y algunas unidades requieren de una reparación mayor, demandando incluso la sustitución del revestimiento en el caso específico de la disgregación presentada en dos fachadas de tapia y 2 de bahareque (figura 6).

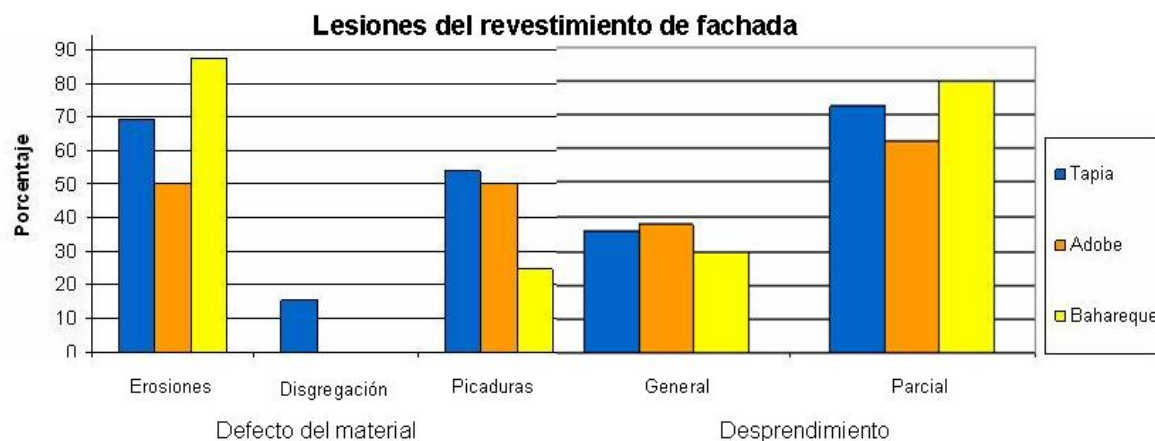


Figura 5 – Defectos del material y desprendimiento del revestimiento en relación al sistema constructivo de la fachada



Figura 6 – Casos de lesiones graves, con desprendimiento generalizado del revestimiento, fisuras y disgregación del material

5.2. Discusión de los resultados

Las fachadas estudiadas en su mayoría, sin importar el sistema constructivo, han sido catalogadas como buenas, ya que en su mayoría presentan lesiones leves, lo cual podría apuntar en amplios términos que la población en estudio, referida a las fachadas de las edificaciones con sistemas constructivos tradicionales se encuentra en un buen estado de conservación.

Entre las lesiones presentes en las fachadas objeto de estudio comprenden la presencia significativa de defecto de superficie, desprendimiento parcial del revestimiento de la base y la presencia de fisuras, siendo menores las lesiones producidas por defecto del material.

Los revestimientos que presentan desprendimiento parcial o total, se debe en su mayoría por la presencia de cemento como material constitutivo del mortero, lo que hace que pierda adherencia con el tiempo, debido a su rigidez, proceso de evaporación del agua e incompatibilidad con el paramento de sistemas constructivos de tierra.

6. RECOMENDACIONES

- En la mayoría de las lesiones observadas, se puede determinar que algunas de ellas aparecen por falta de mantenimiento, por deterioro de las cubiertas, las aceras perimetrales o las canales de agua de lluvia si existe, así como por la falta de detalles constructivos que protejan el revestimiento de las inclemencias del tiempo
- Por otra parte, para profundizar en el deterioro y las patologías presentes en el patrimonio edificado y conocer los cambios estructurales de estos materiales, se requieren estudios específicos que se insertan en el campo de la física y química para analizar la degradación, formación y transformación en el tiempo de los materiales constituyentes, y así permitir evaluar el estado de conservación o deterioro.
- El estudio que se llevó a cabo, indica que los instrumentos utilizados arrojan resultados acertados para alcanzar los objetivos planteados. Sin embargo, sería recomendable, realizar

una matriz de datos que relacione los resultados de las lesiones obtenidas en cada una de las fachadas, para relacionarla con una investigación que abarque la caracterización de los morteros de revestimiento, y así poder obtener mayor información sobre la incidencia de los componentes del mortero en las patologías presentes.

- Con la recuperación de los revestimientos tradicionales y frente al problema de la conservación de una fachada, se podrá optar posiblemente a la solución adecuada, ya que el conocer los materiales que componen los morteros permitirá determinar las causas de deterioro que presentan y los materiales adecuados para realizar nuevos morteros.
- En la población de la Mesa de los Indios, esta presente la tradición de construir con tierra, con mano de obra disponible (hombres con edades comprendidas entre 50 y 80 años), y una visión de preservar estas edificaciones para su uso en la vida cotidiana, por lo que es importante realizar algunos cursos de transferencia de estos conocimientos a las nuevas generaciones, así como para el mejoramiento de algunos aspectos de la técnica, sobre todo referidos al diseño de detalles constructivos.

BIBLIOGRAFÍA

- BARAHONA RODRÍGUEZ, C. (2000). *Técnicas para revestir fachadas*. Madrid: Munilla-Lería.
- BELLMUNT I RIVAS, R.; PARICIO I CASADMUNT, A. (2000). *Reconocimiento, diagnosis e intervención en fachadas*. Barcelona: ITEC.
- BOTTARO, D. (2007) *Caracterización y estado de conservación de morteros de revestimientos tradicionales en las fachadas exteriores del patrimonio modesto: Mesa de los Indios, Ejido Mérida*. Trabajo de grado de maestría no publicado, Universidad Experimental Francisco de Miranda, Coro.
- BOTTARO, D.; DELGADO, J. (2008). Evaluación cualitativa del estado de conservación de las fachadas de las edificaciones con sistemas constructivos tradicionales de tierra. En: 1er. Encuentro Nacional de Investigación en Arquitectura, Diseño y Urbanismo. Maracaibo: FAD-LUZ.
- CONSEJO GENERAL DE LA ARQUITECTURA TÉCNICA (2000). Test Mantenimiento. Aplicación para elaborar dictámenes técnicos a nivel de pre-diagnosis y sus correspondientes Manuales de Uso y Mantenimiento. [CD] .Disponible: Servicio de rehabilitación y medio ambiente del Colegio de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Barcelona.
- FLORES, V. (1999) *Estudio, Caracterización y restauración de materiales cerámicos*. Sevilla: Instituto de Ciencias de la Construcción.
- GONZÁLEZ BATISTA, C. (2000) *Ensayos de Coro*. Caracas: Fundación Juan José Aguerrevere.
- MONJO, J. (2000) *Patología de cerramientos y acabados arquitectónicos*. Madrid: Editorial Munilla-Lería.
- MONJO, J.; MALDONADO, L. (2005). *Manual de Inspección Técnica de Edificios*. Madrid: Editorial Munilla-Lería.
- POSANI, J. (1999). *Lineamientos de Política de Conservación*. Caracas: IPC.
- PRADO, A.; GUERRA, M. (1962). Revestimientos continuos conglomerados. Manuales y normas. Madrid: IETcc.
- RODRÍGUEZ, F. (2003). Estudio de los acabados de superficie para la restauración de la Torre Campanario de la Iglesia de San Francisco en Valencia, estado Carabobo. *Tecnología y Construcción*, 19(1), 9-19.
- VILLANUEVA, L. de (1999) Patología de guarnecidos y revocos. En: *Patología y técnicas de intervención. Fachadas y cubiertas*. Tomo 4 (pp. 273-290). Tratado de rehabilitación. Madrid: Munilla-Lería.
- VILLANUEVA, L. de (2003) Inspección de fachadas de revestimientos continuos. En: *Inspección técnica de edificios*. Madrid: COAM.

AUTOR

Delia Bottaro Steiner. Arquitecto (ULA), magíster en Preservación de Edificaciones Históricas. (UNEFM). Candidato a doctor ETSAM-UPM. Prof. Agregado de construcción e inspección de obras, Dpto. Tecnología de la Construcción, investigador adscrito al CINVIV. de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad de Los Andes Mérida, Venezuela.



EL ADINTELADO EN LOS MUROS DE LA VIVIENDA DE TIERRA EN EL NOROESTE ARGENTINO. PATOLOGÍAS Y PROPUESTAS RESOLUTIVAS

Josefina del Huerto Charla¹, Rodolfo Rotondaro²

Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires.
Ciudad Universitaria, Pabellón III, 4º piso, IAA – Int. Güiraldes s/n– (1428) Ciudad de Buenos Aires.
Tel.: (54 11) 457896270
(1) josefinachaila@gmail.com (2) rotondarq@telecentro.com.ar

Palabras clave: dinteles, vivienda de tierra, Noroeste argentino

RESUMEN

En este trabajo se presentan resultados de investigación del proyecto “Diseño y construcción experimental de sistemas constructivos alternativos para muros con tecnología de tierra para la vivienda de interés social. Región del Noroeste Argentino (NOA)”, realizado en el Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra (CRIATiC-FAU-UNT) en la ciudad de S. M. de Tucumán. El principal objetivo de esta investigación es estudiar y proponer mejoras en los materiales y las técnicas empleados en el adintelado de las viviendas construidas con tierra en el NOA. Asimismo se propone dar a conocer la vigencia y las posibilidades de obtener mejoras en las construcciones de tierra en el área de estudio. La situación del hábitat construido en el NOA nos lleva a buscar propuestas de mejoramiento habitacional, entre otras, desde la tecnología constructiva. En este sentido el trabajo elaboró un diagnóstico de situación a partir del análisis de casos registrados en campo y pertenecientes a distintos lugares y tipos de viviendas construidas con tierra cruda en el área de estudio. A partir de este registro se observó una variedad resolutive de dinteles y la patología constructiva derivada de su deficiente ejecución así como también de la incompatibilidad de materiales. Se describen aspectos técnico-constructivos de adintelados en muros construidos con sistemas populares tradicionales de adobes, tapiales y quinchas; sistemas populares tradicionales mejorados y sistemas alternativos resultantes de investigaciones tecnológicas. Se analizan los materiales que conforman los dinteles, la mano de obra, las lesiones constructivas frecuentes evidentes e indirectas, la proyección de las lesiones, y la posibilidad de recuperar técnicas tradicionales olvidadas o de innovar. Finalmente, a partir de los trabajos de campo, se elaboraron propuestas constructivas acordes a la localización geográfica y al contexto socio-cultural y de producción de obra.

1. INTRODUCCIÓN

Se expone a continuación tareas realizadas en el marco de la investigación, “Diseño y construcción experimental de sistemas constructivos alternativos para muros con tecnología de tierra para la vivienda de interés social. Región del Noroeste Argentino (NOA)”.

Dentro del amplio espectro de esta investigación, se contemplan los adintelados como puntos de conflicto y disparidad resolutive en construcciones con muros de tierra del ámbito de estudio.

Los rasgos geomorfológicos del NOA (Noroeste argentino) condicionan el modo de vida de sus habitantes, quienes a través del tiempo fueron conformando sus asentamientos de acuerdo a las posibilidades que el mismo medio ofrecía.

Construir con tierra en esta región fue y continúa siendo una posibilidad que, según los microclimas de los distintos enclaves poblacionales, adquiere distintas características en cuanto a la tecnología de construcción con tierra empleada y a la morfología de la vivienda misma.

Los antecedentes de la vivienda de tierra en el NOA muestran una vivienda compacta con muros de gran espesor de piedra rellenos con tierra o de adobes de grandes dimensiones

con escasas y pequeñas aberturas. Paulatinamente la vida de los pobladores se hace mas extrovertida y las viviendas se abren al exterior agregando vanos de mayor dimensión.

Es en este punto donde nos detenemos en esta presentación y seleccionamos casos de viviendas con paramentos de distintas técnicas de construcción con tierra, cuyas aberturas se resolvieron con dinteles de madera, hormigón o juntas reforzadas.

Se analizan rasgos técnico constructivos y se pretende brindar un aporte, que desde el aspecto técnico pueda contribuir en pro del mejoramiento habitacional de los pobladores de tan rica y postergada región.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación abarca tareas de gabinete, de laboratorio y de campo. En esta ocasión se presentan resultados obtenidos de trabajo de campo, este se basó en la localización, relevamiento y registro de construcciones con tierra cruda en el Noroeste Argentino.

Debido a la extensión de la zona de estudio, el relevamiento, se organizó en 3 extensos itinerarios que parten de San Miguel de Tucumán y que a su vez abarcan recorridos menores:

- Recorrido Norte 1: por ruta nacional nº 9, abarcando localidades de las provincias de Tucumán, Salta y Jujuy.
- Recorrido Norte 2: iniciando el viaje hacia el Sur por ruta nacional 38 para retomar hacia el Oeste la ruta provincial 307 y se comienza a recorrer los Valles Calchaquíes en la provincia de Tucumán y luego por la ruta nacional nº 40 los Valles Calchaquíes en la provincia de Salta.
- Recorrido Suroeste: por ruta nacional 38 pasando por localidades del sur de la provincia de Tucumán hasta la provincia de Catamarca y provincia de La Rioja recorriendo desde la capital de cada una de estas provincias hacia el Oeste, hasta Fiambalá en la primera y Chilecito en la segunda.

Se registró las coordenadas de localización y se volcó las mismas con GIS (Arc View). Posteriormente se relevó las construcciones y se catalogó aquellas que se consideraron destacadas de acuerdo a distintos parámetros (antigüedad, calidad o técnica constructiva, conservación, deterioro, patologías, etc.).

En esta presentación se reduce la información registrada a los dinteles debido a la evidente variedad resolutive en un mismo sistema constructivo y al gran número de daños y patologías constructivas relevadas.

3. DESARROLLO

3.1. Ámbito de estudio

La investigación se enmarca en la unidad geográfica del Noroeste Argentino – NOA. Esta región concebida así por similitudes morfológicas y climáticas, abarca las provincias de Jujuy, Salta, Tucumán y Catamarca¹ y esta constituida por tres bloques geográficos formales: la Puna, la Cordillera Oriental y las Sierras Subandinas. (figura 1)

Posee clima árido de alta montaña con bioma, semidesértico y subtropical serrano con bioma del bosque subtropical.

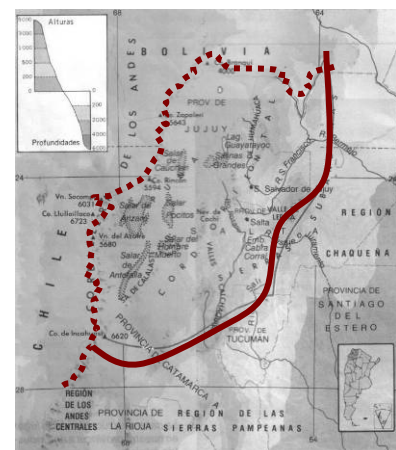


Figura 1- Noroeste Argentino

3.2. Vivienda tradicional en el NOA. Generalidades constructivas

Los antiguos pobladores pertenecían a los grupos calchaquí y omaguaca, con gran influencia incaica (Lorenzini et al, 2005). Eran pueblos desarrollados que erigían sus asentamientos en valles intermontanos y zonas altas, recién a partir de la colonización se considera a las planicies como terreno propicio para asentar los poblados.

La vivienda refleja el contexto socio-cultural de una comunidad, sus costumbres y el funcionamiento de la familia que la habita.

Los principales materiales de construcción de los antiguos pobladores fueron la piedra y la tierra. Con el transcurrir del tiempo, la usurpación y fusión de culturas, la morfología de la vivienda y la manera de apropiación del suelo fue mutando hasta la vivienda que hoy podemos apreciar sólo en el ámbito rural con influencia de técnicas tradicionales y empleo de materiales autóctonos.

Las primeras construcciones estables se construyeron con muro doble de piedra relleno con tierra. Posteriormente, se utilizó la tierra en adobe y quincha; distinguiéndose en la sierra y la montaña los sistemas de mampostería de adobe y/o piedra, con muros de 0,40m-0,45m, macizos, con pocas aberturas, cumpliendo los requerimientos constructivos-estructurales y ambientales (Chaila y Sosa, 2006).

Hoy el poblador del ámbito rural, es quien mantiene en uso la forma tradicional de obtención de los materiales y producción del componente básico (adobe). Pero en un alto porcentaje el proceso constructivo tradicional sufrió adaptaciones dadas principalmente por los materiales de terminación y la incorporación de componentes constructivos de producción industrial.

Los muros de gran espesor y las escasas y reducidas aberturas de las viviendas tradicionales construidas con tierra permitían el aprovechamiento de las propiedades térmicas del material y de la capacidad portante del muro mismo (figura 2).



Figura 2 – Construcción tradicional de muros de adobes de gran espesor y pequeñas aberturas

Los dinteles se resolvían con rollizos de madera o secciones de madera aserrada. En algunos casos, cuando los vanos no poseían dimensiones considerables, los dinteles se resolvían de piedra o con los mismos adobes.

Con la incorporación del hormigón armado, como estructura portante y sismorresistente las aberturas aumentan sus dimensiones. Pero el mayor número de casos presenta una mala ejecución o mal empleo del hormigón por parte de los pobladores que, como autoconstructores lo incorporan sin tener los apropiados conocimientos (figura 3).

La ejecución de los dinteles se continuó haciendo de madera en el mayor número de casos (figura 4).

Las viviendas construidas en los últimos años ya presentan estructuras y dinteles de hormigón armado donde es evidente la intervención de profesionales en algunos ejemplos y en otros donde las lesiones en la zona de apoyo dintel-muro de tierra demuestran una mala ejecución.



Figura 3 - Estructura sismorresistente de hormigón armado cumple la función de dintel



Figura 4 – Dintel de madera (doble sección que abarca el espesor del muro)

3.3- Registro

El Noroeste argentino recibió escasos aportes de migración europea y la emigración no fue tan pronunciada como en otras regiones de la Argentina (Lorenzini et al, 2005). Estas circunstancias consolidaron una fuerte personalidad regional que se evidencia en las construcciones de tierra, las cuales a pesar de haber sufrido diversas e inevitables alteraciones, mantienen rasgos que otorgan identidad a toda la región.

A lo largo de los distintos itinerarios por el ámbito de estudio, se procede a la localización de construcciones de tierra, al relevamiento y sistematización de los datos en fichas técnicas de cada caso.

Se recorrió numerosas localidades de las distintas provincias que conforman la región, correspondiendo a los poblados de los valles calchaquíes de Tucumán y Salta, el mayor número de registros de construcción de viviendas de tierra que presentan mejor ejecución y estado de mantenimiento y conservación aceptables. También se destacan los registros llevados a cabo en la zona Sur y Este de la provincia de Catamarca.

Se observaron y registraron distintos tipos de resolución de dinteles en muros de adobe con diferentes agregados, en muros de bloques de suelo cemento (figuras 5 y 6) y en menor grado de tapial, en el caso de la quincha, los vanos coinciden con el entramado de la estructura primaria.



Figura 5 – Distintos casos registrados: A- muro adobón-dintel triple rollizo; B- muro BSC- dintel de junta reforzada 2Φ8; C- muro adobe-dintel de hormigón armado

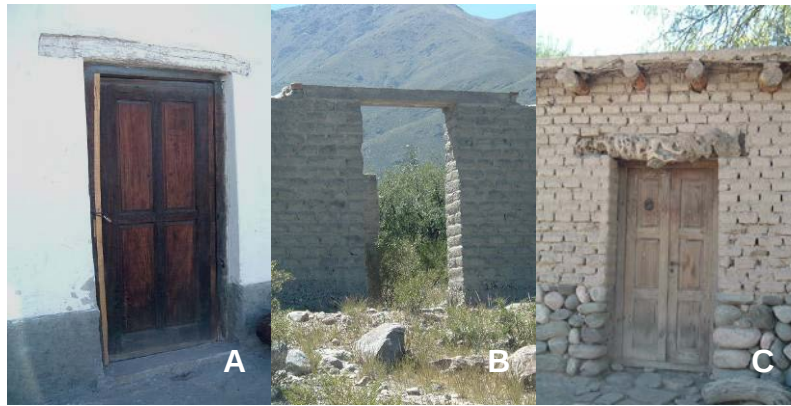


Figura 6 – Distintos casos registrados: A- muro adobe-dintel madera (sección rect. doble); B- muro adobe con ceniza-dintel hormigón armado; C- muro adobe-dintel madera (rollizo tallado)

Dentro del registro de viviendas, fueron excepción los casos de dinteles curvos, estos se encuentran como elemento de la arquitectura religiosa del altiplano y Valles Calchaquíes.

Con las fichas técnicas de los casos, se sintetiza la información en cuadros de casos por localidades.

En los cuadros de síntesis (cuadro1), se vuelca en números el total de registros por localidad y se selecciona aquellos en los que puede realizarse una evaluación cualitativa por simple observación. Se considera la función del caso registrado y se valora de muy bueno a malo el mantenimiento y el estado de conservación de cada caso. Se indica el sistema de muro empleado, adobe, quincha, tapial o bloque de suelo cemento. Hasta aquí se enunciaron características generales del registro, luego se muestra el caso con una imagen y se analiza los dinteles.

Para los dinteles se selecciona dentro de los 3 materiales mas empleados para su resolución, madera, hormigón armado, junta reforzada y se considera una cuarta opción donde entran otras posibilidades de resolución del dintel, como ladrillos cerámicos comunes, cañas, etc. Dentro de los aspectos considerados para el análisis de los dinteles de cada caso registrado, se contempla las lesiones en las zonas del vano, es decir aquellas producidas por el dintel en el muro y las lesiones en el dintel mismo, también los defectos de construcción derivados de problemas de ejecución o de materiales.

En las observaciones se considera rasgos técnico constructivos destacados.

4. CONCLUSIONES

Los trabajos hasta aquí desarrollados arrojan los siguientes resultados:

- a) El mayor número de casos registrados tiene sus muros contruidos con adobe y los dinteles están resueltos con madera, ya sea en rollizo o aserradas.
- b) Las construcciones recientes cuentan con estructura sismorresistente de hormigón armado, el adobe es material de cerramiento y los dinteles en algunos casos continúan siendo de madera de algarrobo o rollizos de eucaliptos.
- c) Se registró casos de viviendas donde se revisten los dinteles de hormigón para dar una estética mas acorde con el entorno y mantener la armonía entre materiales.
- d) Hay numerosas ofertas de innovación tecnológica y variantes alternativas de construcción de dinteles, la más difundida es la ejecución de juntas reforzadas igual que en el ladrillo macizo común, es decir empleando hierros y material sin cal.

Entre las patologías constructivas prevalecen:

- a) Lesiones producidas por mala ejecución de los dinteles debidas a la escasa longitud respecto al vano y a su sección deficiente.
- b) Diferencias de desgaste superficial entre el muro de adobe sin revoque y los dinteles de hormigón.

Cuadro 1- Ejemplo de CUADRO DE SÍNTESIS que se realizó para localidades de Salta, Jujuy, Tucumán y Catamarca. Algunas de ellas: Tafí del Valle, Aimogasta, Angastaco, San Carlos, Fiambalá, Los Zazos, Alemania, Molinos, etc. y en este caso se muestra parcialmente el cuadro correspondiente a Ampimpa².

Localización	Total de registros	Funcion	Mantenimiento				Conservacion				Muros				Dinteles				Daños Lesiones	Obsevaciones
	Selección de registros		MB	B	R	M	MB	B	R	M	AD	QU	TA	BS	Mad	HºA	Ref	Otro		
Ampimpa	1	vivienda																	Viv y frigor = prop, const de 6 años aprox, no se evidencian	La vivienda cuenta con estruc sismoresistente de Hº Aº, los dinteles forman parte de la misma.
	2	frigorifico (nuevo)																	daños en dinteles o provocados por ellos	Se construyeron algunos dinteles de Hormigon armado y otros con junta reforzada con 2 Φ del 8.
	3	vivienda																	Dinteles sin daños y muros s/ lesiones por dinteles.	Rasgos tradicionales de la const con tierra. Pequeñas aberturas con dinteles de adobe.
	4	vivienda (construc interrump)																	Contrafuertes en las bases del arco evitaron daños	Dintel curvo de adobes a compresión, con juntas reforz y contrafuertes de Hº en bases del arco.
	5	vivienda																	Diferente resist superficial: adobe dintel. Desb-despren.	
	6	vivienda																	Mala ejecucion	Se abrio vanos y agregó estructura de Hº Aº y dinteles con posterioridad
	7	vivienda (en const)																	Desboronamient o en area de apoyo dintel Hº- adobe.	Dinteles de Hº premoldeados y colocados a medida que avanza la obra. Exceso de ceniza en adobes.

BIBLIOGRAFIA

CHAILA, J., SOSA, M. (2006). La vivienda tradicional en la provincia de Tucumán. Arquitectura y tecnología. En: Congreso de Vivienda Rural. Chubut. (Argentina).CD ROM.

LORENZINI, H., REY BALMACEDA, R., ECHEVERRÍA J. (2005) Geografía de la Argentina. Edición actualizada. AZ Editora. Buenos Aires. (Argentina).

NOTAS

1- La división de las regiones geográficas abarca distintas provincias según sean los parámetros adoptados por distintos geógrafos, investigadores, entes gubernamentales y políticas socio-económicas. Algunos consideran a la provincia de Santiago del Estero como parte del NOA y otras divisiones incluyen a La Rioja. En nuestro caso de estudio se considera una división que contempla factores climáticos y de relieve según Lorenzini, Balmaceda y Echeverría.

2- Leyendas del cuadro:

El estado de mantenimiento y la conservación se evalúan como:

MB: muy bueno

B: bueno

R: regular

M: malo

Los muros se describen de acuerdo al componente básico con el que están contruidos:

AD: adobe

QU: quinchá

TA: tapial

BS: bloques de suelo cemento

Los dinteles se describen de acuerdo al material:

Mad: madera

H^oA: Hormigón Armado

Ref: reforzados, hace referencia a los dinteles con junta reforzada con hierros

Otro: dinteles resueltos con ladrillo común y junta reforzada-arcos de adobe-cañas y propuestas alternativas de carácter experimental.

AUTORES

Josefina Chaila, arquitecta FAU-UNT. Investigadora del Programa ARCONTI, en la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires. Realiza su labor desde el año 2001 en torno a la vivienda y la tecnología de construcción con tierra en la región del Noroeste argentino. Es doctoranda en la Universidad de Mendoza.

Rodolfo Rotondaro, arquitecto, Máster CRATerre/UPAG. Investigador del CONICET y Profesor en la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires. Trabaja desde 1986 en temas vinculados al hábitat social, la vivienda, la tecnología y el patrimonio. Es CoDirector de "terrabaires" y miembro de la Red PROTERRA.



AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO DE CONSTRUÇÕES DE BLOCOS DE TERRA COMPRIMIDA TIPO MATTONE

Normando P. Barbosa¹, Soênia M. Timóteo², Roberto Mattone³, Gloria Pasero³

¹ Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, Brasil
Tel: (55 83) 3216 7310, nperazzob@yahoo.com.br

² Centro Federal de Educação Tecnológica – CEFET – Juazeiro do Norte, CE, Brasil
soenia.marques@gmail.com

³ Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino, Torino, Italia,
Tel: 39 034 7873 9214, roberto.mattone@polito.it pasero@polito.it

Palavras-chave: avaliação pós-ocupação, bloco de terra comprimida, bloco Mattone

RESUMO

No século XX, a construção com terra, na Região Nordeste do Brasil, foi praticamente abandonada pelas classes mais ricas. No entanto, ela continuou a ser utilizada pelas populações de poucos recursos. Estas últimas têm enormes dificuldades de transmitir conhecimentos e pode-se considerar que a construção com terra naquela região constitui-se em uma tecnologia perdida. Desta forma, as habitações de terra ali existentes apresentam péssimo aspecto estético e baixa durabilidade. Isto teve como consequência que a terra crua passou a ser associada à pobreza. Assim empreendimentos em que se quer utilizar a terra encontram resistência dos órgãos governamentais e até da própria população. Nos anos 90 o Politecnico di Torino e a Universidade Federal da Paraíba desenvolveram uma experiência em uma comunidade muito pobre no interior do Estado. Foram construídos um centro comunitário e mais de trinta casas utilizando-se principalmente os tijolos prensados de terra crua. Este trabalho apresenta uma avaliação do estado das construções no momento atual. Indicam-se as patologias ora existentes. Apresenta-se também o tipo de bloco utilizado, e um resumo da tecnologia empregada. Os resultados da avaliação mostram que o material em si apresenta durabilidade mais que adequada, e as patologias existentes nas habitações se devem, sobretudo, a absoluta falta de manutenção das populações que nelas habitam.

1. INTRODUÇÃO

Se os tijolos de adobes são uma tradição milenar, o mesmo não se pode dizer dos tijolos prensados de terra crua. Estes representam uma forma “moderna” de aplicação da terra que nasceu nos anos 50 do século XX com o desenvolvimento da primeira prensa manual pelo pesquisador colombiano G. Ramires, a conhecida CINVA-RAM. A partir delas, muitas outras prensas foram aparecendo no mercado.

No Politecnico di Torino, o Prof. Roberto Mattone adaptou uma prensa manual de forma a dar uma interessante forma aos blocos, com um sistema de encaixes que permite uma conexão entre eles, dando grande rigidez às alvenarias. Na execução das paredes, utiliza-se uma argamassa fluida, feita com a própria terra peneirada e um pouco de estabilizante, resultando em uma espessura de junta da ordem de 3 mm a 5 mm. Na figura 1 vê-se o bloco e seu assentamento.

Os blocos Mattone e muros com eles executados foram exaustivamente estudados no Politecnico di Torino e na Universidade Federal da Paraíba [Barbosa e Mattone, 1996].

Nos anos noventa, através da Igreja Católica, foi viabilizada a construção de um Centro Comunitário em uma favela chamada Cuba de Baixo, no município de Sapé, PB. Tratava-se de uma comunidade paupérrima, que na época não dispunha sequer de água encanada e a quase totalidade das casas era de terra, no sistema conhecido localmente como taipa (entramado de galhos e pedaços de madeira preenchidos com terra), sem o mínimo de tecnologia. Na figura 2 pode-se ver o aspecto das casas típicas encontradas no local.



Figura 1 – Blocos Mattone e execução de alvenaria



Figura 2 – Casas típicas da Favela Cuba de Baixo, nos anos noventa

Não foi fácil convencer à população local da possibilidade de executar com a terra construções de qualidade. Mas, após uma formação sobre a fabricação dos tijolos, outra sobre o método construtivo e, ao se ver materializada a primeira obra (figura 3), os blocos Mattone passaram a ser aceitos e despertaram o interesse de muitos moradores da favela de substituir suas precárias construções por outras com os tijolos prensados de terra crua. Foi, então, empreendido pela Universidade Federal da Paraíba, com apoio do Banco do Nordeste e Programa FINEP-Habitare, um projeto de extensão universitária, visando melhorar as condições de habitação na favela. Mais de trinta casas de terra foram então construídas, ao longo de alguns anos, empregando-se mão de obra local. Na figura 3, pode-se observar casas típicas construídas com os blocos Mattone.



Figura 3 – Casas típicas feitas com os blocos de terra comprimida, na Favela Cuba de Baixo

Em virtude de, na Região Nordeste do Brasil, a construção com terra estar associada à pobreza, pelos óbvios motivos que se vêem na Figura 2, questionamentos são feitos quando se deseja construir casas com esse material. Uma das principais desconfiças diz respeito à durabilidade das edificações. O objetivo deste trabalho é de contribuir para a compreensão do desempenho das casas populares construídas com os blocos Mattone. Antes, porém, de se apresentar as patologias encontradas nas unidades habitacionais, convém descrever sumariamente o sistema construtivo empregado.

2. O SISTEMA CONSTRUTIVO

O método construtivo de casas populares pode ser resumido na figura 4. Note-se que a primeira fiada é feita em concreto, de forma a proteger a base da parede, quando se lava ou se varre a casa, além de cortar o fluxo de água que possa subir por capilaridade. Sobre essa cinta de concreto, o assentamento dos tijolos é feito com argamassa de cimento e areia. Nas demais fiadas, como já citado, a argamassa feita pela própria terra peneirada com aproximadamente 5% de cal e 5% de cimento em massa. Essa argamassa deve ser aplicada bem fluida, e funciona como uma cola, unindo bem os blocos. Isto faz com que a espessura de junta seja da ordem de 3 mm a 5 mm. A argamassa fluida pode escorrer nos tijolos e é importante a limpeza da parede enquanto se a está construindo, caso se deseje deixar a alvenaria aparente. No topo de todas as paredes, mesmo internas, corre uma cinta de concreto armado. Sobre os vãos de portas e janelas, é conveniente reforçar os ferros da cinta.

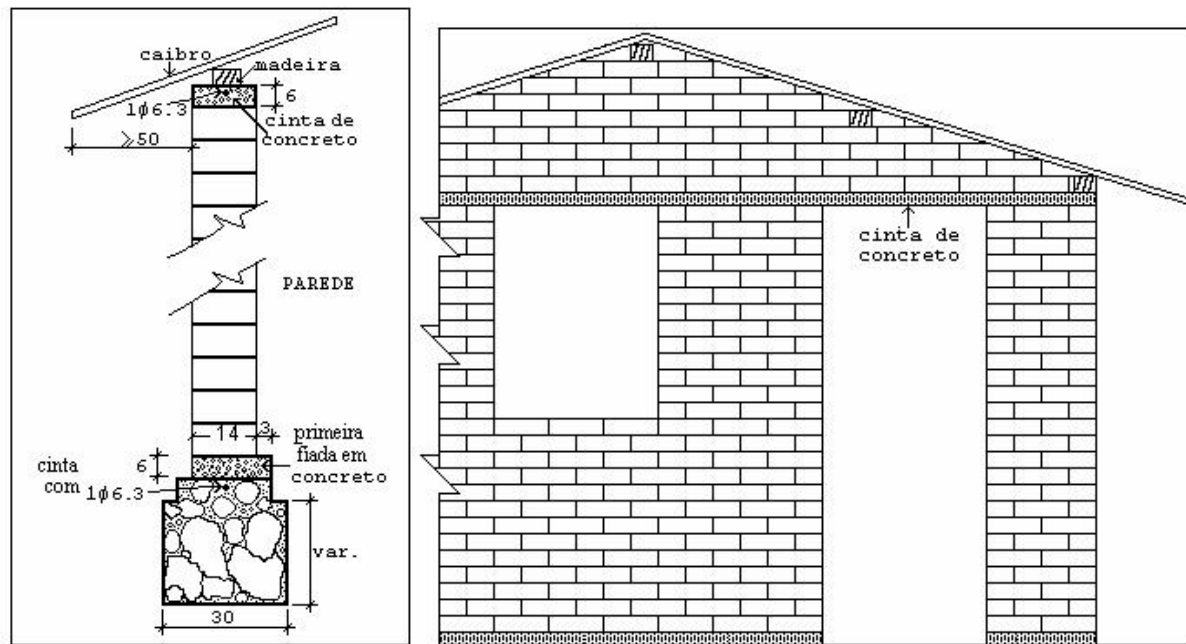


Figura 4 – Esquema do sistema construtivo (Barbosa, 1996)

3. PATOLOGIAS ENCONTRADAS E SUA ANÁLISE

O primeiro prédio executado, o Centro Comunitário, encontra-se em muito bom estado. Na Figura 5 têm-se fotografias feitas na época da construção e 12 anos após. Na parte inferior, vê-se o aspecto interno atual.



Figura 5 – Vista externa do Centro Comunitário recém construido e doze anos depois (em cima) e aspecto interno atual (em baixo)

Nessa construção, as únicas patologias encontradas foram fissuras no canto inferior de algumas janelas, como se vê na figura 6.



Figura 6 – Fissura em canto de janela encontrada no Centro Comunitário

Apenas uma dessas fissuras tem uma abertura bem visível. Pequenas acomodações de terreno são responsáveis por isto. Convém lembrar que no trecho onde ela surgiu, antes existia uma fossa que foi aterrada. Isto ocorreu em outros terrenos onde foram construídas casas. O aterramento da fossa não foi bem feito. A execução de uma contra verga minimizaria o problema.

Em duas casas uma patologia encontrada foi fissura acompanhando os tijolos, como se vê na figura 7. Trata-se de área de banheiro, cujas instalações hidráulicas foram feitas posteriormente à construção. O piso do local estava completamente fraturado, permitindo infiltrações em larga escala. Isto fez com que a água, procurando caminhos para sair, levasse consigo partículas de solo da base da parede, provocando acomodação das fundações e fissuras nas paredes.

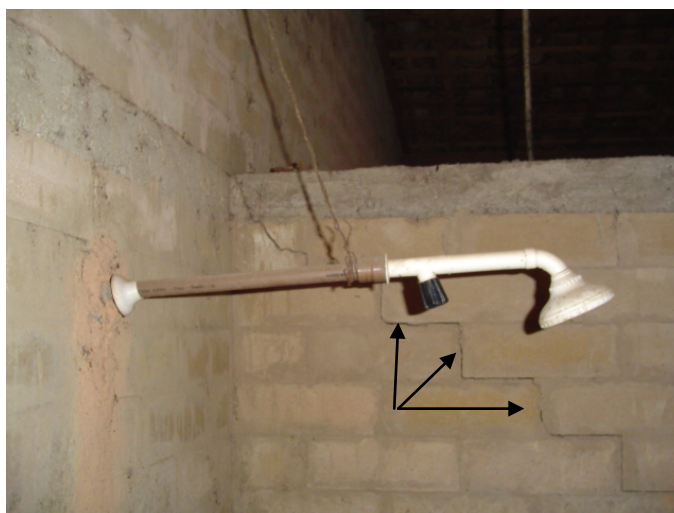


Figura 7 – Fissura na junta da alvenaria em um banheiro

Na figura 8 vê-se uma fissura vertical, causada pelo fato de a linha de madeira estar apoiada diretamente no tijolo. Ali deveria ter sido feito um berço de concreto para receber a peça. A linha, posta diretamente no tijolo às vezes não fica uniformemente apoiada forçando o bloco de terra. Apesar de o correto ser o apoio em uma peça de concreto sobre o tijolo, como se deve fazer também em alvenaria de blocos cerâmicos, esse fenômeno só aconteceu apenas pontualmente. A grande maioria das casas não apresentou esse problema. Note-se ainda o

a falta de cuidado dos moradores, incapazes de recolocar no local as telhas que se afastaram tanto pela ação do vento quanto pelo gatos que transitam nos telhados.



Figura 8 – Fissura causada pelo apoio direto da peça estrutural de madeira sobre o tijolo

Na figura 9, agora vêm-se fissuras provocadas pela flexibilidade da cinta de amarração sobre vãos de porta. Ali faltou o reforço localizado da peça de concreto armado que “amarra” toda a construção. A verga se deformou excessivamente causando o problema.



Figura 9 – Fissuras provocadas pela pouca rigidez da cinta sobre vãos de portas

Outro problema de utilização que se verificou foi o desgaste abrasivo em alguns locais, como se pode ver na figura 10. Ocorre que são pontos onde o pessoal da costura apoia as bicicletas. Uma solução para isto seria colocar nesses pontos, previamente determinados, blocos com maior teor de estabilizante.

Na figura 11 tem-se agora excesso de umidade nas paredes. Isto por conta de respingos de água das chuvas no período do inverno. A água, molhando externamente a parede, atravessa-a e evapora no lado interno. Nesse caminho, lixivia o hidróxido de cálcio, fruto da hidratação dos silicatos do cimento, depositando-o na superfície da parede, provocando as manchas esbranquiçadas no lado interno.

Outros defeitos foram encontrados, embora não são patologias, mas problemas da própria construção e uso. Na figura 12 vê-se o exemplo da falta de cuidado durante a execução: à esquerda nem os orifícios entre os blocos foram preenchidos para melhorar o aspecto. Em ambas as fotos da figura 12 percebe-se que não houve cuidado com a argamassa que escorria e deveria ser limpa.



Figura 10 – Locais com desgaste abrasivo dos tijolos



Figura 11 – Paredes com excessivo contato com água de respingos de chuva e com manchas de lixiviação na parte interna



Figura 12 – Falta de limpeza da alvenaria quando da execução

Na figura 13, tem-se o caso de acréscimos feitos nas construções, inclusive utilizando-se tijolos cerâmicos, sem nenhum critério, impedindo que as novas construções de terra transformassem realmente a face da favela. À direita, tem-se o exemplo de paredes completamente sujas, com um aspecto estético muito feio, fruto da absoluta falta de higiene dos moradores.



Figura 13 – Acréscimos feitos em algumas casas, prejudicando o aspecto estético e a habitabilidade, e parede suja por falta de higiene

A questão da educação dos moradores é muito importante. Algumas casas que apresentam fissuras nas alvenarias, embora de pequena abertura, não tiveram a mínima conservação. Como o terreno local é inclinado, sem saneamento, sem pavimentação, as águas de chuva vão carreando partículas de solo, tirando apoio de calçadas e mesmo de fundações. A figura 14 ilustra este fato. Assim, as casas mais prejudicadas são justamente aquelas em que os habitantes não têm a preocupação com a manutenção, não cuidam de evitar contato de água contínuo nas paredes, não cuidam da limpeza, etc. Na Figura 15 vê-se um caso em que os moradores de casas vizinhas tiveram a preocupação de impermeabilizar o trecho entre as paredes, direcionando as águas, de forma que a infiltração e seu efeito deletério sobre as fundações fica minimizado. Ainda na mesma figura, tem-se o caso de um outro morador que deixa a água acumular na base das paredes, sem se preocupar em fazer uma pequena calçada protetora.



Figura 14 – Calçadas e fundações sendo descalçadas pela erosão do solo e falta de cuidado dos moradores



Figura 15 – Trecho com a base das paredes bem protegida por argamassa direcionando as águas (esquerda) e trecho permitindo infiltração de água na base da alvenaria

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os blocos Mattone mostraram-se ser uma excelente alternativa para a auto-construção em comunidades carentes. As alvenarias resultantes apresentam grande rigidez e resistência.

De uma maneira geral, as habitações feitas na Favela Cuba de Baixo encontram-se em boas condições de habitabilidade. Em alguns casos foram encontradas patologias, a grande maioria ligada a pequenos recalques das fundações, quase sempre devido à falta de cuidado dos moradores com o fluxo de água de chuvas nas vizinhanças da base das paredes e infiltrações no piso do banheiro. Alguns habitantes tiveram o cuidado com essas proteções, porém não chegam a ser maioria. Como o terreno local não é plano, a água em volta das casas escorre com velocidade e vai carreando partículas finas do solo, provocando

descalçamento das paredes e das fundações. É visível que as fundações em pedras, inicialmente enterradas, hoje já estão com a parte superior aparente.

Embora não seja maioria, também há casos em que telhas saem do lugar, cupim ataca a madeira, águas servidas se acumulam no quintal e em volta da casa, e os moradores sempre esperando que os outros façam para eles os serviços de manutenção e mesmo de limpeza das moradias. Alguns fazem acréscimos, conhecidos como “puxadas” sem o menor critério, abaixando o pé direito e criando um ambiente insalubre. Tudo isto, malgrado o exemplo dado pelos professores que levaram em frente essa experiência voluntária, tentando explicar-lhes como poderiam melhorar as condições de habitação.

Desta forma, pode-se dizer que a durabilidade das casas populares com os blocos Mattone (como de resto com os materiais de construção convencionais) é mais um critério social que técnico.

Apesar disso, a avaliação feita no local, mostra que alguns aperfeiçoamentos podem ser feitos: alargamento das fundações para reduzir as possibilidades de recalques, um maior reforço da cinta de amarração sobre vãos de porta e janelas, construção de contra-vergas quando a janela tiver mais de dois e meios tijolos de largura (cerca 70 cm), utilizar um coxim de concreto para apoio das peças principais de madeira.

A educação das pessoas destinadas a habitar as construções populares é de fundamental importância para que os conjuntos habitacionais apresentem condições de habitabilidade adequadas.

BIBLIOGRAFIA

BARBOSA, Normando P. (1996). Construção com terra crua: do material à estrutura. Monografia de concurso para professor titular, Departamento de Tecnologia da Construção Civil, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Brasil.

BARBOSA, Normando P.; MATTONE, Roberto (1996). Estudos sobre blocos de terra crua desenvolvidos na Universidade Federal da Paraíba e no Politécnico di Torino. In: II Congresso de Engenharia da Universidade Federal. de Juiz de Fora, Brasil.

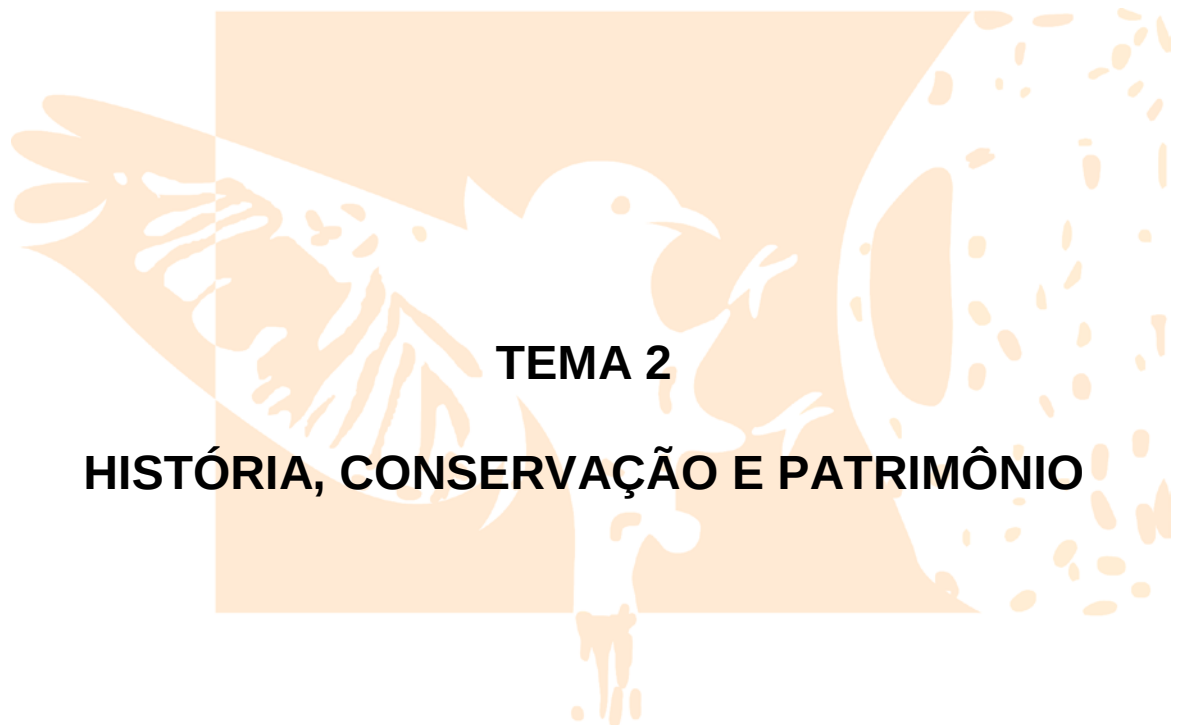
AUTORES

Normando Perazzo Barbosa, engenheiro civil, doutor pela Universidade Pierre et Marie Curie, professor titular do Departamento de Engenharia Civil da UFPB, Brasil.

Soenia Marques Timoteo de Sousa, engenheira civil, mestre em Engenharia Civil pela UFCG, doutoranda em Engenharia Mecânica pela UFPB, professora do CEFET-CE, Brasil.

Roberto Mattone, arquiteto, professor da Faculdade de Arquitetura do Politecnico di Torino, Itália.

Gloria Pasero, arquiteta, pesquisadora da Faculdade de Arquitetura do Politecnico di Torino, Itália.





OS COLONOS E A ARQUITECTURA DE ADOBE EM PORTUGAL

Maria Fernandes

CEAUCP – Centro de Estudos Arqueológicos das Universidades de Coimbra e Porto
Instituto de Arqueologia, Palácio de Sub-Ripas 3000-305 Coimbra, Portugal
Tel: (351) 239 851603 Fax (351) 239 851609, maria.aleixo@sapo.pt

Palavras-chave: adobe, arquitectura vernacular, paisagem

RESUMO

As colónias agrícolas em Portugal foram exemplos de povoamento nos séculos XIX-XX em regiões que se encontravam desabitadas por motivos de salubridade e propriedade. Este povoamento espontâneo numa primeira fase e planeado numa segunda caracterizou-se pela construção em adobe e pela relação equilibrada entre a paisagem e a arquitectura. De entre os casos conhecidos sobressaem as Gafanhas, no concelho de Ílhavo (região centro litoral oeste) e os Foros, nos concelhos da Moita, Montijo e Vendas Novas (região sudoeste na margem sul do rio Tejo).

As casas da Gafanha e as casas Foreiras são exemplos de tipos arquitectónicos construídos em adobe, associados a povoamento espontâneo e regulamentado, que deram origem a um território de pequena propriedade agrícola extremamente equilibrado. As colónias agrícolas da Gafanha e Pegões (Vendas Novas) foram projecto do Estado nos anos quarenta. Um projecto planificado, desenhado e com modelos de casas da autoria de arquitectos. Nestes modelos arquitectónicos o material adobe desapareceu e foi substituído pelo tijolo furado. Pretendia assim o Estado diferenciar socialmente estas novas colónias das anteriores, mais “pobres” e em adobe.

O objectivo da comunicação é mostrar as diferenças entre estes tipos de povoamento, a sua evolução, o estado de conservação em que hoje se encontram e as perspectivas futuras. A comunicação focará ainda a incorrecta ideia que o Estado Português tinha da arquitectura em adobe, resignada à habitação pobre e frágil, quando toda a história da arquitectura e construção em Portugal provavam exactamente o contrário.

1. INTRODUÇÃO

O estudo da arquitectura vernacular em Portugal é marcado pelas seguintes linhas de investigação:

- o inquérito à arquitectura rural, cuja responsabilidade coube aos agrónomos da Universidade Técnica de Lisboa;
- os estudos em geografia humana e física centrados sobretudo nas Universidades de Lisboa e mais tarde de Coimbra;
- os estudos de etnografia e antropologia cujo centro veio mais tarde a ser o Museu de Etnografia e Etnologia em Lisboa;
- o inquérito à arquitectura popular realizado pelo então Sindicato Nacional dos Arquitectos Portugueses¹.

As linhas de estudo mencionadas são distintas, desenvolveram-se ao longo do século XX em períodos diferentes e permitiram uma visão abrangente, alargada e completa da realidade portuguesa de então, sensivelmente até aos anos sessenta. Os estudos referentes à arquitectura vernacular foram ainda complementados, pelas monografias locais e mais tarde, por programas específicos que enquadravam o caso Português em realidades diferentes como o Mediterrâneo, a Europa ou em temas mais específicos como a arquitectura em terra no mundo².

A investigação durante a época da ditadura (1926-1974), sobretudo a promovida ou apoiada pelo Estado, caracterizou-se ainda pela visão unitária da “casa Portuguesa”, de índole regional enquadrada na perspectiva do Império Português (Lino, 1943, p. 17-28). É precisamente neste contexto que as colónias agrícolas são projectadas. Para além da subdivisão agrícola de parcelas de território não cultivado e da exploração agrária de pequena propriedade, os projectos de arquitectura das colónias foram concebidos em materiais contemporâneos a simular uma arquitectura “popular portuguesa” que se julgava ser a daquela região. Refira-se que estes projectos-tipo de arquitectura não foram exclusivos das colónias agrícolas, podemos ainda encontrá-los nos empreendimentos públicos de habitação de vilas e cidades, assim como, nas construções de índole pública como as barragens ou as escolas primárias. O mesmo projecto era adaptado com materiais de revestimento diferentes: o granito a norte e a cal a sul. Uma leitura directa do Portugal Atlântico, escuro e de pedra a norte, do Portugal Mediterrâneo, claro e de cal a sul. Uma concepção distorcida dos estudos geográficos que explicavam justamente a enorme diversidade portuguesa em termos de materiais e as inúmeras influências culturais presentes na arquitectura e construção em Portugal.

Ao contrário dos projectos das colónias Italianas, construídas durante a ditadura de Benito Mussolini, nos anos trinta do século XX, cujos projectos eram marcadamente modernos e vanguardistas, as colónias portuguesas foram com o mesmo espírito de ordenamento e influenciadas por estas, marcadamente regionais e “tradicionalistas” (Massaretti, 2004, p. 10-16).

2. AS GAFANHAS

Como em todos os processos de ordenamento territorial, as colónias planificadas foram antecidas de processos de povoamento espontâneo também designados de colonização³. Estes processos caracterizaram-se por lógicas locais e obedeceram a esquemas de construção e projecto próprios dos sítios e do contexto em que se inseriam, característicos e comuns na arquitectura vernacular. Esta arquitectura “construída pelo povo” ao contrário da arquitectura “construída para o povo”, que caracterizava os projectos planificados pelo Estado é rica em soluções construtivas, extremamente funcional e claramente em sintonia com a paisagem e com as actividades da população que as habita.

O povoamento das Gafanhas⁴ iniciou-se em meados do século XIX, apenas possível após o fecho da barra de Aveiro em finais do século XVIII, que permitiu a secagem de terrenos anteriormente alagados e insalubres daquela zona. A ocupação desse território fez-se de sul para norte, de Vagos para Aveiro (figura 1). Os primeiros colonos vieram justamente da zona de Vagos e, com sucesso, transformaram terrenos incultos em terrenos produtivos à custa de adubarem o solo com o moliço da ria.



Figura 1 – As Gafanhas vista aérea de Sul para Norte. Foto de Filipe Jorge

A divisão do território é feita por iniciativa particular e já se encontra referenciada em documentos a partir de meados do século XVII, mas terá sido a partir do século XVIII/XIX que os aforamentos por jeiras e leiras se terão intensificado⁵.

As primeiras habitações destes colonos foram elevadas com adobo de barro (apenas terra argilosa recolhida nas margens da ria), adobo misturado com conchas de berbigão e ostra ou adobo misturado com felgas ou junco, vegetal característico das margens (figura 2).

“Estes últimos eram designados por – adobos de palhão. Oito dias depois de construídos eram gastos em obra. As paredes das casas construídas com estes adobos de palhão eram vedadas durante o Inverno mas no verão eram atravessadas por grandes fendas abertas entre os adobos mirrados” (Rezende, 1944, p. 70).

Esta descrição dá-nos ideia da fragilidade das primitivas construções e dos problemas de retracção intrínsecos à matéria-prima usada na manufactura do adobe. Hoje em dia é muito difícil de encontrar exemplares destes primitivos adobes de construção. Verificou-se na região uma tendência em reutilizar os primitivos adobes nas construções posteriores e elevadas em adobe de cal e terra, estes últimos mais recentes.

“Os adobos deixaram há muito de ser construídos de barro amassado na eira, para o serem de cal e areia, mas tão brandos que os cortam com serra quando isso se torna necessário para a sua justa adaptação nos assentamentos das paredes. São por isso tão inconsistentes estas construções que os seus donos são obrigados a apertar a casa em tôda a volta com dois fios de arame grosso.” (Rezende, 1944, p. 230)



Figura 2 – Exemplo de parede interior elevada em adobe de palhão em Requeixo, Aveiro

Para além dos terrenos aforados por iniciativa particular, verifica-se ainda na região a concessão de baldios⁶ às Câmaras Municipais de Vagos e Ílhavo por parte da Coroa Portuguesa. Esta concessão permitiu a entrada dos baldios no regime florestal, dando origem à Mata Municipal de pinheiros, e mais tarde, à construção das colónias agrícolas nesses terrenos, promovidas pelo Estado em meados do século XX.

O colono da Gafanha é agricultor e pescador em simultâneo. É proprietário de uma parcela de terreno que explora com a família e trabalha por conta dos proprietários das embarcações de pesca. As casas da Gafanha (figuras 3 e 4) são uma variante das casas Gandaresas e uma versão da casa-pátio que se encontra na região, entre os rios Vouga e Mondego, entre Aveiro e a Figueira da Foz⁷. O povoamento caracteristicamente linear surgiu ao longo das estradas, paralelas à costa, mais concentrado a norte junto ao porto dos Bacalhoeiros (Gafanha da Nazaré) e das vilas pré existentes, como Ílhavo e Aveiro e mais disperso a sul junto a Vagos.

Segundo os etnógrafos e os agrónomos portugueses a construção de uma casa na Gafanha obedecia a um ritual muito específico:

“ Contam que, antigamente, quando dois jovens concordavam em casar, não os preocupava de momento a questão da casa onde viriam a abrigar-se...os parentes e amigos ocupavam-se a sobrepor os telhos da casa e armar o telhado”⁸

A protecção das paredes (reboco e por vezes azulejo na fachada pública), a decoração interior (em estuques, pinturas e fingidos) e o mobiliário eram obrigações dos noivos sendo que a casa lhes era entregue totalmente em tosco pelos familiares e amigos.



Figura 3 – Levantamento arquitectónico da casa Gafanhoeira – Museu Etnográfico. Fonte: Câmara Municipal de Ílhavo



Figura 4 – Exemplos de casas Gafanhoeiras na Gafanha da Nazaré e Gafanha do Carmo

A Gafanha considerada uma região de povoamento recente no contexto português sempre se caracterizou pela renovação construtiva e arquitectónica. Durante os duzentos anos da sua existência enquanto freguesia (s), as Gafanhas sofreram ao longo da sua existência substituição constante dos edifícios, mantendo-se porém a estrutura dos lotes primitivos, muitas vezes subdivididos, onde são perceptíveis os muros limítrofes em adobe e o poço também construído em adobe. As primeiras construções são hoje inexistentes, pese embora subsistam ainda casas Gafanhoeiras, muitas inevitavelmente modificadas e ainda outros tipos habitacionais e comerciais, também construídos em adobe e que substituíram as primitivas habitações (figura 5). A descaracterização só surge em meados dos anos setenta do século XX, com o desordenamento e a falta de meios de planeamento eficazes. Hoje por toda a região facilmente deparamos com prédios, armazéns e casa devolutas, com graves consequências para o equilíbrio ecológico da zona. Um caos urbano sem controlo no horizonte. Numa zona marcadamente costeira e balnear alguns esforços estão a ser levados a cabo para recuperar as casas Gafanhoeiras em casas de férias.

As colónias agrícolas de iniciativa do Estado e construídas nos terrenos arenosos da Mata foram ao contrário das primeiras um desastre económico e agrícola. O povoamento foi disperso e enquadrado numa divisão de terreno em quadrícula. Os colonos, não provenientes das regiões próximas e extremamente limitados pelas rígidas cláusulas dos contratos de arrendamento, não conseguiram fazer com que os solos das pequenas

parcelas produzissem o suficiente para o seu sustento. O resultado foi o abandono das terras e mais tarde a completa descaracterização das habitações (figura 6).



Figura 5 – Outros exemplos de casas em adobe nas Gafanhas. Uma habitação “Déco” e uma pensão com padaria em estilo “casa portuguesa”



Figura 6 – Casas da colónia agrícola da Gafanha

3. OS FOROS

A margem sul do Tejo (península de Setúbal) tal como as Gafanhas no centro litoral de Portugal foi sujeita a processos de aforamento diversos, primeiro por iniciativa privada e posteriormente Estatal. Nesta enorme área a diferença reside no povoamento, a margem sul do Tejo é historicamente habitada enquanto as Gafanhas se instalam em terrenos inicialmente desabitados. Na península de Setúbal e a partir de finais do século XIX, à estrutura de propriedade existente - latifúndios, média e pequena propriedade agrícola, todas com habitação e outros equipamentos (adegas, moinhos, lagares, casas de sal, etc.), sobrepõem-se os foros.

“Durante a República se promulgou legislação, em especial a partir de do agravamento dos problemas de abastecimento, surgidos com a guerra de 1914-18, que conduziu à partilha e venda de largos milhares de baldios”¹⁹

A maioria dos foros contém uma área de 10 000 m² a 15 000 m², ou seja de 1 ha a 1,5 ha, sendo que a legislação posterior dos anos quarenta não permitia que a subdivisão fosse superior a 3 ha. Na verdade estes foros situados nas faixas limite das grandes propriedades funcionavam como uma garantia de mão-de-obra mais barata para a agricultura. O facto do camponês não conseguir subsistir, levavam a que tivesse de trabalhar por um salário menor nas grandes propriedades. A não exclusividade do seu trabalho diminuía radicalmente o salário. Num período em que a emigração começava a ganhar contornos preocupantes em Portugal, a *colonização interna* fixava nas zonas agrícolas mão-de-obra garantida.

Para além da completa dependência do trabalho agrícola, a pesca nesta zona não era uma actividade alternativa, os foros da margem sul do Tejo estavam ainda sujeitos a regulamentação extraordinariamente inflexível no que se refere à construção das casas, instrumentos e material agrícola. Não era permitido ao casal de colonos erguer uma casa

superior a 50 m² e apenas em materiais que não fossem duráveis, entre os quais a pedra estava interdita. É pois com esta interdição que os colonos recorrem à madeira e à terra (adobes) para elevarem as suas habitações.



Figura 7 – Vista geral de Foros, Moita (Setúbal)

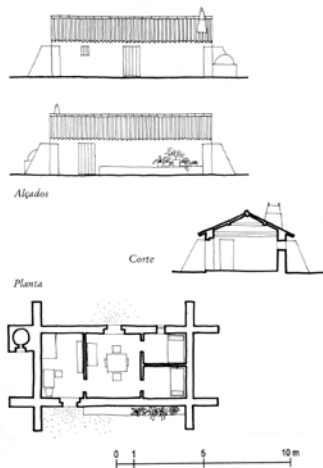


Figura 8 – A casa Foreira tipo, planta e corte. Fonte: *Arquitectura Popular em Portugal*, (AA.VV, 1988, p. 222). Casa Foreira na Moita



Figura 9 – Casas Foreiras em Sarilhos Grandes (Pinhal Novo) e Carregueira (Moita)

As diminutas habitações são assim elevadas em adobe, um material auto-manufacturado e posteriormente utilizado em auto construção das habitações, com paredes interiores que não chegam ao tecto e elevadas em finos tabiques de terra. O recurso da terra é muito variável pois verificam-se na zona adobes com adição de cal, pequenas pedras, conchas e material vegetal. Os solos variam de argilosos a arenosos e na generalidade a construção é

muito frágil. Tão frágil que o uso de contrafortes era quase obrigatória para garantir a durabilidade da arquitectura (AA. VV, 1988, p. 223).

Toda esta zona que fica sensivelmente próxima de Lisboa, foi durante os anos sessenta e setenta sujeita à pressão de migração interna e consequente aparecimento de enormes zonas de construção clandestina. Hoje é difícil de identificar no território os vestígios destas habitações na paisagem, onde proliferam armazéns, pequenas oficinas e sobretudo novas construções incaracterísticas em volume e escala totalmente dissonante. As habitações que persistem estão abandonadas ou são usadas como arrecadação exterior. Os habitantes actuais, descendentes muitos deles de antigos colonos, construíram novas casas em materiais contemporâneos. A estrutura da propriedade mantém-se na maioria da paisagem e as vedações são ainda uma constante no território.

No que se refere às colónias agrícolas construídas pelo Estado mantém-se, sofrendo porém de inúmeras correcções ao nível da exploração e das actividades ao longo do século XX. Talvez porque o exemplo da Gafanha não tenha sido um grande sucesso, no caso de Pegões (Montijo), as actividades agrícolas foram diversificadas passando por regadio, pomares e pecuária sendo que o próprio projecto evoluiu e mais tarde para apoio dos agricultores foram construídos lagares de vinha e cooperativas de apoio à produção (Lobão, 1960, p. 14-16). Talvez por esse motivo a colónia agrícola ainda se mantém e as casas neste caso não devolutas e menos descaracterizadas que as da Gafanha ainda se encontram habitadas.



Figura 10 – As casas da colónia agrícola de Pegões (Montijo)

4. CONCLUSÃO

Em termos conclusivos e no que se refere à conservação deste património, poder-se-á afirmar que estamos perante um dilema onde se confrontam:

- a conservação da paisagem quando esta é um processo dinâmico;
- a conservação da arquitectura vernacular quando a mesma no caso da margem sul do Tejo, já existem os motivos que estiveram na origem do seu aparecimento.

Em qualquer uma das situações é sempre possível equacionar novos pressupostos e reavaliar as situações. No caso da Gafanha, as casas Gafanhoas são de uma qualidade tal que a procura das mesmas para casa de férias tem sido uma constante na região. Projectos de recuperação em simultâneo com regras de planeamento que evitem a desordem urbana seriam soluções possíveis, para inverter o panorama actual. Também neste contexto turístico poderia ser encarada a colónia agrícola. Um projecto de recuperação que englobasse este novo uso para as casas da colónia fosse uma alternativa para o insucesso agrícola, e quem sabe, a experiência de elevar uma casa-tipo em alvenaria de adobe.

Na zona foreira a situação é um pouco mais complexa. As casas foreiras para serem reabilitadas passam inevitavelmente pela ampliação da construção. A diminuta área e a fragilidade da construção passam inevitavelmente pela alteração da tipologia. A procura

desta zona como segunda habitação para os habitantes da zona metropolitana de Lisboa poderia ser uma alternativa para programas de incentivos à recuperação destas casas. Também neste caso instrumentos de planeamento e gestão urbanísticos eficazes poderiam corrigir e direccionar os erros cometidos no passado. Nesse contexto a prioridade seria a da recuperação paisagística, numa região onde a agricultura de subsistência se encontra em crise mas onde outras formas de exploração agrícola estão a surgir.

BIBLIOGRAFIA

AA.VV (1988). *Arquitectura popular em Portugal*, 3ª edição, 2º volume. Lisboa: Ed. Associação dos Arquitectos Portugueses.

AA.VV (coord Henrique de Barros) (1947). *Inquérito à habitação rural*, 2º vol. Lisboa: Ed. Universidade Técnica de Lisboa.

BAPTISTA, Fernando Oliveira (1993). *A política agrária do Estado Novo*. Porto: Ed. Afrontamento.

FERNANDES, Maria; MESTRE, Victor (2007). *Portugal Atlântico versus Portugal Mediterrâneo, tipologias arquitectónicas em terra*. In: *Terra em Seminário 2007* (TerraBrasil 2006 e V ATP). Lisboa: Argumentum.

GALHANO, Fernando; OLIVEIRA, Ernesto Veiga de (1994). *Arquitectura Tradicional Portuguesa*, 2ª edição. Lisboa: Publicações D. Quixote.

LINO, Raul (1943). *Casas Portuguesas, alguns apontamentos sobre o arquitectar das casas simples*, 3ª edição. Lisboa: Ed. Valentim de Carvalho.

LOBÃO, António Cortez de (1960). *A exploração familiar na região de Pegões*. Separata da Revista Agros, ano 43, n.º 3, Maio-Junho de 1960. Lisboa: Ed. Ministério da Economia/Junta de Colonização Interna.

MASSARETTI, Giorgio (2004). *Tresigallo città del Novecento*. Bolonha: Editrice Compositori.

REZENDE, João Vieira (1944). *Monografia da Gafanha*, 2ª edição. Coimbra: Ed. Câmara M. de Ílhavo.

NOTAS

- 1 – O inquérito à habitação rural, promovido pelo senado universitário, foi coordenado pelo professor Henrique de Barros e decorreu entre 1942-6. Este inquérito tinha como objectivo principal conhecer as condições económicas e de salubridade em que viviam as famílias camponesas em Portugal. Os estudos em geografia física e humana foram coordenados pelos professores Orlando Ribeiro e Amorim Girão a partir de meados do século XX. Esta escola que marcou toda uma geração de geógrafos e mais tarde de urbanistas e de profissionais do planeamento territorial em Portugal é ainda conhecida pela investigação no Ultramar (antigas colónias Portuguesas) e pelas inúmeras publicações referentes ao tema. Os estudos de antropologia e etnologia que vinham na linha e na escola desenvolvida por Leite de Vasconcelos dos inícios do século XX analisaram a habitação e a vida quotidiana das populações, com uma metodologia singular, própria das comunidades. Estes estudos não partiam de uma visão exterior mas sim interior das comunidades, ou seja com as suas referências e códigos. O método pressupunha a integração na comunidade local para a sua posterior análise. Estes estudos decorrem sensivelmente nos anos cinquenta e desenvolvem-se até meados dos anos setenta. De entre os autores destacam-se: Fernando Galhano, Jorge Dias e Ernesto Veiga de Oliveira. O inquérito à arquitectura popular portuguesa é uma iniciativa do Sindicato Nacional dos Arquitectos Portugueses e de certa forma ele nasce para contrariar as tendências nacionais que se desenhavam então da “casa portuguesa”. Pretendiam os arquitectos com este levantamento provar que em Portugal não existia uma “arquitectura” mas sim várias e diversificadas arquitecturas, com laços comuns com o Mediterrâneo e outros Continentes. O levantamento da arquitectura vernacular e erudita patente neste inquérito comprovou a sua enorme adaptação aos sítios, a intrínseca relação com os materiais locais e demonstrou a complexidade desse produto construído fruto de inúmeras influências culturais no território português. O inquérito decorreu entre 1955-60 e surge a partir da ideia original de Francisco Keil do Amaral. Nela participaram inúmeros arquitectos dos quais destacamos os da zona centro (Beiras, Estremadura e Ribatejo),

Francisco Keil do Amaral, José H. Lobo, João Malato, Nuno Teotónio Pereira, António Pinto de Freitas e Francisco Silva Dias.

- 2 – Nomeadamente a participação portuguesa nos programas da Comunidade Económica Europeia, Euromed Heritage (MEDA, CORPUS, arquitectura tradicional Mediterrânea, 1998-2001), Cultura 2000 (Houses and cities built with earth, 2004-6) e nas conferências internacionais TERRA 93, TERRA 2000 e TERRA 2008.
- 3 – Por colonização entenda-se todo o povoamento ou repovoamento em áreas anteriormente não habitadas. Esse povoamento pressuponha a chegada de habitantes vindos do exterior ou de outras regiões – os colonos.
- 4 – Designa-se de Gafanha toda a região arenosa pertencente aos concelhos de Vagos e Ílhavo, com cerca de 25 km de comprimento por 5 km de largura, compreendida entre os afluentes da ria de Aveiro: Mira (a poente) e Boco (a nascente).
- 5 – Quintas, Morgadios e propriedades de maiores dimensões são assim subdivididas, em pequenas áreas não inferiores a 0,5 ha e arrendadas, em foros e outros contratos por 5, 10 20 anos ou mais, mediante um pagamento anual. Esta subdivisão só foi possível devido há existência de água nesses terrenos o que permitiu após a recuperação do solo a exploração agrícola intensiva.
- 6 – Os baldios eram terrenos comunitários cultivados e geridos pelas populações. Após a guerra civil em 1834 a Coroa portuguesa entrega a propriedade da quase totalidade dos baldios aos Municípios. Este movimento volta a ser retomado pela República em 1910.
- 7 – A este respeito veja-se as diferenças entre estes dois tipos arquitectónicos em Fernandes e Mestre (2007, p. 226). No que respeita à casa Gandaresa e suas variantes consultar os trabalhos de etnografia em Galhano e Oliveira (1994, p. 182-205).
- 8 – Entregar a «casa fechada» conforme a designação local era entregá-la já telhada, com janelas, portas e, às vezes com a cozinha e um quarto pavimentados e forrados (AA.VV, 1947 p. 70). O resto ficava a cargo dos novos esposos (Rezende, 1944, p. 231).
- 9 – Decretos 4812 de 1918; 7933 de 1921, 9843 de 1924 e 10 552 de 1925 (Baptista, 1993, p.25).

AUTORA

Maria Fernandes, arquitecta (FA/UTLisboa, 1986) é investigadora do CEAUCP e bolseira da Universidade Coimbra desde 2006. Frequentou os cursos ARC 91 (ICCROM), PAT 92 (CRATerre/ICCROM) e PAT 96 (ICCROM/CRATerre/GCI/INCPPeru) é Mestre em recuperação do património arquitectónico e paisagístico (UÉvora, 1998) e Doutoranda em arquitectura (FCT/UCoimbra).



EL PALACIO DE PEDRO I EN ASTUDILLO

Juana Font Arellano

Rede Ibero-americana PROTERRA
La Puebla 15, 34002, Palencia, España
Tel: (34) 629810080 juanafont2@hotmail.com

Palabras clave: mudéjar, tapia, tradición

RESUMEN

El Palacio de tapia que mandó levantar Pedro I en Astudillo, en los años centrales del siglo XIV, fue construido en muy pocos años, lo que le da una gran unidad. Anejo al Convento de las Madres Clarisas, rasgo muy común en otros alojamientos reales construidos por los monarcas castellanos, en su elaboración colaboraron artesanos de Granada que el rey nazarí Mohamed V hizo llegar a esta obra de su amigo y aliado, con cuya ayuda pudo recuperar su trono años atrás. El breve plazo en el que fue realizado no impide que presente hermosas decoraciones de yeserías y magníficas techumbres organizadas en armaduras policromadas, todas realizadas a la vez que se construían los muros. Además contaba con baños y sistemas de calefacción heredados de los *hypocausta* que conocieron los romanos a través de los griegos y retomaron los musulmanes hispanos, siendo una notable muestra medieval de este modo de calentar el suelo que es el típico de la región de Tierra de Campos, donde se denomina *gloria* a esta calefacción. Como el palacio ha permanecido tal como quedó a la muerte del rey Pedro, es un buen documento de los modos constructivos hispanos tardomedievales, en los que se mezclan influencias europeas, musulmanas y judías en esa interesante síntesis que constituye el mal llamado estilo mudéjar, que no es tal estilo, pues convive con el románico, el gótico y el Renacimiento. Es una forma de construir que reúne sistemas y decoraciones cristianas e islámicas, como tantas otras cosas hispanas, que pasan al suelo americano y florecen también allí con la llegada de los portugueses y españoles.

1. INTRODUCCIÓN

El objeto de esta comunicación, que tiene como protagonista a un pequeño palacio castellano, es el de analizar alguno de los elementos que encontramos en los edificios mudéjares, elementos que cruzando la mar llegaron a tierras americanas desde la Península Ibérica. Arraigaron allí tan profundamente que lograron una fisonomía propia en las creaciones del Nuevo Mundo. No sólo las formas, los materiales o las líneas del diseño dejan ver esta influencia pues también la percibimos en el gusto por unos ritmos decorativos, en el lugar donde se colocan y sobre todo en la actitud de hacer propias tendencias muy distintas para expresar, con su unión, un modo de ser irrepetible, tanto que el arte americano no tendría explicación sin haber asimilado y enriquecido con las aportaciones de sus pueblos esta fantástica síntesis. Incluso podríamos decir que lo más mudéjar se encuentra en obras no consideradas como tales, pero que han captado el espíritu que impulsa este modo de trabajar. La capilla del Rosario de Puebla, en Méjico, donde se mezclan íntimamente las decoraciones mejicanas, las cristianas europeas y las musulmanas es un insuperable conjunto que expresa, como pocos, la facilidad de captar y mostrar unidas las tendencias de tres continentes.

2. EL CONJUNTO DE ASTUDILLO

El Palacio Real de Pedro I, construido con tapia de tierra en Astudillo durante los años centrales del siglo XIV, es un buen exponente de la construcción mudéjar. Considerado por el profesor Lavado Paradinas como una especie de fósil inalterado, ha permanecido sin intervención alguna desde su realización hasta hace pocos años, lo cual nos permite analizar directamente el edificio evitando especulaciones sobre cómo sería o de qué manera

fue alzado cuando el rey castellano mandó levantarlo junto al Monasterio que iniciaba entonces María de Padilla.

La profunda pasión que el monarca sentía por ella, a la que conoció en 1359, cuando ambos eran muy jóvenes, antes del matrimonio de Pedro con Blanca de Borbón, hizo que quisiera poseer un palacio junto al lugar donde María pensaba retirarse del mundo quizá arrepentida de haber ligado su existencia a la tumultuosa del rey que siempre regresaba a su lado.

La vida de María, que nació en 1334 y murió en el Alcázar de Sevilla en 1361, a la que los cronistas describen como pequeña, inteligente, muy hermosa y de gran corazón, inspiró tanto a Rudolf Gottschall como a Gaetano Donizetti quien compuso en 1841 una ópera sobre ella. Proclamada reina un año después de su muerte, en 1362, por voluntad de Pedro I, su cuerpo reposa hoy en la Catedral de Sevilla junto al del rey y los de otros monarcas castellanos.

Su bondad atemperaba la dureza del monarca que acosado por los bastardos de su padre había de estar siempre en guardia contra asesinatos y conjuras.

El Papa autorizó con una Bula de 1354 la fundación del Convento cuya iglesia se termina en 1356. El palacio de Pedro se construye también en esos años (figura 1),



Figura 1 – La iglesia forma parte del conjunto de Monasterio y Palacio

Para ayudar a levantarlo el rey Mohamed V de Granada, amigo y aliado de Pedro, envió alguno de sus artesanos nazaríes como muestra de la gratitud que sentía hacia el monarca castellano con cuya intervención pudo recuperar su trono.

Ocurre así lo mismo que sucedió, años después, en el Alcázar de Sevilla donde también los alarifes del monarca granadino y los llegados de Toledo trabajaron junto a los del rey castellano en esa síntesis única que son las obras de arte mudéjares. Sean éstas miniaturas, tejidos, armas, joyas, yeserías, alfarjes o edificios, en todas se percibe la inextricable unión de lo musulmán con lo cristiano, de lo europeo con lo oriental.

Muy pronto encontramos esta perfecta fusión de oriente y occidente en obras de Castilla donde se consolida y crece, desde el siglo XII hasta bien entrado el XVI. Su presencia se expande también por Aragón, Andalucía y Toledo. Alcanza Portugal donde se construyen tanto el Palacio de Cintra como el hoy desaparecido de Don Manuel en Évora y unas cuantas obras en el Alentejo.

Encontramos obras mudéjares en Canarias, en la Iglesia de Santiago Apóstol de Los Realejos, en Tenerife y también percibimos su presencia en tierras americanas como lo atestigua el Arco del Carmen en San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, Méjico.

3. EL MUDÉJAR

Pero ¿Qué es el mudéjar?

Marcelino Menéndez Pelayo lo definió como el modo de construir más genuinamente español.

José Amador de Los Ríos (1872) lo calificó de *estilo* el 19 de junio de 1859 cuando al ingresar en la Academia de las Tres Nobles Artes de San Fernando tituló su discurso como *El Estilo Mudéjar en Arquitectura*. El texto que lo recoge, de sólo 40 páginas, está lleno de observaciones sobre cómo va formándose el espíritu que concibe un modo genuinamente hispano de realizar todo tipo de obras de arte.

Sus acertadas aportaciones repasan la evolución que va sufriendo la sociedad peninsular cuando los primeros choques armados dejan paso a una convivencia que termina por imprimir un influjo musulmán a los gustos hispanos, marcados hasta entonces por las culturas judía, romana y visigoda y también un reflejo de las preferencias cristianas que pasa a percibirse entonces en las gentes islámicas.

Considera Amador de los Ríos como primeras muestras de estas influencias recíprocas el Arca de las Reliquias, de Oviedo, adornada con inscripciones arábigas por orden de Alfonso VI, el frontal esmaltado de Santo Domingo de Silos, rodeado de una orla de gusto musulmán o la Arqueta que guarda los restos de Santa Eulalia de Mérida en la catedral de Oviedo, excelente pieza de la orfebrería de los primeros años del siglo XII.

Recuerda luego la actitud de Alfonso X El Sabio que traslada a Toledo la tradición de las Escuelas de Traductores de Córdoba e inicia la transcripción al castellano de las más célebres obras filosóficas y poéticas de Oriente.

Efectivamente, había una admiración hacia lo que consideraban una cultura superior muy patente en monarcas como Alfonso VI, Alfonso X, Pedro I o Enrique IV que son descritos por los viajeros Tetzl o Guicciardini vestidos a la morisca, sentados al gusto islámico y rodeados de sabios, poetas, músicos o consejeros musulmanes o judíos.

Pero la propia cronología de sus reinados y la duración temporal del mudéjar nos hacen ver que éste no puede considerarse un estilo ya que convive con el desarrollo del Románico, la vida del Gótico, la presencia del Renacimiento e incluso el nacimiento del Barroco llegando a conseguir, hace pocos lustros, un rebrotar en la fase neo mudéjar que se hizo patente en tantos edificios de los primeros años del siglo XX.

No es pues un estilo ya que sobrepasa la duración de varios.

4. CONTROVERSIAS Y ACUERDOS

Considerado por unos como la última fase de la construcción islámica peninsular y por otros sólo una etapa en el recorrido de la arquitectura cristiana, son muchas las opiniones enfrentadas que podemos encontrar en los diferentes especialistas.

Claramente puede percibirse que no es sólo una decoración de raíz musulmana aplicada superficialmente sobre una construcción occidentalizante aunque las labores ornamentales tienen una importancia enorme en el mudéjar, bien que no tanto por los motivos empleados sino por cómo los dispone, organizados en ritmos concretos y estudiadas alternancias de los espacios vacíos.

Tampoco es un alarde de virtuosismo exhibido en las innumerables maneras de colocar los ladrillos que forman complicados dibujos en los muros.

El mudéjar, que aporta soluciones nuevas, sustituye las bóvedas por armaduras de par y nudillo, lo que evita el empleo de contrafuertes. Además prefiere la albañilería a la cantería, los materiales comunes a los costosos y la ocultación de las estructuras. Cuando éstas no pueden ser transformadas o reinterpretadas, las hace desaparecer mediante el empleo del doble muro.

El profesor Borrás Gualis (1999) considera que el mudéjar puede definirse como el resultado de la confluencia de dos tradiciones artísticas, la islámica y la cristiana cuyo encuentro origina una expresión nueva y diferente de los elementos que la originan. Pertenece, *pro indivisa*, a las dos tradiciones, como ocurre con gran parte de las creaciones hispanas.

Es, pues, no un estilo sino una opción, una actitud y una manera de ver la vida. Surgido quizá como reacción hispana ante los estilos europeos, sobre todo tras el siglo XIII, momento en el que los reyes cristianos se interesan por el arte musulmán llevado a cabo en la zona mahometana por los *al-bahni*, artesanos albañiles.

En la zona cristiana se encontraban grandes grupos de mudéjares, que conservaban su lengua, religión y costumbres a cambio de ciertos tributos. Deben su nombre al término árabe *mudayyan*, es decir, *aquel a quien le es permitido quedarse*. Casi todos se dedicaban a los trabajos de construcción.

Hábiles alarifes, eran protegidos por los nobles, los monarcas y las instituciones religiosas. Sus trabajos de albañilería, carpintería y yesería conseguían más rápidamente y de modo más económico que los sistemas de los cristianos hermosos palacios y singulares iglesias cuyas cornisas se realizaban con filas superpuestas de ladrillo a sardinel, en esquinilla o cortados en nacela y donde las portadas enmarcaban el conjunto de las arquivoltas bajo el recuadro del alfiz.

5. PRECEDENTES Y PRIMER ENSAYO

Pedro I había vivido su infancia en el Alcázar de Sevilla donde se refugió su madre al ser abandonada por su esposo. Pasó también allí una larga enfermedad cuando ya era adolescente.

Además vivió temporadas en el Palacio situado junto al Convento de Tordesillas donde siguiendo la tradición hispana se situaba una residencia real junto a una institución monástica. Conocía bien pues lo que aportaba la construcción mudéjar y quiso emplearla para levantar su pequeño Palacio de Astudillo, especie de ensayo para lo que realizaría después en el Alcázar sevillano.

Este Palacio de Astudillo es un pequeño edificio construido muy rápidamente en un breve plazo de tiempo, ya que se inicia en 1356 y queda sin concluir tras la muerte de María, en 1361 y la del rey, asesinado por su hermano Enrique en 1369, aunque continuó usándose esporádicamente pues allí recibió Juan II a un grupo de Embajadores en 1430.

Lo que queda del Palacio, que ha perdido sus alas, las que abrían el edificio al Patio de La Alberca, presenta un bloque rectangular, con dos pisos, cuya fachada principal mide 13 metros y medio de largo por 9 de altura mientras que la lateral llega a los 31 metros de longitud.

Desde el compás de espera se percibe la puerta de acceso cuyo dintel se realiza con dovelas onduladas, colocada bajo una ventana geminada situada entre una pareja de esbeltas columnillas sobre las que se asientan dos cabezas de león. En las esquinas de esta fachada, realizadas con cadenas de sillería, se esculpen otro par de columnitas que enmarcan el conjunto (figura 2).

El edificio se realizó con tapia *calicostrada* en la que la superposición de los cordones de cal se regulaba cada 10 centímetros, lo que podía percibirse perfectamente en los *cajones* deteriorados antes de que fueran cubiertos con mortero fijado al muro sobre una malla metálica, lo que actualmente ha anulado la posibilidad de leer el sistema constructivo.

La gran unidad que presenta el edificio levantado en tan poco tiempo y el hecho de haber permanecido inalterado, permite corroborar la simetría con la que fue trazado, habitual en las edificaciones de este tipo. Ello hizo que las excavaciones realizadas donde se suponía que habían estado las habitaciones de las alas, destinadas a baños y a sala con calefacción bajo el suelo, encontraran, efectivamente, estas instalaciones que continúan el tradicional modo de calentar el pavimento conocido en Tierra de Campos como *gloria* que recoge el sistema de los *hypocausta*, heredado por Roma de los griegos, también utilizado en la Península ibérica por los musulmanes.



Figura 2 – Fachada principal del palacio. La ventana geminada, sobre las dovelas onduladas del dintel que cobija la puerta de acceso, se enmarca con los soportes que sostienen las figuras de los dos leones. A los lados, columnillas talladas en las esquinas de sillería

Tanto los elementos constructivos como la ornamentación confirman la presencia de un módulo, el *codo* de 0,45 centímetros que coincide con la longitud de la media *vara* de Castilla.

La rica decoración interior contrasta enormemente con la sobria apariencia exterior.

El zaguán se adorna con un hermoso alfarge de gruesas jácenas que lo compartimentan en 8 espacios cuadrados donde la tablazón diseña alfardones cuyos fondos se adornan con decoración vegetal dispuesta en roleos. Los aliceres muestran las armas de María de Padilla y las del rey Pedro y bajo ellos corren los arrocabes de yesería con hermosos trabajos, algunos inacabados (figura 3).



Figura 3 – Alfarge policromada del gran zaguán, apoyada sobre el arrocabe de yesería

El gran salón que se abre al zaguán va cubierto con un alfarje más ligero, donde los trabajos de menado se enriquecen con chellas doradas. También los muros rematan con labores de yesería que encuadran, además, la gran puerta lateral que abre esta pieza al jardín interior del Patio de La Alberca a través del cual se relacionaba el palacio con el Convento (figura 4).

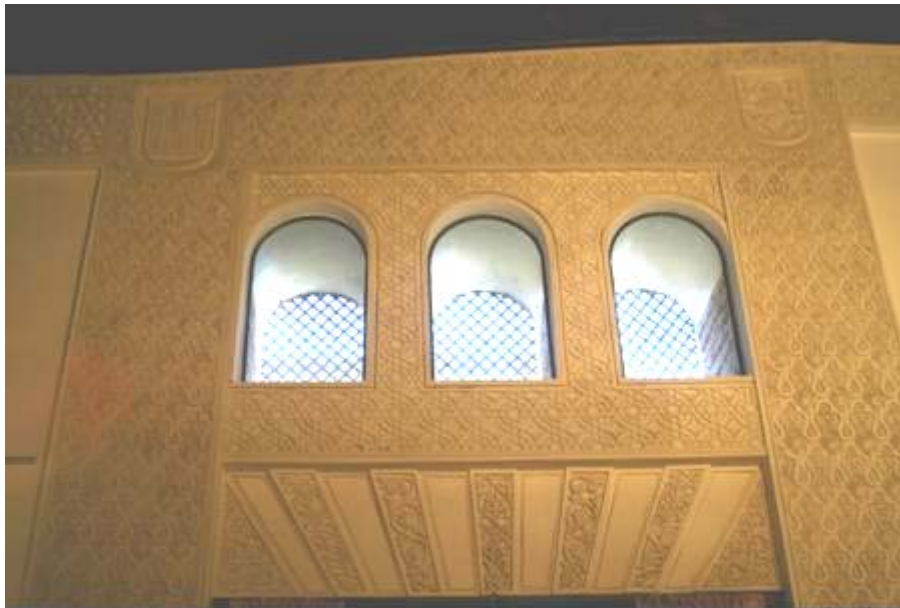


Figura 4 – Decoración de yeso rodeando la puerta de la fachada lateral interior por la que se accede al Patio de La Alberca

En éste trabajó más tarde, firmando sus obras, el yesero Braymi realizando distintas labores, tal como hizo en otro monasterio muy cercano a Palencia, el de Calabazanos.

Los trabajos de este artesano nos permiten percibir el aprecio que por los constructores mudéjares tenían los monarcas, las órdenes religiosas y los nobles. Ello es evidente en la figura del rey Pedro I que les encarga las labores de enriquecimiento y mejora de sus palacios, notablemente en Tordesillas y sobre todo en Sevilla.

6. CONSECUENCIAS

La costumbre de habitar en el hermoso palacio sevillano, donde sabemos que transcurrió su niñez, hizo que el monarca quisiera mostrar en él todo su poder y su afición por el arte. Ordenó así realizar diferentes obras que lo embellecieran y fruto de la síntesis artística que aporta la singular situación de mestizaje que se produce en Castilla durante estos siglos, decide levantar la bella fachada que confirma, mejor que ningún otro documento, su admiración por la cultura islámica.

En esta *Portada de la Montería* se recurre a todos los recursos decorativos de árabes y cristianos, entre ellos al uso de la epigrafía. Con letras góticas se habla del poderoso rey Pedro mientras que los caracteres cúficos nos recuerdan que sólo Alá es vencedor. Ambas inscripciones se colocan en 1364, fecha en la que se realiza la mayor parte de esta obra en la que trabajaban artesanos de Toledo, Granada y Sevilla. También las puertas, fechadas en 1366, llevan inscripciones en latín y en árabe.

Los conjuntos levantados en la etapa del rey Pedro muestran la singular síntesis de aportaciones musulmanas y cristianas, europeas y orientales que es el mudéjar. Como fruto de una larga convivencia, del aprecio mutuo, del talante que reconoce el genio y el dominio de un oficio, de la admiración por la obra bien hecha surge esa peculiar fusión que enraizó también en América donde se enriqueció, aún más, con las aportaciones de sus pueblos.

7. CONCLUSIONES

Es importante conocer las raíces de este fenómeno, indagar en su génesis, propiciar la buena formación de técnicos y artesanos para que mantengan adecuadamente las peculiaridades de estas construcciones y concienciar a los ciudadanos que disfrutan con su hermosa apariencia para que su atención vigilante y su afecto los preserven del descuido porque son inestimables documentos de un pasado compartido que, entre todos, hemos de saber conservar adecuadamente.

BIBLIOGRAFÍA

AMADOR DE LOS RÍOS, J. (1872). El estilo mudéjar en arquitectura. Madrid: Imprenta de Manuel Tello.

BORRÁS GUALIX, G. (1999). El Islam. Madrid: Sílex.

CASTRILLO FERNÁNDEZ, M. (1877). La villa de Astudillo. Burgos: Villanueva.

FERNÁNDEZ RUIZ, C. (1965). El Real Monasterio y Palacio de Astudillo. Recuerdo de un gran amor. Palencia: Diputación Provincial.

GRABAR, G. (1999). La formación del arte islámico. Madrid: Cátedra.

LAVADO PARADINAS, P. (1990). El Palacio mudéjar de Astudillo. *Actas del VI Congreso de Historia de Palencia*, T. I. Palencia: Imprenta Provincial.

LOS CHOZOS, A. y MANRIQUE, M. (1983). Astudillo. *Apuntes Palentinos*, nº 8. Palencia: Caja de Ahorros y préstamos.

MICHELL, G. (1985). La arquitectura del mundo islámico. Madrid: Alianza.

NUERE, E. (2000). La carpintería de armar española. Madrid: Munilla Lería.

OREJÓN, A. (1984). Historia de Astudillo y del Convento de Santa Clara. Palencia: Diputación Provincial.

SIMÓN NIETO, F. (circa 1896). El Monasterio de Santa Clara de Astudillo. Real Academia de la Historia, Tomo XXIX. Valladolid: Imprenta del Colegio Santiago.

VV.AA.

Arquitectura de al Andalus (1996), Lunwerg.

Catálogo monumental de Castilla y León, Vol I, (1995), Junta de Castilla y León.

El Real Alcázar de Sevilla (2002), Lunwerg

Mudéjar. Catálogo de la Exposición. (2005). Ibercaja, Zaragoza.

AUTORA

Juana Font es historiadora del arte, Master en Restauración, miembro de Proterra, miembro del Grupo Tierra de la Universidad de Valladolid, colaboradora de Navapalos, Amayuelas y en cursos de diversas universidades españolas y vicepresidenta de ESTEPA.



CONDICIONANTES PARA LA PUESTA EN VALOR DE LAS CASAS EN ACANTILADO DE LA SIERRA DE CHIHUAHUA, MÉXICO

Eduardo Gamboa Carrera¹, Luis Fernando Guerrero Baca²

(1) Instituto Nacional de Antropología e Historia
Paseo Bolívar # 608 Colonia Centro CP 31000 Chihuahua, Chihuahua, México.
Tel: 614-416-3104 sr_paquime@yahoo.com sr_paquime@hotmail.com

(2) Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco
Calz. Del Hueso 1100, Edif. 24 Piso 1. Col. Villa Quietud, Coyoacán, C.P. 04960, México D.F.
Tel: 54837232 luisfg1960@yahoo.es lfgbaca@correo.xoc.uam.mx

Palabras clave: barro moldeado, conservación arqueológica, musealización

RESUMEN

A lo largo del sistema montañoso conocido como la Sierra Madre Occidental al norte de México, en la época prehispánica se desarrolló la llamada Cultura Casas Grandes que, dentro de sus rasgos más significativos, se caracterizó por la edificación de espacios habitacionales utilizando a la tierra como material constructivo básico.

Este hecho, asociado a la elección de abrigos rocosos localizados en las laderas de las cañadas de la Sierra, les proporcionaba un elevado nivel de adaptación a un medio ambiente con condiciones climáticas muy extremas. Los sistemas constructivos que utilizaron les permitieron desarrollar viviendas en altura con un complejo diseño estructural que generó una tipología que se conoce como “casas en acantilado”.

El relativo aislamiento de los vestigios arqueológicos que subsisten de la Cultura Casas Grandes permite identificar y caracterizar la eficiencia de los sistemas constructivos que utilizaron, y que ha hecho posible que a más de mil años de haberse realizado, se encuentren en destacadas condiciones de preservación. Sin embargo, los sitios se encuentran amenazados por diversos factores naturales y antrópicos que, en algunos casos, han sido causa de invaluable pérdidas patrimoniales.

En la presente ponencia se analizan las consideraciones que se han debido tomar en cuenta para el desarrollo de proyectos de presentación y puesta en valor de algunas de las casas en acantilado más emblemáticas de la Sierra de Chihuahua, entre las que se encuentran las Cuarenta Casas, Huápoca y Sírupa (figura 1). Se trata de destacar los criterios de intervención y conservación que se siguieron en estos sitios y de caracterizar la problemática que implica el diseño de los recorridos en el que se busca conciliar la posibilidad de lectura del patrimonio, con la salvaguardia de las evidencias materiales.

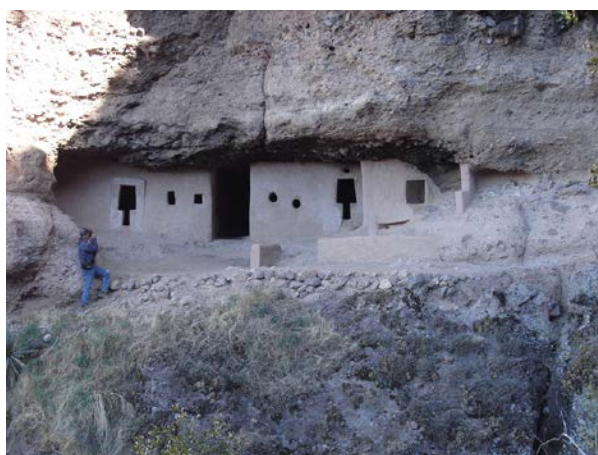


Figura 1 – Cueva de la Serpiente, Huápoca

1. INTRODUCCIÓN

Entre los acantilados de la Sierra Madre Occidental al norte de la República Mexicana, se localiza un sistema de asentamientos humanos de origen prehispánico, que está vinculado a la tradición cultural conocida como *Casas Grandes*, en referencia al sitio de Paquimé, ciudad emblemática a la que los conquistadores españoles llamaron así, debido a la dimensión de los edificios habitacionales que encontraron en el siglo XVI.

Los asentamientos de la Sierra son vestigios de conjuntos de viviendas construidas con barro moldeado para hacer habitable el espacio conformado por abrigos rocosos naturales. Estos conglomerados habitacionales llegan a presentar hasta tres niveles de altura con entresijos construidos con viguerías de madera y terrados, conformando lo que se conoce como “Casas en Acantilado” o *Cliff Dwellings*, como las han llamado los arqueólogos estadounidenses, en cuyo territorio también se localizan restos asociados culturalmente a los que se presentan en este texto (Cruz, 2007:31).

El aislamiento en que se encuentran estos sitios y, sobre todo, la sabiduría con la que fueron emplazados y construidos, hicieron posible que llegaran hasta nuestros días en un asombroso estado de conservación.

Sin embargo, la falta de respeto de las comunidades locales de generaciones recientes hacia estos sitios, ha incidido de manera determinante en su paulatino deterioro y destrucción. Algunos complejos han sido dañados por saqueadores que realizan excavaciones sin sentido; otros han sido vandalizados y parcialmente demolidos de manera intencional por visitantes insensibles a sus valores, y algunos más han sufrido los embates del ganado que se deja pastar libremente por el campo y que, para guarecerse de las inclemencias del medio ambiente, se introduce en las estructuras arqueológicas con su consecuente colapso.

En fechas recientes, estos vestigios han sido vistos por algunos pobladores locales como un recurso turístico con posibilidades de incidir en el desarrollo económico regional. Desafortunadamente, aunque esa perspectiva se sustenta en una visión patrimonial de los sitios, se vuelve también un mecanismo destructivo ya que se llevan a cabo visitas guiadas sin el conocimiento de la fragilidad de la arquitectura de tierra ni un adecuado control del comportamiento y flujo de los turistas.

Ante esta problemática, en el centro regional de Chihuahua del Instituto Nacional de Antropología e Historia, se ha implementado una serie de proyectos arqueológicos que además de la exploración, tienen entre sus principales objetivos la preservación material de los sitios y la vinculación con el desarrollo sustentable de las comunidades que habitan en sus alrededores.

Sin embargo, el diseño de acciones de intervención en estos sitios presenta condiciones muy especiales derivadas, por una parte, de los materiales y sistemas constructivos de los conjuntos, y por otra, de su localización y dificultad de acceso. Paradójicamente, los dos factores que constituyen los principales valores de estos sitios, y que en gran medida han permitido su conservación hasta nuestros días, se convierten en retos a considerar al momento de trazar propuestas de restauración y de prever su posible apertura para la visita pública (figura 2).

Incluso, es necesario plantear de manera clara la posibilidad de que las labores de documentación, y consolidación de estos sitios no culminen con su apertura pública, en aquellos casos en los que no se pueda garantizar su custodia y protección.

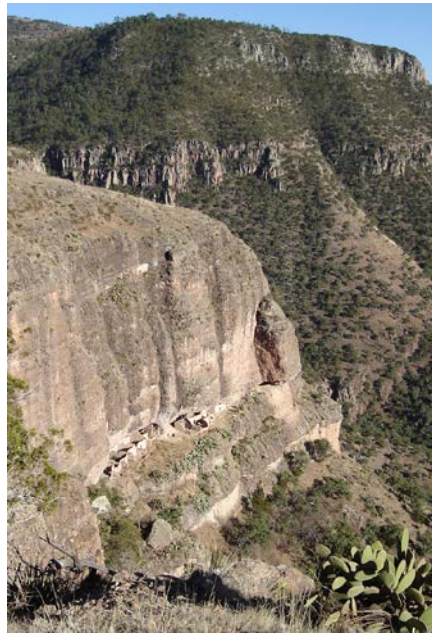


Figura 2 – Dificultad de acceso a la cueva del Mirador, Huápoca

2. DESARROLLO DE LAS INVESTIGACIONES ARQUEOLÓGICAS DE LA REGIÓN

Existen diversos relatos acerca de estos sitios, que fueron escritos entre los siglos XVI y XIX por conquistadores españoles, así como de exploradores y viajeros del norte de Europa y los Estados Unidos. Entre estos textos destaca por su antigüedad un párrafo del libro *Naufrajos* escrito por el español Alvar Núñez Cabeza de Vaca. En este documento encontramos datos referentes a los sitios de la montaña y su relación con pueblos localizados más al norte, lo que posiblemente puede ser la primera referencia histórica acerca de la ciudad prehispánica de Paquimé (Cano, 2001: 80). El autor relata que:

“...después de caminar 60 leguas por el alba de la sierra encontramos cuarenta casas donde había unos indios que portaban cascabeles a manera de collares, cuando les preguntamos que de donde los hubieron nos contestaron que los traían de una ciudad que se encontraba al Norte donde los tenían en mucho aprecio...” (Núñez, 1985: 134).

En 1660, con la entrada de los frailes Jesuitas a la región, se generaron reportes acerca de la fundación de misiones, una de las cuales se localizó cerca del pequeño valle de Sírupa, en donde se encuentra el sitio prehispánico de Las Rancherías.

Las comunidades indígenas del sitio habitaron en casas acantilado y practicaron el sistema de cultivo por trincheras labradas a los lados de los ríos. Su patrón de asentamiento era relativamente intensivo, distribuido a lo largo de los acantilados que conforman las cañadas en cuestión. Lo más sorprendente de estos grupos es la continuidad de la ocupación de estos conjuntos, ya que no fue sino hasta el siglo XVII cuando los abandonaron para ser integrados por los jesuitas a pueblos (Gamboa, 2007: 29).

En 1902 el explorador noruego Carl Lumholtz publicó *El México Desconocido*, donde narra con gran detalle las experiencias de un viaje que realizó a lo largo de la región septentrional de la Sierra Madre Occidental, cruzando los estados de Chihuahua, parte de Sonora, Durango, Zacatecas y Jalisco. En este recorrido fue integrando en su diario de marcha, aquellos elementos de la cultura y la naturaleza que llamaron su atención. En lo referente a los sitios arqueológicos de la montaña, en su texto incluyó los reportes de sitios como la Cueva de la Olla, Cuarenta Casas y Las Jarillas, en Chihuahua.

Se trata de la primera información confiable acerca de los sitios de la montaña en la que aparece una descripción planimétrica de localización de los sitios, así como dibujos en

alzado de los asentamientos descritos, llegando incluso a establecer comparaciones entre los artefactos localizados en las montañas y los que encontró en Paquimé. (Cano, 2001: 80)

Poco después, Henry A. Carey fue el primer arqueólogo que visitó la zona y plantea en publicaciones de los años treinta, la posibilidad de entender a la cultura de Casas Grandes en un sentido regional, estableciendo en estas consideraciones que los sitios de la montaña formaban parte del sistema cultural asociado a la ciudad de Paquimé.

Robert Lister en 1946 inició la búsqueda de los contactos entre las casas en acantilado del norte de México y Suroeste de los Estados Unidos habiendo realizado varias excavaciones arqueológicas en las que trataba de identificar y caracterizar las ocupaciones existentes debajo de los estratos de las construcciones de barro modelado que había en las cuevas. Los resultados de sus excavaciones en la Cueva de la Olla en Chihuahua, le permitieron establecer una datación de los estratos inferiores de las habitaciones y definir estructuras que fechó para el año 1000 a.C. cuyos contextos permitían hablar de una cultura cuya base económica estaba sustentada por la caza y la recolección (Gamboa, 2007: 29).

En 1956, Charles Di Peso inició sus estudios en la región de Casas Grandes y, aunque se centró específicamente en la ciudad de Paquimé, desarrolló un extenso trabajo de reconocimiento, en el que concentró, sistematizó y verificó en campo la información producida por los investigadores que exploraron la región con anterioridad. Di Peso corrobora los hallazgos de Lister sobre la evidencia de una antigua ocupación del tipo Mogollón en la Sierra Madre Occidental, aunque establece una cronología hipotética mucho más conservadora que sitúa la etapa más antigua hasta inicios de la era cristiana. Plantea cuatro periodos: el Arcaico Tardío (± 150 d.C-700 d.C), el Periodo Viejo (700 d.C-1060 d.C), el Periodo Medio (1060 d.C-1340 d.C) y el Periodo Tardío (1340 d.C-1565 d.C).

Como se puede observar, sin contar todavía con elementos para ratificar la antigüedad de 1000 a.C. que propuso Lister, estamos hablando de por lo menos 1500 años de ocupación continua de estos sitios arqueológicos construidos con tierra, que evidencian los procesos de desarrollo regional de la Cultura Casas Grandes.

No fue sino hasta el año de 1985 cuando el arqueólogo Arturo Guevara realiza los primeros trabajos de consolidación y restauración del sitio arqueológico Las Cuarenta Casas, concentrándose específicamente en la Cueva de las Ventanas. Sus estudios arqueológicos demostraron que los sitios de la montaña eran periféricos al área de influencia de Paquimé, y que funcionaban como generadores de recursos naturales como madera y carne, así como protectores de la ruta de la concha entre los valles y la costa (Guevara, 1986:16).

3. LOS SISTEMAS ESTRUCTURALES

Existe una notable diversidad de soluciones de conjunto en lo que se refiere al diseño original de las casas en acantilado derivada fundamentalmente de las condiciones geomorfológicas de sus emplazamientos. Sin embargo, es posible identificar una serie de patrones constructivos y formales que muestran la existencia de una cultura constructiva compartida y que además evolucionó para volverse cada vez más sofisticada.

Hay casos donde la vivienda está conformada solamente por una habitación emplazada en el abrigo rocoso, mientras que hay otros con varias decenas de locales como sucede en Sírupa, Chihuahua, donde se construyó un conjunto habitacional conformado por más de treinta espacios comunicados por patios o pequeñas plazas.

En estos conjuntos predominan las habitaciones de un solo nivel pero hay casos de dos y evidencias arqueológicas de que existieron algunas hasta de tres pisos, como sucede por ejemplo en la Cueva de Las Ventanas, en Cuarenta Casas (Orea, 2002: 10).

Varios de los documentos que han descrito los sitios en diferentes momentos, presentan algunas inconsistencias en lo que se refiere a la terminología arquitectónica y comprensión estructural, por lo que los datos deben tomarse con reservas (Guerrero, 2007: 228).

Un ejemplo de este problema es el uso inapropiado de término “adobe” que se acostumbra manejar erróneamente como sinónimo de *barro crudo*. Por ejemplo, se dice que “Las paredes de las casas de las Cuevas 2 y 3 (del sitio conocido como El Segundo) se erigieron con lodo y piedras, palizadas de madera, o con madera y carrizo cubierto con adobe. En la Cueva 3 hay un cuarto circular cuyas paredes fueron hechas de madera, carrizo y adobe”. (Sánchez, 1994: 33) En realidad de lo que se está hablando es de muros armados con materiales vegetales que fueron “embarrados”, es decir, que conformaban una especie de bajareque que no tiene nada que ver con el adobe.

En la mayoría de los sitios se emplearon técnicas constructivas mixtas de tierra, en las que predomina el manejo de muros de “barro colado o barro moldeado”, o sea, una especie de tapial pero realizado mediante el llenado de cimbras con lodo que, por su consistencia fluida, adoptaba la forma del molde. Normalmente el barro incluía una proporción importante de piedras y grava cuya dimensión granulométrica descendía conforme se elevaban las estructuras. De este modo aparecen piedras de varios centímetros en las partes bajas de las paredes y finas gravas en las zonas altas (figura 3).

“El proceso de levantar los muros se realiza por secciones de grandes dimensiones, mediante sucesivas operaciones de relleno y apisonado, desplazándose el encofrado una vez que la mezcla se encuentra seca. El proceso implica ir colocando la cimbra encima de cada bloque seccional ya seco para realizar los vaciados sucesivos hasta alcanzar la altura requerida. En los sitios serranos es fácilmente reconocible el empleo de esta técnica, ya que debido al intemperismo, es posible observar las huellas de unión entre cada sección de los muros que se manifiestan como prolongadas grietas horizontales y verticales que delimitan las secciones” (Schneider, 2001: 166)



Figura 3 – Evidencia del sistema constructivo de los muros en Sírupa

Esta técnica fue utilizada sobre todo para edificar los muros que recibían las mayores cargas por lo que es frecuente su presencia en la planta baja de los locales, donde alcanzan espesores de 40 cm o más. Cuando se llegaban a utilizar en segundos niveles, el ancho disminuía en el interior de los locales, manteniéndose continuo el paño externo a fin de preservar el equilibrio de los empujes axiales. Sin embargo, hay casos en que este requerimiento estático no se respetaba y el ancho de los muros de pisos superiores superaba el de los inferiores, lo que lógicamente se convierte en un serio problema para su estabilidad estructural y un reto para su conservación.

También era frecuente el empleo de muros de bajareque así como otros realizados con la técnica llamada “palizada” que es conocida en Estados Unidos y España como “jacal”. En un sistema constructivo similar al bajareque pero estructurado son secciones de troncos con

4 cm o 5 cm de ancho, empotrados en el suelo y recubiertos por capas sucesivas de barro. (Cornerstones, 2006: 20)

Los dinteles de puertas y ventanas eran de madera con su sección natural o trabajada para darle un perfil cuadrangular. Lo más frecuente es el uso de troncos o morillos de 5 cm a 7 cm de diámetro colocados paralelamente para formar la superficie de descarga.

Los entresijos y cubiertas se realizaban también con la combinación de estructuras portantes de madera recubiertas con barro o tierra compactada. Se presentan vigas casi siempre de sección natural ligeramente desbastadas, que a su vez cargan varas colocadas en sentido transversal para formar la superficie que recibe el barro que cierra el sistema. El sentido común y la experiencia constructiva ancestral de las culturas que habitaban la zona, les mostró empíricamente la viabilidad del uso de los materiales terrosos en combinación con sistemas estructurales de madera que permitían un adecuado control y transmisión de esfuerzos estáticos y dinámicos.

4. VULNERABILIDAD DEL PATRIMONIO

La serie de factores naturales que afectan el sitio, podrían sintetizarse en los que se derivan de la humedad en sus diferentes manifestaciones (ambiental, lluvia, infiltraciones, capilaridad, congelamiento), el desprendimiento de rocas por fallas geológicas, así como la presencia de flora parásita y fauna nociva.

Las condiciones térmicas y de humedad de los locales abandonados los hacen susceptibles para que les crezcan vegetales y los habiten insectos, arácnidos, roedores, reptiles y aves, que conforman cavidades y túneles encima y dentro de los muros, que con el paso del tiempo los debilitan. Una de las cuevas de Cuarenta Casas se ha tenido que cercar y colocar puertas porque una familia de jabalíes la utilizaba como madriguera.

Debido a que la madera es un elemento clave dentro del equilibrio estático de las casas en acantilado, la presencia de microorganismos, hongos e insectos xilófagos resulta sumamente dañina. Sin embargo, sorprendentemente es posible encontrar postes, vigas, morillos, carrizos y amarres de fibra en muy buen estado de conservación a más de mil años de haberse colocado (Guerrero, 2002:7-9).

Empero, como se comentó líneas arriba, los principales agentes de deterioro de los sitios no se derivan del medio natural sino que están asociados a las actividades humanas, algunas de las cuales tuvieron su origen desde los propios procesos de edificación.

Una buena parte de la vulnerabilidad de estas estructuras de tierra deviene de una selección errónea de los materiales, así como de fallas de diseño en los sistemas constructivos. Algunas secciones de muros muestran un cuidadoso desarrollo de la interrelación de cargas mientras que en otras se evidencia descuido o desconocimiento de los efectos por ejemplo de las leyes de gravedad. Ese es el caso al que se hizo referencia anteriormente al hablar de los espesores de los muros en los diferentes niveles de la edificación.

También es frecuente la falla en las jambas de puertas y ventanas derivada de un dimensionamiento equivocado de los claros así como de escasa penetración en el empotramiento de los dinteles de madera.

Desde luego, muchos de los problemas se han agudizado, por la falta de mantenimiento derivada del abandono de los sitios, hecho que también se consideraría dentro de la patología de tipo antrópico.

Otro problema causado por el hombre tuvo que ver con la alteración de las construcciones originales en diferentes momentos de su historia. Debido a la limitación de espacio de los abrigos rocosos en que se localizan las casas en acantilado, sus usuarios originales y las generaciones que las iban heredando, se vieron en la necesidad de añadir locales en niveles superiores, hacer elevaciones de muros, ampliar locales, abrir ventanas o cambiar puertas de lugar y hasta suprimir elementos portantes (figura 4). Lógicamente estas

alteraciones afectan el precario equilibrio de algunos de los edificios cuya estabilidad se ha visto fuertemente comprometida.



Figura 4 – La coincidencia de la puerta y el muro del lado derecho de la imagen, demuestra que éste fue colocado con posterioridad para subdividir el espacio interior. Cuevas de El Embudo

También se presenta el problema de la reutilización de los conjuntos, siglos después de su abandono. A pesar de la dificultad de su acceso, algunos de ellos fueron acondicionados para ser corrales de ganado menor y otros sirvieron como lugares de campamento de cazadores o campesinos locales (Guerrero, 2007: 230, 231).

Sin embargo, como ya se mencionó, el daño antrópico más fuerte para estos sitios ha resultado de los procesos de saqueo y visita turística. En todos los conjuntos analizados se han encontrado perforaciones en pisos y muros realizadas para “buscar tesoros”. Estos pozos de saqueo, amén de la irremediable pérdida de información histórica que conllevan, obviamente afectan el equilibrio estructural del conjunto. Desafortunadamente la precaria condición económica de los habitantes de ranchos cercanos a los sitios, propicia que por un poco de dinero sean convencidos de guiar a turistas nacionales y extranjeros a las cuevas en las que acampan y realizan actividades destructivas.

Algunos sitios han sido visitados por turistas desde hace décadas y han dejado la “tradicional” huella de su presencia a través de *grafitti* pintados o esgrafiados en los revoques o hasta en la pintura mural presente en algunos conjuntos (figura 5).

Como sucede en la mayor parte del mundo, existe un gran desprecio social por los edificios de tierra, los cuales son considerados como una arquitectura menor. Este hecho no se limita sólo a la falta de apego de los herederos de viviendas de tierra que conforman grandes sectores de los poblados históricos y tradicionales, y que cotidianamente los destruyen para substituirlos por estructuras hechas con materiales industrializados. Desafortunadamente esta visión se refleja también en la destrucción de los bienes patrimoniales de tipo arqueológico. Muchas de las estructuras prehispánicas se encuentran tan bien conservadas que la gente no toma conciencia de su antigüedad y no tienen ningún empacho en dañarlas por considerar que no son tan importantes como otros sitios arqueológicos del país, que se destacan por sus dimensiones, decoración y por el uso de materiales más “prestigiados” (Guerrero, 1994: 6).



Figura 5 – *Graffiti* realizado en 1969 sobre las pinturas murales de una habitación en Sírupa

5. LA PUESTA EN VALOR

Partiendo de estas consideraciones se planteó una serie de acciones en una región que incluye sitios de carácter excepcional tales como el conjunto de Las Cuarenta Casas, el Conjunto Huápoca, y Las Rancherías en Sírupa. La elección de estas zonas estuvo relacionada con aspectos tales como su cercanía a poblaciones con nexos carreteros, las condiciones de accesibilidad dentro del propio sitio, la densidad y dimensiones de las casas en acantilado existentes, el nivel de conservación e integridad patrimonial y, sobre todo, la facilidad de vigilancia permitiera plantear propuestas de visita turística que dieran sentido a la apertura de los sitios.

En esta decisión se contó con la participación de algunos representantes de las comunidades locales, a partir de una serie de trabajos de antropología social y planeación estratégica que realizó el Instituto Nacional de Antropología e Historia en colaboración con la asociación civil llamada Fuerza Ambiental durante el año de 2002. Se convocó a diversos actores sociales entre los que se encontraban propietarios de terrenos, ejidatarios, campesinos, prestadores de servicios turísticos y trabajadores de diversas instancias de gobierno.

Una vez que se definieron los sitios prioritarios inició la fase de actualización de la información arqueológica a fin de documentar, medir, fotografiar y dibujar los sitios elegidos. Cabe mencionar que de manera paralela se desarrolla la exploración y registro de sitios en toda la Sierra, y que ha permitido identificar más de 200 cuevas con vestigios arqueológicos de diferentes proporciones, localizadas en la zona montañosa correspondiente al estado de Chihuahua, y que es evidente que es sólo una parte del vasto patrimonio que todavía falta por identificar en toda la región.

La estrategia metodológica empleada en los casos por intervenir inicia con los reconocimientos de superficie y la elaboración croquis de la planta de los sitios, mostrando los patrones de derrumbe y escombros depositados en cada una de las habitaciones.

Se numeran locales, muros y pisos observables y se traza una retícula tridimensional de ejes cartesianos para poder iniciar la excavación arqueológica. Es importante aclarar que

como la prioridad definida para los sitios es su conservación, se descartó por completo la realización de alteraciones que eliminaran las evidencias de la última etapa de ocupación. Aunque es evidente que en todas las cuevas existen múltiples superposiciones arquitectónicas derivadas de más de un milenio de ocupación, cualquier intento por realizar una excavación arqueológica profunda implicaba acciones destructivas.

La excavación emprendida simplemente consiste en “limpiar” el sitio para liberar los espacios habitables de los escombros producidos por los derrumbes parciales de cubiertas entrepisos y algunos muros, y lógicamente se documentan, ubican y recolectan los artefactos encontrados.

Todos estos vestigios se sistematizan en una “Base de Datos de Materiales Arqueológicos” que contiene la información completa de su localización tridimensional indicando el número del hallazgo, fecha, estrato, capa, nivel, planos, fotos, objeto, materia prima, responsable del registro y observaciones. Los materiales han sido marcados con su número de registro con una nomenclatura consecutiva acompañada por el año del hallazgo, por ejemplo: 125/2007.

Durante esta etapa también se realizan croquis a mano alzada de los elementos encontrados *in situ*, que complementan los datos fotográficos con la interpretación de los objetos y espacios presentes. Esta información está referida a los planos generales de superficie. Los dibujos y planos están anotados en la base de datos relacionados directamente con su localización y los hallazgos asociados. El archivo fotográfico de apoyo incluye pisos completos, muro por muro de cada cuarto al interior y al exterior, así como los planos asociados a cada piso y a cada muro, para un mejor monitoreo en el futuro.

Con esta información se genera la fundamentación para las actividades de gabinete que tiene dos vertientes con ritmos diferentes. Por una parte se desarrolla la interpretación arqueológica de los datos que generalmente es muy tardada debido a la cantidad de variables a considerar. Por otro lado se lleva a cabo el análisis de deterioros de los inmuebles para poder emitir los dictámenes técnicos correspondientes que sustentan la generación de los proyectos de intervención, que tienen que hacerse en muy corto plazo por cuestiones logísticas y presupuestales.

Cabe mencionar que para el caso específico de la Cueva de las Ventanas en el Sitio de las Cuarenta Casas, dentro de la patología identificada se realizó la evaluación de las intervenciones que se habían llevado a cabo en los años ochenta, pudiéndose poner de manifiesto algunas fallas en la restauración derivadas sobre todo del empleo de materiales incompatibles con la tierra.

Una vez que se tienen los dictámenes procesados, se convoca a reuniones *in situ* con expertos en conservación arquitectónica y arqueológica, con el objeto de establecer de manera consensuada los criterios generales de intervención y, en la medida de lo posible, plantear estrategias de actuación en función de las prioridades de cada caso. Entre las decisiones más importantes a nivel conceptual se encuentran las siguientes:

- Liberar solamente los elementos arquitectónicos que han de ser reincorporados a su sitio original, dejando en algunos casos la evidencia de los derrumbes que no ponen en riesgo la estabilidad del sitio.
- Consolidar los componentes estructurales utilizando solamente los materiales encontrados en cada caso y siempre bajo la premisa de la mínima intervención.
- Mantener el “estado alterado” de estructuras que hubieran sufrido deformaciones o desplazamientos, que no se consideran peligrosas para su resistencia estática ni para la seguridad de los visitantes.
- Privilegiar el carácter de ruina de las estructuras evitando a toda costa las restituciones que no tengan una finalidad eminentemente estructural.

- Llevar a cabo la anastilosis solamente de los muros derrumbados que han de servir como apoyo de entrepisos o cubiertas. El resto permanece en su ubicación fragmentada como evidencia arqueológica.
- Integrar elementos estructurales tales como vigas o dinteles en vanos, cubiertas o entrepisos solamente cuando las condiciones físicas de los materiales originales resulten evidentemente inapropiadas para la seguridad estructural del conjunto.
- Introducir elementos para conducir y limitar el movimiento de los visitantes, a fin de evitar a toda costa el acceso a los locales patrimoniales. El diseño de los recorridos permite ver los conjuntos desde diferentes ángulos, pero siempre a una distancia que los mantenga resguardados (figura 6).



Figura 6 – Vista del andador frente a la cueva de Las Ventanas, Cuarenta Casas

Bajo estas premisas desde el año 2004 se ha avanzado paulatinamente en la consolidación de estructuras, se ha dotado a los sitios de infraestructura para visita pública a través del diseño de senderos y señalización, además de contratar y capacitar personal para su custodia permanente.

Estos trabajos se han podido realizar gracias a las aportaciones de la Fundación J. M. Kaplan, a *World Monuments Fund*, la Secretaría de Desarrollo Social y el Instituto Nacional de Antropología e Historia. Actualmente se encuentran abiertas a la visita pública en la región de Madera las cuevas de Las Ventanas, El Gato, El Puente y Las Ratas, dentro del conjunto llamado “Las Cuarenta Casas”, las cuevas de La Serpiente, Nido del Águila, el Mirador y Cueva Grande en el “Conjunto Huápoca”, y han concluido los trabajos de consolidación estructural de Las Rancherías en el paraje de Sírupa.

Es importante hacer notar que las labores no han sido fáciles debido a las singulares condiciones de los emplazamientos que, como resultado a su lejanía y las complicaciones de su acceso, limitan el flujo de visitantes, por lo que las expectativas de los pobladores hacia el incremento de sus ingresos económicos no han sido totalmente satisfechas. Las visitas turísticas se concentran en muy pocas fechas mientras que el resto del año se tiene muy escasa asistencia a los sitios. Por ejemplo, más de tres cuartas partes de los visitantes que recibe la zona arqueológica de Cuarenta Casas se concentran en Semana Santa y el 21 de junio y la temporada vacacional en verano. En esas fechas miles de turistas acampan en los alrededores del sitio mientras suben y bajan por todas cuevas. A pesar de que los custodios guían y dosifican las visitas, es humanamente imposible controlar a tal cantidad de visitantes.

Aunque la escasez en la afluencia turística es una ventaja para la conservación de los sitios, pues se garantiza la estabilidad de las condiciones de las estructuras, desde la perspectiva de los proyectos de difusión y gestión cultural no se tiene la misma evaluación.

6. REFLEXIONES FINALES

La arquitectura de tierra que caracteriza las casas en acantilado de las regiones montañosas de Chihuahua es una muestra invaluable del avance desarrollado en una tecnología constructiva que se adapta de manera plena a su contexto natural. A pesar de las rigurosas condiciones climáticas de la región en que está emplazada y de los siglos que ha estado abandonada, resulta sorprendente su destacado estado de conservación.

Los deterioros provocados por el medio natural han impactado de forma muy limitada a las estructuras, gracias a la calidad de sus estructuras y su ubicación en abrigos rocosos que las protegen de la acción directa de los agentes climáticos. Los daños más severos en su arquitectura se han derivado de la acción humana que en los últimos años se ha agravado con el crecimiento de la población.

Como resultado de las características materiales de los sitios y sus circunstancias locales, existe una serie de factores que condicionan los proyectos de presentación y apertura a su visita pública.

Esto nos lleva a una serie de reflexiones acerca de la complejidad de las variables que se han de tomar en cuenta en los procesos de musealización de estos sitios arqueológicos. Dada la vulnerabilidad material del patrimonio, se tienen que diseñar estrategias muy diferentes a las que se practican en el resto de las zonas arqueológicas del país, y los visitantes han de ser sensibilizados acerca de estas condiciones, debido que puede resultarles frustrante viajar tantas horas en vehículo y caminar por pronunciadas cañadas, para finalmente tener que conformarse con ver a la distancia estos singulares conjuntos habitacionales.

En lo que se refiere a los criterios de intervención que se siguieron en estos sitios, destaca la búsqueda de notoriedad entre los elementos originales y los restaurados, pero sin que se pierda la armonía del conjunto. Se modifica ligeramente la textura de los sectores intervenidos en los muros para su diferenciación del original. Los elementos de madera que son restituidos se marcan con la fecha de colocación a fin de distinguirlos de los originales.

Para la restitución estructural se emplean las técnicas tradicionales que fueron usadas en su manufactura y que siguen vigentes hasta nuestros días en la arquitectura vernácula de varias regiones del país. Los materiales a emplear son semejantes a los originales en composición, comportamiento y propiedades físico-químicas.

Se ha descartado totalmente el uso de materiales tales como el cemento y los polímeros sintéticos, toda vez que se ha comprobado, en casos de intervención previos, su ineficacia y efectos nocivos en los materiales originales. En el empleo de sustancias biocidas para la fumigación de los materiales, se siguen rigurosamente las normas establecidas a nivel internacional para su manejo. Todo el proceso de restauración se registra detalladamente en dibujos (alzados, cortes, plantas), así como fotográficamente para poder hacer su seguimiento a mediano y largo plazos.

Finalmente, hay que insistir en que resulta fundamental involucrar a los miembros de las comunidades nativas para la valoración y protección de los sitios arqueológicos. Si las personas de las localidades cercanas conocen el valor de este patrimonio y lo sienten suyo, tendrán un interés genuino por su preservación.

Los talleres de recuperación de técnicas constructivas de la arquitectura de tierra en estos poblados han demostrado ser un camino que coadyuva en la valoración y la protección comunitaria de los bienes materiales, así como del patrimonio inmaterial que constituye la cultura constructiva histórica y tradicional. En estos talleres debe jugar un papel central la participación de los niños y jóvenes, con el objeto de que vean en la conservación de su medio natural y cultural una fuente para su subsistencia a futuro.

Es indispensable entender a la conservación como un proceso dinámico cuyo objetivo final es el desarrollo sostenible de las comunidades locales.

BIBLIOGRAFÍA

- CANO, O. (2001). "Paquimé y las casas acantilado en Chihuahua". En *Arqueología Mexicana*, No.51, México D.F. (México): Raíces.
- CORNERSTONES COMMUNITY PARTNERSHIPS. (2006). *Adobe conservation*. Santa Fe, N.M. (Estados Unidos): Sunstone Press.
- CRUZ, S. (2007). "Estructuras arqueológicas del tipo casas en acantilado en el estado de Chihuahua". En Guerrero, L. (Coord.) *Patrimonio Construido con Tierra*. México D.F. (México): UAM-Xochimilco
- GAMBOA, E. (2002a). *Proyecto de Conservación Arqueológica: Huápoca 2004*. Chihuahua (México): Centro INAH Chihuahua. Archivo Técnico.
- GAMBOA, E. (2002b). *Proyecto Arqueológico Paquimé*. Chihuahua (México): Centro del INAH en Chihuahua. Archivo Técnico.
- GAMBOA, E. (2007). *Informe del proyecto arqueológico y de estabilización estructural del sitio arqueológico "Cueva de Las Rancherías", Sírupa, Municipio de Cd. Madera, Chihuahua, México*. Chihuahua (México): Centro INAH Chihuahua. Archivo Técnico.
- GUERRERO, L. (1994). *Arquitectura de Tierra*. Colección CYAD México D.F. (México): UAM-Azcapotzalco.
- GUERRERO, L. (2002). "Deterioro del patrimonio edificado en adobe". En *Diseño y Sociedad*, No. 13. Otoño. México. D.F. (México): U.A.M.-Xochimilco,
- GUERRERO, L. (2007). "Deterioro y conservación de las casas en acantilado en las Sierras de Chihuahua y Durango". En *Anuario de Investigación de Construcción con Tierra y del Diseño Sustentable*. Tampico (México): Universidad Autónoma de Tamaulipas.
- GUEVARA, A. (1986). *Arqueología del Área de las Cuarenta Casas, Chihuahua*. INAH, Colección Científica 151. México D.F. (México): INAH.
- NÚÑEZ CABEZA DE VACA, A. (1985). *Naufragios*. Madrid (España): Alianza.
- OREA, H. et. Al. (2002). *Informe de las actividades de conservación realizadas en "La cueva de las ventanas" del complejo arqueológico de Las Cuarenta Casas, Chihuahua*. Chihuahua (México): Centro INAH Chihuahua. Archivo Técnico.
- SÁNCHEZ, F. (1994) "Habitaciones en cuevas en Chihuahua". En *Arqueología Mexicana*, Marzo. No.6, México D.F. (México): Raíces.
- SCHNEIDER, R. (2001). "Preservación y conservación de arquitectura de tierra". En Schneider R. (Comp.) *Conservación in situ de materiales arqueológicos, Un manual*. México D.F. (México): INAH.

AUTORES

Eduardo Gamboa Carrera, Arqueólogo, Maestro en Restauración Arquitectónica, Candidato a Doctor por la ENAH-México. Investigador Titular y Profesor de Investigación Científica adscrito al Centro Regional de Chihuahua del Instituto Nacional de Antropología e Historia. Responsable de los Proyectos de Conservación del Patrimonio Arqueológico de la Cultura Casas Grandes en Chihuahua.

Luis Fernando Guerrero Baca, Arquitecto, Maestro en Restauración Arquitectónica, Doctor en Diseño con Especialidad en Conservación. Coordinador de la Red Iberoamericana PROTERRA, Coordinador del Comité Científico de Tierra del ICOMOS-México. Profesor-Investigador de la Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco.



LA HABITABILIDAD DE LA ARQUITECTURA DE TIERRA EN MICHOACÁN, MÉXICO. EL PAPEL DE LA MEMORIA COLECTIVA.

Eugenia María Azevedo Salomão

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH)
Utume 329, Fracc. Lomas de Vista Bella, C.P. 58090
Morelia, Michoacán, México.
Tel: (52 443) 324 60 07 eazevedosa@yahoo.com.mx

Palabras-clave: habitabilidad, memoria colectiva, arquitectura de tierra

RESUMEN

Cada edificio nuevo construido surge de otros ya existentes, de ahí, no se puede olvidar el rol de la tradición en el acto de configuración arquitectural. La *huella* dejada por el acto de habitar de las personas de otras épocas, posibilita que en el nuevo acto “configurador del espacio”, se proyecten nuevas maneras de habitar pero ancladas a una tradición existente. En esta comunicación se pone especial interés en la habitabilidad de la arquitectura con tierra en Michoacán, México, como parte de una tradición constructiva, anclada en la memoria colectiva. Cuando un grupo se posesiona de un territorio, lo transforma a su imagen -el espacio ratifica relaciones sociales- y al mismo tiempo, es presionado por la propia materialidad de su creación, a la cual acaba obedeciendo, la concepción es dinámica, y el proceso no se detiene en el momento en que el cierre se completa. Por otro lado, el pasado no se conserva y no resurge idéntico. La sociedad en cada etapa de su desarrollo, retoma sus recuerdos de manera tal que los adecua a las condiciones de su época. Así, la memoria expresa las verdades del pasado con base en las del presente. Siendo memoria colectiva, es útil al grupo social que de ella se adueña, es parte de su propia definición, se transforma en la medida que el grupo evoluciona. En este sentido, se analizan las permanencias y transformaciones de la arquitectura con tierra, revisando los hábitos sociales, los usos, las formas y la constructividad, sin olvidar su carga simbólica.

1. INTRODUCCIÓN

La arquitectura como espacio, es un artefacto humano cuya función es el habitar del hombre, que la llene con sus actividades cotidianas y especiales. En la función del espacio está el ser de la arquitectura, si eso no sucede lo que existirá es la forma, el hueco, el vacío. Por otro lado, los aspectos de clima y tradiciones culturales así como los materiales y sistemas constructivos y de manera especial la forma de vida de las sociedades, son factores importantes en la configuración del espacio arquitectónico y urbano. De esta manera, las diferentes formas de concreción del espacio arquitectónico tienen en común su naturaleza tanto física como social y, como objetivo común, atender las necesidades de habitabilidad del hombre.

La investigación con relación al tema de la arquitectura de tierra, desarrollada en el territorio de la República Mexicana, ofrece importantes aspectos de aportación en el panorama del conocimiento histórico del patrimonio construido con este material. No obstante que en este campo se han realizado importantes trabajos de investigación, hacen falta estudios que se lleven a cabo con miras a desentrañar aspectos específicos relacionados a la habitabilidad y relaciones de espacialidades logradas a través de soluciones específicas y en casos referentes a regiones concretas, develar las diferencias y similitudes provenientes de las formas de adaptación al medio físico, geográfico y social de cada cultura o grupo humano que las ha desarrollado. En este sentido, es básico revisar los hábitos sociales, los usos y como se ha dado la evolución de la construcción con tierra, para poder entender el porqué de las transformaciones que están sucediendo en ese importante legado cultural en México y de manera específica en Michoacán.

Desafortunadamente, esta arquitectura está tendiendo a desaparecer por una serie de factores entre los cuales se puede mencionar la percepción negativa que se tiene de esa tradición constructiva asociada a la inseguridad, insalubridad y sinónimo de pobreza. Esta situación ha generado desprecio por parte de las instituciones gubernamentales nacionales y de los habitantes de las regiones que se caracterizaban por el uso de la tierra como material predominante de sus viviendas.

Partiendo de lo anterior, este trabajo aborda el tema de la habitabilidad de la arquitectura de tierra en Michoacán bajo la visión del espacio como memoria colectiva y respuesta a la forma de vida de un grupo social. En este tenor se retoma a Muntañola cuando afirma que sólo el hombre habita, “Los animales no habitan, no habitan poéticamente” (Muntañola, 2002). La afirmación de Muntañola se fundamenta en que la mejor manera de saber como es una persona o una cultura es conocer su forma de vida, es analizar el funcionamiento de sus viviendas, ciudades, sus fiestas, rituales, etcétera.

El habitar es un concepto plural, colectivo, que tiene que ver con un conjunto de actos relacionados a prácticas cotidianas. Así, de la misma manera que el acto de habitar está relacionado al de abrigo, igualmente significa realizar diversas actividades como –dormir, preparar alimentos, ir de compras, etc–, confirmando lo expresado por Muntañola, aspecto que relaciona el habitar con poseer hábitos. Al respecto, Adson Lima comenta que el poseer hábitos, es la manera que torna más visible la dimensión temporal de toda habitabilidad, puesto que, “como se sabe los hábitos se hacen en el tiempo, y muchas veces, los primeros actos que lo fundaron se pierden en un inicio indeterminado, casi mítico.” (Lima, 2007).

Las ideas aquí presentadas se han desarrollado a partir de una suerte de diálogo entre las fuentes históricas y el contacto directo con las comunidades michoacanas que presentan todavía el legado de arquitectura de tierra; se advierte que el artículo es una primera aproximación al tema, quedando una serie de interrogantes por dilucidar en futuros trabajos.

2. LA “HUELLA” DE LA ARQUITECTURA DE TIERRA EN MICHOACÁN

La diversidad físico-geográfica del territorio que ocupa el actual estado de Michoacán, está configurada por diferentes climas que van desde el templado como en las regiones de la Cuenca de Pátzcuaro y la Sierra Purépecha hasta el extremadamente caluroso como la Tierra Caliente y la Costa. Estas condiciones físico-naturales han propiciado sensibles adaptaciones de la arquitectura al medio y también que los habitantes utilicen los recursos materiales existentes en cada sitio, los cuales son diversos según el clima.

Desde la etapa anterior a la llegada de los españoles, las culturas locales –destacando la purépecha– utilizaron la piedra, arcilla, madera y complementos vegetales según las necesidades y los requerimientos espaciales. Los purépechas, en la etapa prehispánica, desarrollaron conocimientos técnicos en el uso de la tierra para construcción de viviendas, como se puede observar en documentos antiguos como la *Relación de Michoacán*. Estas habitaciones prehispánicas, se elaboraban con muros hechos con armazones de madera, varas entretejidas y ademados con mezclas de tierra y agua, eran construcciones ligeras pero resistentes, las cubiertas se hacían inclinadas y recubiertas con paja. Cada material reunía características diferentes según las condiciones propias de su región, así es que las soluciones se generaron de acuerdo a las condicionantes del territorio, aspecto que está plasmado en las permanencias de una tradición constructiva que ha perdurado a lo largo del tiempo. (Azevedo, Torres, 2007)

Con la llegada de los españoles, se introdujeron prácticas constructivas relacionadas con la arquitectura de tierra que dieron como resultado un sistema constructivo mestizo. Por ejemplo, las cubiertas que eran de materiales vegetales fueron remplazadas por tejas y poco a poco se generalizó el uso de la teja de barro, razón por la cual se adquirió mucha destreza en su manufactura. La elaboración de adobe se volvió una práctica generalizada en la época virreinal y como consecuencia muchos asentamientos humanos michoacanos –urbanos o

rurales– fueron edificados de adobe, utilizando la madera en los techos y cubiertas con tejas.

Esta tradición constructiva dejó huella, configurando una manera de construir de grande adaptabilidad a las condiciones climáticas de cada sitio y, buscando las soluciones más lógicas y menos complicadas. Las diferencias siempre estuvieron en función de las características propias de cada región. Así, la espacialidad de la arquitectura, respondió a una tradición constructiva y forma de vida que ha perdurado por mucho tiempo.

Para entender los procesos de permanencia y cambio de la tradición constructiva michoacana de uso de la tierra como material predominante, involucra atender a la idea de espacio arquitectónico como producto de las necesidades básicas de uso de sus habitantes, relacionadas a la vida cotidiana; la estética y materialización además de responder al medio físico geográfico y gusto de sus habitantes, muestra los modos de vivir y sobrevivir de sus moradores y exhibe el cúmulo de valores tangibles e intangibles acumulados en el tiempo.

3. LA HABITABILIDAD Y LA MEMORIA COLECTIVA

El tema de la ancestral tradición constructiva con tierra en Michoacán, remite a la reflexión sobre la habitabilidad y el papel de la memoria colectiva. La habitabilidad como recuerdo, se entiende como aquello que permitirá que las comunidades se reconozcan como tales en una larga perspectiva histórica; en ese sentido cuando un grupo social se posesiona de un territorio, lo transforma a su imagen –el espacio ratifica relaciones sociales– y al mismo tiempo es presionado por la propia materialidad de su creación, a la cual acaba obedeciendo (Halbwachs. In: Lepetit, 2001). Como consecuencia de lo anterior, no hay que olvidar que cada espacio nuevo construido surge de otros ya existentes, de ahí, el importante rol de la tradición en el acto de configuración arquitectural. La *huella* dejada por el acto de habitar de las personas de otras épocas, posibilita que en el nuevo acto “configurador del espacio”, se proyecten nuevas maneras de habitar pero ancladas a una tradición existente (Ricoeur, 2003).

Por otro lado, el pasado no se conserva y no resurge idéntico. La sociedad en cada etapa de su desarrollo, retoma sus recuerdos de manera tal que los adecua a las condiciones de su época. Así, la memoria expresa las verdades del pasado con base en las del presente. Siendo memoria colectiva, es útil al grupo social que de ella se adueña, es parte de su propia definición, se transforma en la medida que el grupo evoluciona.

Aspecto fundamental para el tema de la arquitectura de tierra y su permanencia en el tiempo, se refiere a que los hábitos sociales y los usos parecen durar más que las formas. Así pues, se ha visto como la materialidad de las viviendas tradicionales michoacanas de adobe están en un proceso de cambio paulatino, la sustitución por materiales industrializados se está dando a pasos agigantados, principalmente en aquellas comunidades que la migración a los Estados Unidos de Norte América o a los grandes centros urbanos mexicanos es fuerte. Sin embargo, la sustitución por otros materiales, en algunos casos no ha impactado en la configuración espacial de la vivienda, éstas mantienen una organización acorde con la forma de vida resultado de una historia de larga duración.

Ahora bien, como una familia se identifica en los espacios de la casa que habita, una comunidad entera se forja en los espacios comunes de una ciudad. En este sentido, es normal que el imaginario de alguna comunidad dependa, en mayor medida de algún espacio emblemático y cargado de significados. Por ejemplo, las comunidades michoacanas con un fuerte arraigo de la cultura purépecha, están cambiando drásticamente la forma del espacio doméstico construido con los materiales tradicionales como el adobe y la madera y en algunos casos la traza y lotificación –elementos que por lo general, son más lentos en deformarse–. Sin embargo, los lugares simbólicos son conservados y cuidados celosamente por las comunidades, ejemplo de ello son los conjuntos religiosos que han mantenido los materiales tradicionales e inclusive se ha dado el caso de reconstruirlos utilizando el adobe y la madera (figuras 1 y 2).



Figura 1 – Cambios en la vivienda doméstica de Jarácuaro, Mich. Fotografía: Luis Torres



Figura 2 – Conjunto religioso de San Francisco, Uricho, Mich. Fotografía: Luis Torres

También se ha visto como algunos centros urbanos de mediana importancia y pequeños poblados han conservado su arquitectura tradicional hecha con adobe, presentando una gran homogeneidad arquitectónica. Inclusive en algunos casos, como por ejemplo la ciudad de Pátzcuaro, el centro histórico ha sido declarado Zona de Monumentos Históricos por el gobierno federal (figuras 3 y 4).

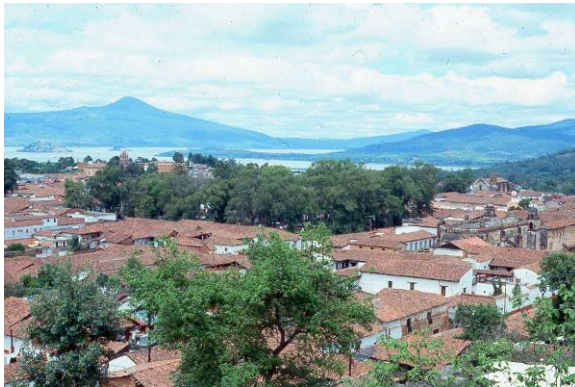


Figura 3 – Vista general de la ciudad de Pátzcuaro, Mich. Fotografía: Luis Torres



Figura 4 – Perfil urbano del poblado de Santa Inés, Mich. Fotografía: Luis Torres

De lo anterior, es fundamental examinar de nuevo lo sucedido, tanto en las grandes civilizaciones, como en las sociedades consideradas tradicionalmente como marginales; lo que sucede o ha sucedido en nuestro mundo cotidiano, en las ciudades que vivimos y en el territorio que hemos transformado. No se puede dejar a un lado el carácter documental de la arquitectura y que el espacio habitable está siempre construido históricamente. Al respecto de las Rivas (1992) dice:

“La memoria pertenece al modo de comprender la arquitectura y la ciudad. Así será posible hablar de la memoria del lugar, esa sucesión de recuerdos acumulados en un sitio, y de la tradición del lugar concretada en esos elementos que han ido configurándolo hasta su forma actual, tal y como lo percibimos. La lectura de la arquitectura implica continuamente la totalidad de nuestra experiencia –la experiencia es además la historia de la propia conciencia– como toma de conciencia y como decisión sobre el carácter de la acción sobre el mundo”

La arquitectura y construcción con tierra en Michoacán ha estado presente a lo largo de la historia, el legado patrimonial y la experiencia vernacular atestiguan un conocimiento acumulado de varias generaciones y forma parte de la memoria colectiva. Al decir de Pierre Nora, la memoria es la vida, siempre está presente en los grupos vivos y ella está en constante evolución (Nora, 1997).

4. HÁBITOS SOCIALES, ESPACIALIDAD Y CONSTRUCTIVIDAD

En este apartado se reflexiona sobre los hábitos sociales y la configuración del espacio. Se da especial atención al espacio doméstico construido en adobe en distintas áreas de Michoacán, destacando la forma de vida de las comunidades ancladas a la cultura purépecha, sin descartar otros contextos en los cuales la vivienda de adobe ha estado presente en una larga temporalidad.

4.1. Forma de vida y configuración espacial

Los aspectos de clima y tradiciones culturales así como la forma de vida de las sociedades, son factores importantes en la configuración del espacio arquitectónico. Como se ha dicho, las formas de organización del espacio son producto de un proceso cultural y tiene una relación directa con los patrones de conducta, con las actividades económicas, con las creencias, además de la adecuación al hábitat natural.

Por otro lado, toda agrupación social es espacial y como dice Rapoport: “personas y objetos están ubicados en un espacio y separados o unidos por espacios mayores o menores. De esa manera la relación espacial es más importante que los elementos mismos y que la figura física o los materiales de construcción” (Rapoport, 1990. In: Amerlinck y Bontempo, 1994); las consecuencias sociales son mayores cuando se cambia la organización espacial que la materialidad física de las construcciones. Este aspecto nos permite comprender el porqué los cambios de la arquitectura de adobe a otros materiales industrializados se están dando más rápidamente que los cambios en la organización del espacio.

Los asentamientos michoacanos que se han caracterizado por el uso de la tierra, siguen siendo en su mayoría pueblos relacionados con las actividades agrícolas fundamentalmente. La vida se desarrolla alrededor del ciclo agrícola impuestos por la siembra y la cosecha. La mayoría de las comunidades viven del cultivo de tierras comunales, pequeña propiedad o tierras ejidales; producen maíz, trigo, frijol, calabaza y hortalizas, que son para el consumo familiar y en algunas ocasiones se vende en la propia comunidad o en pueblos cercanos. En la unidad doméstica se dan otras actividades que complementan el trabajo agrícola; por ejemplo, la producción artesanal en algunas comunidades ha sido más redituable que la agricultura por lo que se dedican más a esta actividad. En regiones como la Cuenca Lacustre de Pátzcuaro, la pesca es una actividad importante de algunos pueblos. Además de estas actividades, se puede mencionar que algunos pobladores se dedican a algunos oficios asalariados, destacando el de albañiles. Como ya se dijo, el acelerado proceso de migración a los Estados Unidos, ha propiciado cambios sustanciales en algunas comunidades michoacanas, que se han reflejado en la arquitectura y como consecuencia en la morfología de los pueblos.

La configuración espacial de los asentamientos humanos michoacanos caracterizados por la arquitectura de adobe, con cubiertas inclinadas de tejas de barro, conformaban unidades homogéneas. De esa manera, la permanencia de los sistemas constructivos tradicionales en las unidades domésticas, configuraban patrones de asentamientos de gran unidad. Al respecto Bonfil (1995) comenta lo siguiente:

“Las características de las casas-habitación (tamaño, distribución de espacios, materiales de construcción, etc.), la relación entre una casa y las demás (su ordenamiento, su agrupación en secciones con características homogéneas, etc.), la relación entre habitaciones y otras estructuras dentro de la localidad (templos, plazas, murallas, edificios públicos, fuentes de abastecimiento de agua, etc.) y, finalmente, la relación en un ámbito mayor, entre diversas localidades (el patrón zonal o regional), se ajustan siempre a ciertas normas, presentan cierta regularidad y recurrencia, si se les considera en un momento dado y dentro de un área culturalmente homogénea.”

En pocas palabras, los cambios en los sistemas constructivos tradicionales de las unidades domésticas, alteran las características de la configuración espacial de los pueblos y a su vez de todo un territorio que durante una larga temporalidad conformaron paisajes culturales uniformes.

4.2. La habitabilidad en la unidad doméstica

A pesar de los cambios operados principalmente por la migración, se puede considerar que la familia sigue siendo la base de la organización social en los pueblos michoacanos. Las personas que integran el grupo doméstico desempeñan las actividades necesarias para su existencia y la división del trabajo es de acuerdo al sexo y edad. En la mayoría de las comunidades todavía se observa la persistencia de la organización espacial básica de la unidad doméstica, visible en la forma como se agrupan los espacios construidos alrededor de patios, las áreas de cultivo como parte de la vivienda, así como la persistencia de la “casa” *cuarto-portal-tapanco* (Bontempo, 1997).

El concepto de vivienda en la mayoría de los pueblos michoacanos, destacando el área predominantemente purépecha, va mucho más allá de espacios a cubierto; la vida cotidiana y la gran mayoría de las actividades de los habitantes se llevan a cabo al aire libre. De esa manera, la vivienda está conformada de espacios exteriores delimitados por cercas de piedra, muros de adobe u otros materiales (común en las comunidades rurales y semi-urbanas). En su interior está el patio en el cual están áreas de estar y de servicios (baños, letrina, hornos, lavado de la ropa), el solar en donde se siembran la milpa y hortalizas y también se cultivan los árboles frutales. El espacio a cubierto como los cuartos y las cocinas, en la mayoría de los casos presentan un vano que los comunica con el exterior, son espacios reducidos. También están presentes los espacios de transición como los portales y tejados que sirven de cocinas, talleres o áreas para el lavado de la ropa y de trastes (Azevedo, 2008) (figura 5).



Figura 5 – Vivienda tradicional de adobe, San Pedro Pareo, Mich. Fotografía: Luis Torres

Es importante considerar que esta forma de vida está anclada a las tradiciones culturales prehispánicas. Por otro lado, el influjo español aportó otras actividades cotidianas que se mezclaron a las costumbres indígenas locales. Al decir de Carlos Paredes (Paredes, 2008) era común que en torno a la familia cristiana española en los ámbitos urbanos como en Pátzcuaro y Valladolid, se allegaran sirvientes, esclavos, huérfanos, que por diversas razones se avecindaban en una casa, compartiendo el mismo techo. De esa manera, hay una simbiosis de las formas de vida local y europea, que repercuten en la organización del espacio doméstico en el medio rural y urbano. Las variables climáticas y medio ambientales del territorio michoacano, así como las constantes adaptaciones a lo largo del tiempo, han dado como resultado nuevas y cambiantes realidades en términos de habitación y habitabilidad. Resalta de lo anterior que en todas estas variantes, siempre el espacio exterior y la utilización de una tradición constructiva anclada a los materiales del lugar había sido el patrón de habitación y habitabilidad. Hoy día, vemos con recelo la pérdida paulatina de esta habitabilidad.

4.3. La constructividad

El filósofo francés Paul Ricouer en su meditación sobre el espacio habitado comenta que el primer dato fenomenológico asociado con el de habitar es el de la espacialidad corporal y ambiental inherente a la evocación del recuerdo. Así, el “haber vivido” en una determinada casa, en determinada calle, en determinado asentamiento humano, o el haber viajado y conocido otras formas de vivir, conforman una memoria individual, privada, y una memoria

compartida con los demás. A partir de la evocación del recuerdo, en los confines del espacio vivido y del espacio geométrico es donde se lleva a cabo el acto de habitar. Pero el acto de habitar no se realiza sino en virtud del de construir (Vergara, 2004) por tanto, la forma de construir tiene una relación directa con el habitar y por supuesto con la memoria y el recuerdo, aspecto ya comentado anteriormente.

La tradición constructiva de los artesanos michoacanos con relación al uso de la tierra forma parte de esa memoria colectiva, del recuerdo del espacio vivido. Esta experiencia acumulada a través de varias generaciones, ha distinguido al artesano michoacano en el uso racional de los materiales primarios, en la manufactura de muros elaborados con adobes y cubiertas de vertientes con tejas. Las soluciones con mamposterías de adobes están ancladas a la arquitectura doméstica en su más sencilla expresión, y también a las creaciones arquitectónicas relevantes como las naves de templos y capillas dedicadas al culto religioso, los palacios y casas de familias adineradas, los cascos de haciendas que en otro tiempo configuraron los conjuntos dedicados a la producción agrícola, ganadera y minera y, muchas otras edificaciones destinadas a diversos usos de la vida productiva (Torres, Azevedo, 2007) (figura 6).



Figura 6 – Obras de rehabilitación con adobe, templo de Villa Madero, Mich. Fotografía: Luis Torres

La manufactura de los adobes se realiza, utilizando la tierra existente en el lugar, a través de métodos empíricos se ha llegado a pruebas de la calidad de la tierra y de la mezcla con huinumo (hoja de pino) y paja; además la obra por lo general se efectúa con la aportación de mano de obra de la población, organizada en faenas (sistema local de organización para realizar los trabajos). En muchos poblados michoacanos, solía predominar la autoconstrucción, el uso de materiales locales y diseños considerados como arquitectura tradicional o vernácula, siendo una de las características la de estar permanentemente adaptada a las necesidades de la familia. Al entrar a los patios y a los espacios cerrados se percibía y aún se percibe en muchas localidades que conservan esta tradición constructiva, una mayor flexibilidad en el uso de los espacios, adaptándose a las actividades del grupo doméstico a lo largo del ciclo anual —el tiempo de siembra y de cosecha, de pesca— y modificándose según la fase del ciclo de vida del grupo doméstico en tanto que rige el patrón de residencia patrilocal y reglas de herencia (Castilleja, 2008).

Antes, la construcción de la vivienda era una actividad de la familia; hoy día, se observa que en muchos casos ya se contratan albañiles para la construcción de la casa, principalmente si éstas son hechas con materiales industrializados. Otro aspecto importante de comentar es que el crecimiento familiar genera cambios en la configuración del espacio de la vivienda. En el caso de las comunidades purépechas, es común que el hijo varón siga viviendo en el solar de los padres lo que significa ampliar los espacios construidos, disminuyendo en ocasiones los espacios abiertos productivos. La vivienda tradicional presenta una gran flexibilidad al adaptarse al crecimiento familiar, sin perder sus elementos espaciales que dan unidad al conjunto. La vivienda es una herencia familiar anclada a fuertes tradiciones constructivas.

La ciudad y la arquitectura son relatos que se conjugan en el pasado, el presente y el futuro; por lo tanto hay una fuerte analogía entre el tiempo narrado y el espacio construido. En el texto de Ricouer *Arquitectura y narrativa* (2003), él tiene como meta fundir la espacialidad del relato y la temporalidad del acto arquitectónico mediante el intercambio bidireccional “espacio-tiempo” y dice:

“Asimismo, el espacio construido es una especie de mezcla entre lugares de vida, que envuelven al cuerpo viviente, y un espacio geométrico en tres dimensiones en el que todos los puntos pueden pertenecer a cualquier lugar. Se podría decir que está modelado al mismo tiempo en el espacio cartesiano, en el espacio geométrico, donde todos los puntos pueden ser, gracias a las coordenadas cartesianas, deducidos de los otros puntos, y en el lugar de vida, el sitio. En el momento del presente que es el nudo del tiempo narrativo, el lugar es el nudo del espacio que es creado, construido”.

Por lo anterior y de acuerdo a Ricouer (2003), el acto de construir, edificar en el espacio, pasa de una fase de prefiguración, que se vincula a la idea, al acto de habitar, a una segunda fase, intervencionista, que es el acto de construir y finalmente a una tercera fase, la de la reconfiguración, que es la relectura de nuestras ciudades y de todos los lugares que nosotros habitamos. El hombre ha construido porque ha habitado.

Por otra parte, es fundamental tener en cuenta las operaciones de construir; éstas, envuelven el acto de permanecer, de pararse y establecerse, que no es desconocido para los seres humanos en sus distintas formas de vida; por ejemplo la historia constructiva en el territorio michoacano desde etapas muy remotas, ha demostrado que los habitantes han sido profundos conocedores del medio y el espacio creando una sabia respuesta a la forma de vida.

5. REFLEXIONES FINALES

Para concluir conviene revisar el porqué de la pérdida paulatina de este patrimonio arquitectónico construido con tierra en el territorio michoacano. En visitas recientes efectuadas a localidades que eran representativas de esta tradición constructiva, se han podido observar cambios sustanciales en el diseño arquitectónico, materiales y sistemas constructivos, tanto en la arquitectura privada como en la pública.

Se ha dicho en el desarrollo del trabajo que el acto de construir está anclado al recuerdo y a la memoria colectiva, cada espacio nuevo construido surge de otros ya existentes; de ahí, el importante rol de la tradición en el acto de configuración arquitectural. Por otro lado y de acuerdo a Pierre Nora (Nora, 1997) la memoria es la vida, siempre está presente en los grupos vivos, ella está en constante evolución, abierta a la dialéctica del recuerdo y de la amnesia.

Lo que está sucediendo en Michoacán, como en muchos otros lados de México y Latinoamérica, los cambios de la arquitectura tradicional de tierra han sido propiciados por muchos factores. En el caso michoacano, se ha comentado que una de las causas ha sido la migración hacia los Estados Unidos de Norte América (EUA); sin embargo es importante tener en cuenta otros agentes que también inciden en las transformaciones que se están dando en este patrimonio construido que caracterizaba a las comunidades tradicionales, como es la diferenciación social, la necesidad de reflejar un cambio de *status*, la búsqueda de nuevas identidades, entre otros factores.

También se ha visto que construir con adobe y teja pasa a ser una moda y artículo de “lujo”; se observa su uso en ciertos tipos de instalaciones de esparcimiento, hoteles y casas de campo, valorada por una élite que ve a este tipo de arquitectura como una atracción turística o pintoresca, claro, en muchos casos también se ha visto los beneficios climáticos y de habitabilidad.

Además, las políticas orientadas a la salvaguarda de la arquitectura tradicional no han sido las adecuadas. En la mayoría de los casos se están promoviendo a estos pueblos como lugares de atracción turística y las actuaciones físicas vislumbran transformarlos en un escenario para el visitante. Sólo se puede lograr una eficiente protección de este patrimonio, en la medida que las comunidades sean tomadas en cuenta y que se promuevan iniciativas

que incidan en las causas que están originando los cambios físicos. Se concluye afirmando la necesidad urgente de considerar a los actores sociales como hacedores del patrimonio y reactivar en ellos la memoria, el recuerdo de una habitabilidad del espacio que respondió durante mucho tiempo al contexto físico y social, por supuesto sin negar las necesidades de la vida contemporánea.

BIBLIOGRAFÍA

AMERLINCK, Mari-Jose; BONTEMPO, Fernando (1994). *El entorno construido y la antropología: introducción a su estudio interdisciplinar*, México D.F. (México): CIESAS.

AZEVEDO Salomão, Eugenia Maria (2008). La vivienda purépecha: habitabilidad y forma de vida. In : Eugenia María Azevedo Salomão (coordinadora). *La vivienda purépecha. Historia, habitabilidad, tecnología y confort*. Morelia (México): Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología Michoacán.

AZEVEDO Salomão, Eugenia Maria; TORRES Garibay, Luis Alberto (2007). Arquitectura de tierra en la vivienda rural en el obispado de Michoacán virreinal. In: *Terra en Seminário 2007. V Seminário Arquitectura de Terra em Portugal. Terra Brasil 2006-I Seminário Arquitectura e Construção com Terra no Brasil. IV Seminário Arquitectura de Terra em Portugal*. Lisboa (Portugal): Argumentum.

BONFIL, Guillermo (1995). Los patrones de asentamiento en el área nuclear de la región simbiótica del centro de México. In: Guillermo Bonfil, *Obras escogidas de Guillermo Bonfil Batalla*, Tomo IV, México D.F. (México): INI / INAH / DGCP / CNCA / SRA / CIESAS.

BONTEMPO, Juan Fernando (1997). Un análisis del troje purépecha. In Mari-Jose Amerlinck (compiladora), *Hacia una antropología arquitectónica*. Guadalajara (México): Universidad de Guadalajara.

CASTILLEJA, Aída (2008). El espacio doméstico en pueblos purépecha como producto histórico y cultural. In: Eugenia María Azevedo Salomão (coordinadora). *La vivienda purépecha. Historia, habitabilidad, tecnología y confort*. Morelia (México): Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología Michoacán.

DE LAS RIVAS, Juan Luis (1992). *El espacio como lugar, sobre la naturaleza de la forma urbana*, Valladolid (España): Universidad de Valladolid.

LEPETIT, Bernard (2001). *Por uma nova história urbana*, Heliana Angotti Salgueiro (selección de textos, revisión crítica y presentación), São Paulo (Brasil): Edusp.

LIMA, Adson Cristiano (2007) Habitar e habitus-um ensaio sobre a dimensao ontológica do ato de habitar, www.vitruvius.com.br/arquitectos/arq000/esp450.asp.

MUNTAÑOLA Thornberg, Joseph (2002). *Arquitectura, modernidad y conocimiento*. Barcelona (España): Ediciones UPC.

NORA, Pierre (1997). *Les Lieux de Mémoire*, Paris (Francia): Quarto Gallimard.

PAREDES, Carlos (2008). Notas en torno a su historia y habitabilidad en la época colonial. In: Eugenia María Azevedo Salomão (coordinadora). *La vivienda purépecha. Historia, habitabilidad, tecnología y confort*. Morelia (México): Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología Michoacán.

RICOUER, Pau. (2003). Arquitectura y narratividad. In: *Arquitectonics, Mind, Land & Society, Arquitectura y Hermenéutica*. Barcelona (España): UPC.

TORRES Garibay, Luis Alberto; AZEVEDO Salomão, Eugenia María (2007). Recuperación del patrimonio construido en tierra: el caso del templo de la Sagrada Familia en Villa Madero, Michoacán, México. In: *Memoria V Seminário de Terra em Portugal*. Aveiro (Portugal): Universidade de Aveiro. 1 CD-ROM.

VERGARA, Luis (2004). *Paul Ricouer para historiadores*. México D.F. (México): Universidad Iberoamericana, Plaza y Valdés.

AUTORA

Eugenia Maria Azevedo Salomão, arquitecta, maestra en Arquitectura con especialidad en Restauración de Monumentos, doctora en Arquitectura, profesora e investigadora de tiempo completo de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, México. Cuenta publicaciones en revistas especializadas, libros, ponente en congresos. Línea de investigación: historia de la arquitectura y urbanismo, conservación del patrimonio edificado, habitabilidad de la arquitectura tradicional. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel II.



TRADICIÓN CONSTRUCTIVA EN TIERRA CRUDA EN LA CIUDAD DE SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

Guadalupe Salazar González

Facultad del Hábitat, Universidad Autónoma de San Luis Potosí
Bronce 149, 78180, San Luis Potosí, SLP, México
Tel. 52 (444) 8170037, salazarg@fh.uaslp.mx

Palabras clave: México, tradición constructiva, adobe

RESUMEN

La ciudad de San Luis Potosí, México, cuya fundación es de finales del siglo XVI, tiene construcciones bajo la tradición constructiva del semidesierto: en mamposteo y en tierra cruda, en particular con muros de tapia o de adobe y techos de viguería y terrado, sistema que existía desde antes de la llegada de los españoles a América.

Algunos de los edificios religiosos, civiles y habitacionales virreinales fueron contruidos con los materiales que el medio físico ofreció, para responder a las solicitudes del tipo de suelo ("tepetate" con aguas freáticas casi superficiales), a las condiciones climáticas (seco y calido) y a las temperaturas extremosas en el día de hasta más de 15°C; a lo cual los sistemas constructivos en tierra respondían adecuadamente, sobre todo a las grandes contracciones y dilataciones de los elementos tectónicos, a las necesidades de confort climático y a la mano de obra local.

La arquitectura virreinal habitacional de la ciudad potosina, al final del siglo XIX se remozó con fachada y/o detalles neoclasicistas en cantería, que hizo posible su pervivencia, ahora permite su estudio. De esa manera, los esquemas espaciales y la forma global de los edificios se mantuvieron, pero adquirieron el revestimiento de un material compatible que contribuyó a su conservación. En cuanto a la pervivencia física de la vivienda de la población de bajos recursos conocida como "jacal" esto no sucedió, ni tampoco la permanencia del saber hacer y el conocimiento constructivo.

El presente trabajo caracteriza dichas edificaciones, contrasta el análisis físico de las edificaciones con lo que ofrecen los documentos de archivo acerca de su fábrica (materiales, funcionamiento de elementos tectónicos y patologías que padecía antes y después del remozamiento) y se complementa con los testimonios de algunos constructores tradicionales.

1. INTRODUCCIÓN

Los espacios habitables llegan a su concreción a través de diversas tecnologías que se han utilizado en su producción, e implican los medios y procedimientos aplicados, al conjunto de máquinas y herramientas, insumos materiales naturales y producidos, dentro del marco de conocimientos de una sociedad en un momento determinado. Esto a su vez es parte del modo de apropiación del grupo social del medio físico (clima, terreno, territorio, paisaje) y a la manera de habitarlo.

Por lo anterior, la tecnología de construcción varía según el lugar, época y grupo social. En este caso, en la ciudad de San Luis Potosí (capital del estado del mismo nombre, en el centro de México, en una zona de frontera geográfica y cultural) cuyas características propiciaron que se edificara con materiales pétreos –principalmente el adobe– como sucedió en primera instancia durante el periodo prehispánico y virreinal, tal como dan cuenta los documentos virreinales de archivo y los vestigios que aún pueden observarse por el trabajo arqueológico.

El presente estudio, que es parte de un proyecto mayor, se planteó caracterizar los procedimientos y métodos de construcción que han sido utilizados para edificaciones de lo que se conoce como el "Centro histórico de la ciudad de San Luis Potosí", además de exponer la manera como se han conservado las edificaciones virreinales y decimonónicas

construidas en tierra, muchas de las cuales, paradójicamente, presentan la imagen y generan la creencia común de que son de mampostería de piedra. Para este estudio se identificaron varias etapas en las construcciones, con base en los materiales predominantes existentes, técnicas aplicadas y acontecimientos que han marcado la historia en la evolución de la ciudad.

2. ÁMBITO DE ESTUDIO

La ciudad de San Luis Potosí fue fundada en 1592 para la explotación de oro y plata; se localiza en una planicie a 1877 msnm. En la planicie posee una flora de cactáceas (nopal, garanbullo, biznaga, sábila, maguey, lechuguilla), palma yuca y mezquite, y en la zona serrana: encino y algo de pino. El clima es seco estepario, aunque extremo; posee fértiles tierras para la agricultura de cereales, frutos y legumbres, incluso para la vid, pastizales y aguas cubren la planicie. La naturaleza proporciona como materiales de construcción: tierras para adobes y mezclas; varas, piedras calizas, cantería rosa, piedra basáltica, fibras y mucilagos de cactáceas, zacate y rastrojo de maíz para estabilizar mezclas, morillos de palmas y del quíote¹ del maguey, troncos de madera de pino, y cal.

Al ser zona de frontera cultural y geográfica, pasó por periodos de sequía o de abundancia pluvial, por lo que se poblaba y despoblaba, con algunas etapas sedentarias y otras de abandono; lo que explica que tuviera con frecuencia población sedentaria y seminómada. Braniff (1992) supone que en la zona, en el periodo previo a la llegada española, se dio un intercambio pacífico entre los pueblos nómadas y los ahí asentados lo que supone una economía mixta agrocazadora. Durante el virreinato siguió siendo tierra de frontera entre los reinos de la Nueva España y el de Nueva Galicia, y entre los obispos de Michoacán y el de Guadalajara, lo que le dio a su vez elementos culturales híbridos de las dos zonas.

En particular, la zona de estudio fue el área del centro histórico definida por el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), que comprende un universo de 1342 inmuebles, con los cuales se calculó una muestra aleatoria con un margen de error de 5%, que dio como resultando 35 unidades de análisis, a las cuales se les elaboró una ficha técnica que incluye levantamiento planimétrico y fotográfico (figura 1).

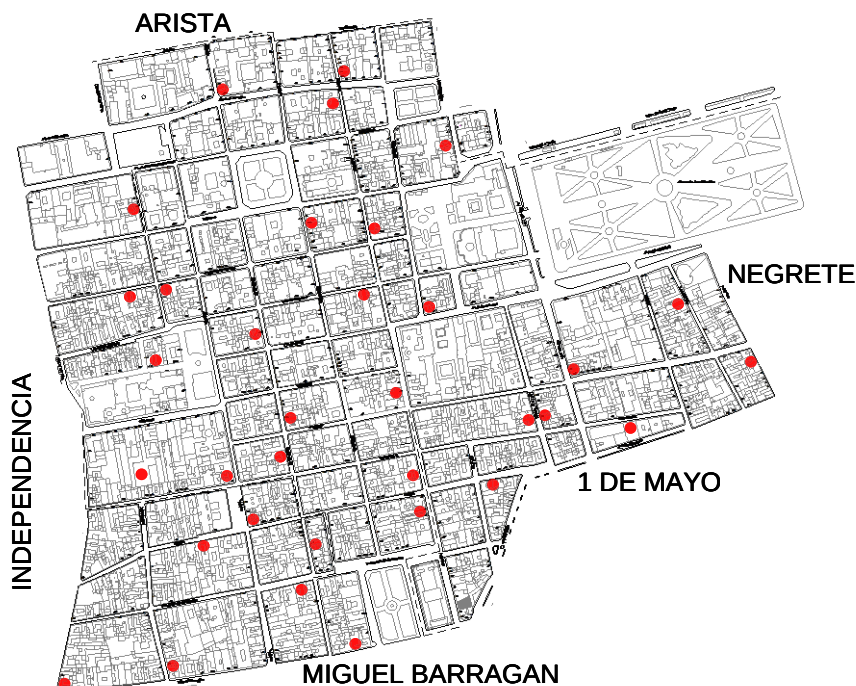


Figura 1 - Perímetro denominado como universo y la ubicación de las unidades de la muestra

3. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Antes de exponer la situación actual de las edificaciones en el centro histórico de San Luis Potosí se darán los antecedentes virreinales y los previos a la llegada de los españoles, pues darán los elementos para comprender la realidad actual.

3.1 Antecedentes Indoamericanos

Los asentamientos anteriores a la llegada de los españoles en la zona cercana a la ciudad de San Luis Potosí son de poca extensión, al pie de los cerros y cerca de alguna fuente perenne de agua, con casas permanentes. Las casas de planta rectangular tenían cimientos de piedra y muros de adobe, con pisos de relleno de una mezcla de tierra y mucho zacate, para levantar el nivel, terminada con un piso de tierra compactada y una capa delgada de cal (Braniff, 1992).

En particular, el sitio llamado Electra Manuela tiene tres fases: la San Juan (70–200 d. C.), con influencia temprana de la tradición de Chupícuaro; la Fase San Luis (650-900 d. C.), en la que se observa influencia de Río Verde; y la fase Reyes, con influjo de la cultura tolteca (900-1200 d. C.). Todo indica que las tres fases son colonizaciones de distintas culturas, entre la cuales hubo periodos largos de abandono por lo que no se puede hablar de la evolución de un pueblo.

Los asentamientos muestran diferencias espaciales, pero semejanzas constructivas. En la Fase San Juan se hacían cuartos con muros de adobe alineados en dirección N20W y S70E. La gran cantidad de tiestos y metates dentro de los cuartos excavados sugieren que su función fue: de habitación, cocina y almacén (*Ibidem*: 153).

En la Fase San Luis, el asentamiento es más planificado, hay plataformas, casas en tierra de buena factura y un “centro ceremonial”. Las construcciones parecen haberse superpuesto con pisos de nuevas capas de barro, rellenándose a base de tortas de lodo revuelto con zacate acomodado para formar una especie de “petatillo” o tejido muy grueso. Las casas fueron con muros de adobe, cimientos de piedra bola pegada con barro. El tamaño de los cuartos sugiere que servía para una familia, pero uno grande (por ejemplo la unidad G medía 15,2 m x 15,2 m) seguramente albergaba una familia extensa o de mayor categoría social, era de planta cuadrada con acceso hacia el poniente, con un patio central, donde existía un sistema de drenaje (*Ibidem*: 152-153). Todos sus muros, pilastras, contrafuertes en forma cuadrada y bancas eran hechos de adobe. Los pisos eran de tierra, a veces pintados de color ocre; algunos pisos aparecen quemados –quizá fue el motivo de su destrucción– o de adobe muy compacto con una fina capa de cal encima. Las paredes se revocaban con lodo y a veces se estucaban y se decoraban en colores rojo, amarillo y verde. Otros edificios se desplantan de plataformas de piedra bola con lodo y en un edificio hay un muro hecho de una celosía de pequeños adobes de color ocre. Hay evidencias que, en la unidad A de Electra, los techos fueron planos, de ramas y zacate con un entortado de lodo, pues la excavación mostró secciones del piso de un cuarto cubierto por un aplanado grueso quemado de 18 cm, con impresiones de troncos de unos siete cm de diámetro y de varas de uno o dos cm de diámetro, todos ellos dispuestos en la misma dirección de los muros norte y sur, que se infiere corresponden al techo desplomado; es el mismo tipo de techumbre que se encuentra en todo el Altiplano potosino (*cf.* figura 2).

En la Fase Reyes se dio una reocupación de la arquitectura existente: algunos muros que siguen la misma dirección de los edificios antiguos ya que están adosados a éstos. La gente que vivió en la antigua unidad G vivió solamente en las secciones al poniente donde se ubica la puerta de acceso (*Ibidem*: 155).

Las tres fases previas a la llegada europea en la zona muestran que las soluciones son casi las mismas, que independientemente de la tradición cultural, obedecen a los recursos disponibles y a las exigencias bioclimáticas del sitio; que los grupos pueden llegar a las mismas soluciones en las mismas condiciones. Esto también se corrobora con la llegada de

los europeos, pues en el periodo virreinal y aún actualmente se vuelven a encontrar los mismos sistemas constructivos, como se verá a continuación.

3.2 Antecedentes virreinales

Las edificaciones civiles y religiosas del siglo XVI y XVII en San Luis Potosí fueron de fábrica modesta, con cimientos de piedra y adobe, techumbre de terrado cargado por vigas y para los grandes espacios, cubiertas con estructuras de madera a dos aguas. Por ejemplo, el primer templo de la región se erigió hacia 1588 por el franciscano fray Diego de la Magdalena. Se trata de la ermita de la Santa Veracruz construida con bajareque y con un altar de adobe, como núcleo del asentamiento que pretendía “reducir” a los indios guachichiles nómadas. Se localiza en el sitio donde después se fundó el Colegio jesuita, y que hoy es sede de la Universidad.

Después, para la parroquia erigida entre 1596 y 1598, primera edificación de la futura sede del obispado potosino, el maestro albañil Juan de Buitrago se obligó a hacerla “de sesenta y cuatro varas de largo y doce varas y media de ancho” (53,76 m x 10,50 m) con cimientos de cinco tercias (1,4 m) y un sobrecimiento de una vara (84 cm), con mezcla en proporción 1 de cal por dos de tierra colorada. Con muros en adobe con “tierra para sentar dichos adobes”, de 11 varas (9,42 m) de altura y cuatro tercias (1,32 m) de ancho (Velásquez, 1982: 8-33). Para el siglo XVI y XVII, el resto de los edificios se erigieron con los mismos materiales, como las casas reales que tuvo muros de adobe, cubierta de tejamanil y terrado, como se indica aún en 1681 cuando se reparó un muro de adobe de la sala de cabildo (Betancourt, 1921: 100-101); edificio que permanecerá hasta 1767 cuando sufre pillaje por la rebelión de los pueblos de indios y mineros de Cerro de San Pedro por abusos y mala administración de los limosnas y por la expulsión de los jesuitas, por lo que el visitador José de Galvéz ordena su reedificación. Para la alhóndiga, que estaba al lado de las casas reales, y para la cárcel que estaba atrás de dichas Casas, el cimiento fue de piedra, muros de adobe y aplanados, cubiertas de tejamanil y terrados.

El sistema constructivo en adobe se complementaba con trabajo de cantería para salvar los vanos como así se consigna para las puertas de la parroquia: “es condición que las dos puertas de los lados que han de llevar marcos han de quedar de siete pies de lumbre en los marcos de ancho y el alto conforme la orden sesquialtera requiere”, e igual para las ventanas abocinadas “es condición que las otras cuatro ventanas que han de ir en los lienzos largos han de tener ocho palmos y medio de alto y seis de ancho, y se han de asentar los marcos de ellas en la pared para que lo restante de cada parte quede achaflanado a todas partes, para que columbre por la una parte y la otra” (Velásquez, 1982: 8-33). Esta manera de enmarcar con cantería los vanos se empleó para la descarga y protección de vano, unificando los elementos estructurales en piedra (jambas, cerramientos, sobrecimiento y en ocasiones los arcos de descarga). También se empleó de esta manera la cantería para las casas del pueblo español y pueblos de indios, ya que hacerla toda en piedra era costoso; se siguió empleando así aún en el siglo XIX y muchas de las edificaciones con el sistema se conserva hasta hoy (cf. figura 2). Los sobrecimientos en piedra, de aproximadamente una vara, al revocarse se revela al pintarse como guardapolvos.

En cuanto a las cubiertas, lo común eran planas de terrado o techo franciscano con base a morillos, que como vigas simplemente apoyadas reciben las lajas o ladrillos, las rajadas de madera o el tejamanil, la torta de tierra y otra capa de una mezcla para impermeabilizar, con una pendiente y suficiente para desalojar el agua pluvial; la capa de tierra empleada en el techo debió ser gruesa pues para las azoteas en la reparación de las casas reales se emplearon “58 carretadas de tierras prieta”, lo cual servía para reaccionar bien ante los cambios bruscos de temperatura durante el día y sin fracturarse (AHESLP, *Ayuntamiento, 1655-1662, Actas de Cabildo*).

En ocasiones se empleaban quiotes¹ en lugar de morillos como vigas, Buitrago en su testamento señaló que debía cinco pesos por una carretada de quiotes, los cuales

seguramente fueron empleados en la construcción, ya que siendo maestro albañil y por ser su costumbre, acarreaba los materiales para las obras (*Alcaldía Mayor de SLP*, A-7, 1606, exp. 1). Por ejemplo, en 1657, para los reparos de un aposento en las casas reales se emplearon dos morillos y diez para la casa (AHESLP, *Ayuntamiento, 1655-1677*, Actas de Cabildo). El sistema de cubierta aún se conserva, aunque ya no se emplea pues comenzó a sustituirse por materiales industriales desde el inicio del siglo XX, como se verá más adelante.

Las casas del pueblo español para los moradores de sus barrios eran modestas y pequeñas pero se fabricaban con el mismo sistema constructivo, en ocasiones con cerramiento de madera, morillos o quíotes, en lugar de cerramiento de cantería; por ejemplo una casa en el barrio de San Lorenzo contenía tan sólo un aposento de adobe cubierto de morillos con su puerta a la calle de 6 x 5 varas o 5.04 x 4.2 m (AHESLP, *Alcaldía Mayor de SLP*, Hierros, f. 23v).



Figura 2 – El sistema constructivo en casas de uno y dos niveles en adobe, con marcos de cantería, sobrecimiento de piedra y el techo de terrado. San Luis Potosí

Otra vivienda hecha de adobe y terrado, cubierta de morillos, en el mismo barrio en la callejuela que sale de Salsipuedes para la huerta La Alfalfa, tenía un zaguán, patio, sala, aposento cocina y corral (*Ibidem*, f. 76v). En tanto que la casa de Lorenza de Ortega era de adobe y tenía una sala, patio, cocina y un “corralito que seguía a la dicha cocina” (AHESLP, *Alcaldía Mayor de SLP*, 1727). Una casa más incluía “una sala hecha de terrado y cubierta de vigas con su puerta a la calle y un pedazo de patio que tiene de largo 14 varas de cuatro quartos y sinco de ancho y la dicha sala seis varas de ancho y 7 de largo en ella otra puerta...” (AHESLP, *Alcaldía Mayor de SLP* 1675, leg. 13 enero, f. 20) complementada con “saguan [...] cosina y corral [...] de 7 varas usuales y de ancho 6 y media (*Ibidem*, f. 76v). Dentro del pueblo español los peninsulares pobres también edificaban casas a modo de jacales en adobe o bajareque, como el solar y jacal sobre la calle real donde vivía Pedro de Anda y que era propiedad del capitán Caldera (AHESLP, *Alcaldía Mayor de SLP*, A-35, 1605).

Las casas de los pueblos de indios no se diferenciaban mucho de las del pueblo español, salvo porque el lote tenía mayor dimensión, pues incluía mayor área para producción agropecuaria y el área edificada y la diversidad de aposentos era menor. Por ejemplo, en el pueblo de Tequisquiapan, un lote destinado a huerta tenía 135 varas de largo de cuatro cuartas y 93 varas de ancho (113.4 x 88.12 m), las casas eran jacales de adobe o de bajareque (AHESLP, *Alcaldía Mayor de SLP*, 1675, f. 254).

En el campo, el modo de construir tampoco fue diferente, así la hacienda de Fernando Mesa Godínez tenía “casas de vivienda que estan pegadas a ellos [los ingenios], en el una sala y dos aposentos de tapial y en vigas (AHESLP, *Alcaldía Mayor de SLP*, 1643, leg. 5, octubre). En tanto que el inventario de bienes de la hacienda de Sebastián Gómez habla de “la cassa de bibienda principal con una sala y dos aposentos todo echo de tapias, adobes, cubierto de morillos y terrado, y las cassas que sirben de tienda con trastienda y otros dos aposentos hechos de adobes y tapias cubiertos de tejamanil y la tienda de terrado apreciado en mill y un peso” (*Ibidem*, f. 173), cuya calidad constructiva evidencia permanencia en el sitio. Aunque se habla de tapial o tapias, el sistema no es el sistema de encofrado para apisonar la mezcla húmeda de tierra-grava-arena, sino el muro fabricado con tepetate pegado con una mezcla de tierra y cal.

La mayoría de las casas eran de un nivel (de la Mota, 1966: 24) o sin “sobrados” (Powel, 1981:162) o guardilla o segundo nivel, aunque había algunas con aposentos en un segundo piso; la casa del lic. Diego Ramírez poseía “una sala pequeña, aposento, patio y un aposento en lo alto con su escalera de piedra” (AHESLP, *Alcaldía Mayor de SLP*, 1642, leg. 2); será a fines del siglo XVII cuando empezaremos a ver las casas más frecuentemente de dos pisos, incluyendo balcones con rejas abalaustradas en madera en su fachada (figura 3).

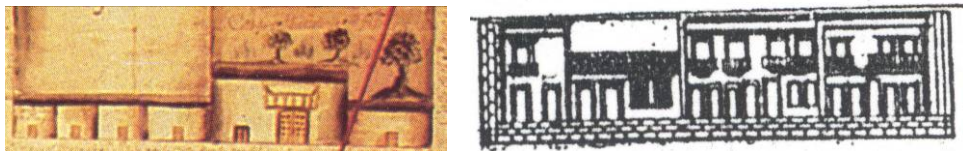


Figura 3 - Viviendas del siglo XVIII, en el barrio de la Alfalfa y en la plaza mayor. San Luis Potosí
Fuente: AGNM, *Tierras*, vol. 769, exp. 2, f. 88, y detalle del plano de 1825

En ocasiones, las casas tenían un tapanco dentro de un aposento (AHESLP, *Alcaldía Mayor de SLP*, 1675, f. 39v) o un adherente, es decir una división provisional no fija con un biombo (AHESLP, *Alcaldía Mayor de SLP*, 1675, f. 39v, 1706, leg. 2, f. 13v) con el fin de dar privacidad al mismo, como el de la hacienda de Peotillos de diez tablas con la pintura sobre catorce lados (AHESLP, *Alcaldía Mayor de SLP*, 1732, leg. 2). También, las casas podían tener un apartado o aposento cerrado y alejado del “tráfico de la casa” (AHESLP, “Composición de tierras” *Fondo Ayuntamiento, 1597-1728*, 1643) o un adherente a la casa en sí o a uno de los aposentos principales. Los recintos comúnmente se comunicaban uno con otro: “dos aposentos pequeños seguido el uno con el otro hechos de terrado y cubiertos de morillos con su puertilla a la calle” (AHESLP, *Alcaldía Mayor de SLP*, 1675,) o se comunicaban hacia el patio.

La magnitud y calidad de la edificación variaba según la “calidad” de los moradores; la casa de dos mulatillos, ubicada fuera del núcleo español, sólo poseía dos aposentos: un aposentillo destechado y un pedazo de patio, que no merece la denominación de casa en el testamento que les adjudica la propiedad (*Idem*); en tanto que las casas de morada de doña Ana de Vargas, próspera española, tenía la tienda, aposento, tapanco, patio, cocina, corral y junto otra casa con: la tienda de platería, sala, aposentos de recamara, cocina, corrales, caballería, otro aposento con su tapanco en el patio; las dos casas construidas en adobe (*Ibidem*, f. 39v). El patio estructuraba los diversos aposentos y era de magnitudes variables: el de Anita Miranda “de largo 14 varas de quatro quartas y cinco de ancho o 11,76 m x 4,2 m” (AHESLP, *Alcaldía Mayor de SLP*, 1675, f. 20) o un pedazo de patio cercado de ocho y media varas de largo y seis y media de ancho (7,34 m x 5,46 m), también en adobe (*Idem*), lo que prueba la permanencia del uso del adobe para cercar y que es común aún observar.

Para principios del siglo XVIII, con el impulso de una pujante economía después de las Reformas borbónicas, las viviendas ya son más acabadas y completas pero siguen construyéndose en adobe, pues la tierra junto a la madera son materiales de disponibilidad inmediata, baratos y con cualidades: facilidad de trabajo y moldeado, resistencia a la compresión, y su favorable inercia térmica para protección contra la intemperie, tanto en climas fríos y cálidos como en terrenos montañosos y llanos; aun cuando su baja resistencia

a los esfuerzos de tracción, aunado al hecho de ser un material que presenta una falla frágil sin capacidad de trabajo en un rango elástico, no es un problema en la zona, ya que las edificaciones no estarán sometidas a las solicitaciones por sismos.

Un ejemplo de vivienda del siglo XVIII es la de José de los Reyes, que tenía “de frente cincuenta y ocho varas y de fondo para adentro ciento y tres varas, cuya fabrica se compone de cuatro piezas que los son sala, recamara, otra salita, cocina, patio, dos pozos de agua buena, una pilita de cantería, de dicha casa con paredes, techos revocados” (AHESLP, *Alcaldía Mayor de SLP*, 1738, leg. 2). La casa grande de Bernardo Gómez de Revolleda en una esquina al oriente, se componía de: tienda y trastienda, una sala grande y muy espaciosa, con su recamara, zaguán, patio, caballeriza y cocina, una pila de agua (AHESLP, *Alcaldía Mayor de SLP*, 1727).

Al final del siglo XVIII, después de los *tumultos*² por orden del visitador José de Galvéz, la ciudad inicia una reedificación de los edificios de la administración real: casas reales, real caja, cárcel, alhóndiga; ejemplo que ya habían hecho sus templos, empleando ahora piedra para sus muros, tipo sillarejo o tapia confinada con sillares, que le dieron las características para su permanencia actual. Aunque digno de mencionarse es que el templo del antiguo pueblo de indios de Tequisquiapan se edificó en adobe; a principio del siglo XX fue demolido para dar continuidad a la avenida que llevaba a las quintas o casas de campo de la burguesía potosina, y que el templo interrumpía (figura 4).



Figura 4 – Templo del barrio de Tequisquiapan; en la esquina derecha se observa el adobe

4. LAS EDIFICACIONES DEL SIGLO XIX Y XX

En las épocas indoamericana y virreinal prevalecieron edificaciones de tierra cruda, pero al final del siglo XIX se introdujo en San Luis Potosí ampliamente el uso para los muros de materiales de tierra cocida (ladrillo y tabique) y cantería, que sustituirá o esconderá a la tierra cruda. Las nuevas políticas capitalistas de final del siglo XIX y principios del siglo XX del presidente Porfirio Díaz: de apertura comercial para la exportación de materiales y financiamiento, ideas, novedades estilísticas y tecnológicas; esta política federal estuvo acompañada por otra estatal de exención de impuestos para nuevas edificaciones como reconstruir, que transformó la fisonomía de la ciudad. Un nuevo gusto se introducía y ganaba terreno, los viajes a Europa y a Estados Unidos de Norteamérica que la clase social alta realizaba, la actualización de los personajes ilustrados de la nueva burguesía y del clero, las publicaciones extranjeras, nuevos productos que llegaban y los mismos extranjeros a vecinados en la ciudad, impulsaron esas novedades.

Por lo anterior, se demolieron viejas fincas virreinales para edificar residencias y comercios a modo de palacios, bancos, estaciones de ferrocarril, tiendas departamentales, escuelas, mercados, hoteles, industrias, panteones, así como obras de infraestructura hidráulica y de comunicación. En 1908, el informe de gobierno da cuenta de fiebre edificatoria en lo que hoy es el centro histórico:

la muy elegante casa que tienen los señores Meade casi concluida abrazando las calles del apartado, Galeana e Iturbide, la situada frente a ésta, en la segunda de estas calles, que será prolongación del edificio de la Lonja, la de don Vicente Pasquali, en la esquina de la 4ª calle y plaza de Los Bravo; la del Sr. Ipiña, que será un verdadero palacio y que abrazará la 3ª calle de Maltos, el costado poniente de la plaza de la Compañía y la calle de la Independencia, la de uno de los señores Meade en la calle de Morelos, donde se encontraba la Sucursal del Monte de Piedad que se incendió hace dos años y las otras dos del mismo propietario, una en la calle de Juárez, y la otra frente a ésta, donde era el antiguo Colegio de Niñas; una del Dr. Soberón en la 1ª de Morelos; otra en la esquina de Juárez y Bolívar y otras muchas más que no enumeramos y que no por ser de menor valor y elegancia que las mencionadas, dejan de ser un ornato para nuestra población [...] (*Periódico Oficial*, 1908:1)

Todas son residencia de las familias más ricas, tiendas departamentales y de oficinas en el centro histórico, la mayoría edificada en sillarejo de piedra con revestimiento de cantería labrada con elementos neoclasicistas o eclécticos. Pero también se realizó en mayor medida una amplia transformación de las edificaciones virreinales: sus fachadas se actualizaron con elementos neoclasicistas, neogóticos e incluso eclécticos. El artículo potosino “Las vetustas fachadas de la época colonial desaparecen” publicado en *El Estandarte*, señala en 1908 que una casa de la época colonial de vetusto frontis que existe en la segunda de Zaragoza –la calle principal durante el virreinato y entrada del camino real que venía de la ciudad de México–, estaba siendo reconstruida en su fachada anticuada, y se afirma que en breve estaría “convertida en elegante residencia de moderno frontis” (*El Estandarte*, 10 de junio de 1908); fue común que las fachadas se chapearon con 15 cm de cantería labrada. De esta manera se conservaron los espacios virreinales que cubrían las necesidades de la población y atendían a las condiciones del medio físico, pero su vestidura se actualizó, y eso es lo que aún se puede observar en el centro de la ciudad.

De la muestra seleccionada en el centro histórico, los resultados arrojan que el 22,85% siguen teniendo sus muros de adobe, el mismo porcentaje son en adobe y ladrillo, el 17,14% son en adobe y piedra, en ladrillo son el 17,14%, en tanto que en ladrillo y piedra suman el 2,86%, lo mismo en adobe, ladrillo y piedra, y el 14,3% no fue fácil identificar de qué son sus muros al estar revocados y no verse de qué son en los muros laterales. Lo que revela un alto porcentaje de conservación de sus muros virreinales, al igual que la disposición espacial de las edificaciones. Los techos de terrado casi desaparecieron y fueron sustituidos por vigería de madera con tapa de ladrillo, o vigas I de fierro fundido con ladrillo.

El ladrillo o la cantería al confinar el adobe, o cubrirlo por uno de sus lados, fue un modo de protegerlo, cuando quizá ya mostraba desgaste o humedad y facilitó el mantenimiento. Dado que el ladrillo, la piedra y el adobe son materiales compatibles, no muestran los problemas de fractura en las juntas, como lo es cuando se da con el hormigón de cemento (figura 5).



Figura 5 – Detalles del confinamiento del adobe por el ladrillo, cerramientos de madera para soportar el adobe y preparación con malla de gallinero para el repellado

Los adobes encontrados en el centro histórico son de varias dimensiones: 45 cm x 11 cm x 30 cm con junta de 3 cm; 30 cm x 10 cm x 40 cm; 30 cm x 12 cm x 42 cm; 10 cm x 30 cm x 42 cm; 40 cm x 30 cm x 16 cm; por lo que la dimensión promedio es de 30 cm x 40 cm x 10 cm. La junta es de 3 cm con rajuela o sin ella, y se desbasta para recibir el repellado de 3 cm, aunque recientemente se pone una malla de gallinero para recibir el repellado. Los adobes fueron elaborados con tierra y se estabilizaba con rastrojo de maíz; llama la atención que no se empleó para superficies curvas, salvo en algunas cornisas, tampoco hay elementos ornamentales en tierra, los que existen son de argamasa o en ladrillo (figura 6).

La mayoría de las viviendas del centro histórico desde el siglo XIX se erigieron o ampliaron a dos niveles, mientras que las viviendas de los barrios se quedaron en un solo nivel (figura 6).

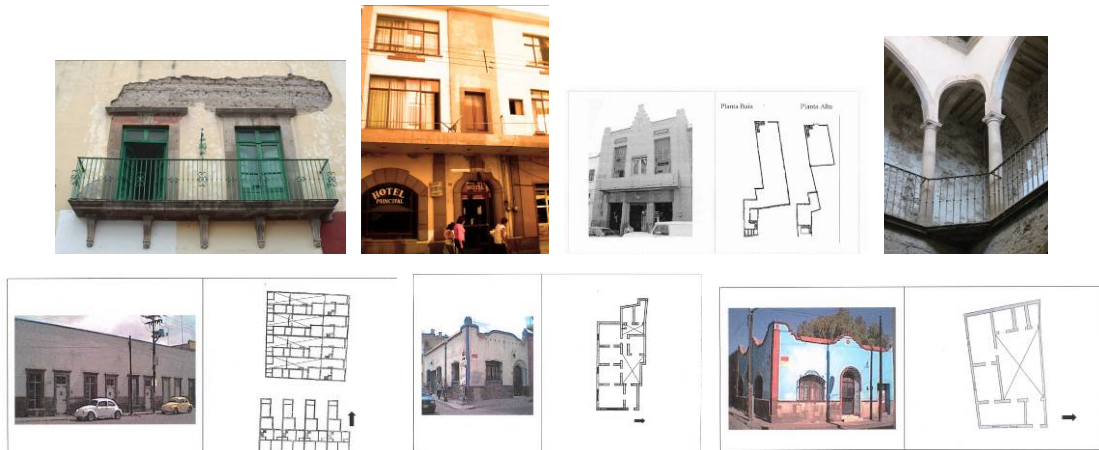


Figura 6 – Casas en adobe de dos o más niveles en el centro y de los barrios de Santiago y de San Miguelito Fuente: archivos de Guadalupe Salazar González y de Jesús Villar Rubio

En tanto que las casas de los barrios, antiguos pueblos de indios, durante el siglo XIX se conservan sus muros en adobe y sus marcos de cantería en los vanos, lo cual también se conserva, sólo en los años 30 y 40 del siglo XX se ornamentarán con elementos ornamentales de art decó o neocolonial muy modestos en las cornisas y en los vanos, fabricados en cantería, en ladrillo o cerámica mayólica (figura 6). Especialmente las casas se transformaron a seccionarse por herencia, comúnmente por en medio del patio central.

5. CONCLUSIÓN

En la zona, las tres fases previas a la llegada europea muestran que las soluciones constructivas son casi las mismas, independientemente de la tradición cultural, pues responden al medio físico y hacen uso de los recursos naturales disponibles del sitio, lo que da elementos para comprender porqué se llega a las mismas soluciones en condiciones similares. Lo cual también se corrobora con la llegada de los europeos pues, en el periodo virreinal y en el siglo XIX, el sistema constructivo fue el mismo, lo cual actualmente se puede verificar en las edificaciones existentes en el centro histórico y en los antiguos pueblos de indios.

El sistema constructivo tradicional identificado como el más común en la zona de estudio, consiste en muros de adobe asentados en un sobrecimiento de piedra, con vanos enmarcados en cantería, con predominio de la masa sobre el vano y techos de terrado; se puede señalar que es el que también se utilizó y se observa en la región, y su permanencia y factura revela el dominio tecnológico alcanzado por la autoconstrucción, que aún no ha sido superado por el de hormigón de cemento.

Llama la atención que la tierra, material plástico no haya sido empleado en el desarrollo de una geometría orgánica; es claro que su uso fue para que trabajara a los esfuerzos de comprensión.

Es de subrayar que, contrario a la idea generalizada, el centro histórico aún conserva y concentra muchas edificaciones construidas utilizando tierra, y otras combinadas con ladrillo y piedra, las cuales están escondidas en el chapeo de cantería en sus fachadas o confinadas en ladrillo o piedra. También se reconoce que las viviendas de los barrios, antiguos pueblos de indios, si se mantienen en adobe, aunque muchas en riesgo de demolerse por la especulación de los terrenos por los cambios de uso del suelo en esas zonas, a pesar de los planes de conservación de organismos públicos o los deseos de grupos sociales y de ONGs.

BIBLIOGRAFÍA

BRANIFF Cornejo, Beatriz (1992). *La estratigrafía arqueológica de Villa de Reyes*. INAH, México (col. Científica).

VELÁZQUEZ, Primo Feliciano (1982). *Documentos para la historia de San Luis Potosí*. Vol. 1, Archivo Histórico del Estado de SLP, SLP, tomo 2.

BETANCOURT, Julio (1921). *San Luis Potosí. Sus plazas y calles. Notas históricas*. San Luis Potosí, Talleres Gráficos de la escuela Industrial Benito Juárez.

MOTA; ESCOBAR, Alonso de la (1966). *Descripción geográfica de los Reinos de Nueva Galicia, Nueva Vizcaya y Nuevo León, 1605*. ed. facs., Instituto Jalisciense de Antropología e Historia, Guadalajara.

POWEL, Philip W. (1981). *La Guerra Chichimeca. (1550-1600)*. México, Fondo de Cultura Económica.

HEMEROGRAFÍA

Periódico Oficial del estado Libre y Soberano de San Luis Potosí. Tomo xxxiii, núm. 18, 9 de marzo de 1908.

El Estandarte. 10 de junio de 1908.

FUENTES DOCUMENTALES

Archivo General de la Nación, AGNM, *Tierras*, vol. 769.

Archivo Histórico del Estado de San Luis Potosí, AHESLP, *Ayuntamiento, 1655-1662*, Actas de Cabildo.

AHESLP, *Ayuntamiento, 1655-1677*, Actas de Cabildo.

AHESLP, "Composición de tierras", *Fondo Ayuntamiento, 1597-1728*, 1643.

AHESLP, *Alcaldía Mayor de SLP, Hierros*

AHESLP, *Alcaldía Mayor de SLP, A-35*, 1605.

AHESLP, *Alcaldía Mayor de SLP, A-7*, 1606.

AHESLP, *Alcaldía Mayor de SLP*, 1642, 1643, 1675, 1727, 1732, 1738

NOTAS

1 – Tallo fibroso muy alto de la floración del maguey.

2 – *Tumultos* se llamó a la Rebelión indígena local y de población minera serrana propiciada por la expulsión de los jesuitas, por problemas administrativos y resentimientos acumulados; que también se dieron en otras poblaciones de la Nueva España.

AUTORA

Guadalupe Salazar González, investigadora de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Arquitecta; CEAA *Habitat et développement*, Universidad de Marsella-Luminy; Doctorado en Arquitectura, UNAM; *Conservación de Edificaciones en Tierra*, CRATerre; Estancia en el Instituto Eduardo Torroja, Madrid. Publicaciones en temas: Haciendas y espacios para la producción; Teoría de la arquitectura y del diseño arquitectónico, historia de la arquitectura y del territorio.



A INFLUÊNCIA POMBALINA NAS EDIFICAÇÕES DOS CENTROS HISTÓRICOS DE SÃO LUÍS E ALCÂNTARA: UM ESTUDO A PARTIR DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS

Luisa Carvalho Venancio¹; Margareth Gomes Figueiredo²

(1) Curso de Arquitetura e Urbanismo. Universidade Estadual do Maranhão
Avenida dos Holandeses, Resid. Monet, Apto 902, Olho D'água. 65065-180 São Luís, MA, Brasil.
Tel: (55 98) 3248 4667 luvenan@gmail.com

(2) Curso de Arquitetura e Urbanismo. Universidade Estadual do Maranhão
Rua dos Sabiás Q7 Lote 11, Cond. Ponta Negra Apto 901, Jardim Renascença. 65075-360 São Luís - MA, Brasil. Tel: (55 98) 322 7056 margothgf@hotmail.com

Palavras-chave: arquitetura pombalina, gaiola, centro histórico

RESUMO

Nas cidades de São Luís e Alcântara, se encontram belos acervos arquitetônicos da época do Brasil colônia e império, mais especificamente dos séculos XVIII e XIX. São formados, em sua maior parte, “por prédios de função habitacional e comercial, representativos de um dos principais períodos econômicos do Estado.” (Silva Filho 1998, p.39). Este período tem início durante a segunda metade do século XVIII com a criação da Companhia de Comércio do Grão-Pará e Maranhão, investimento incentivado pelo Marquês de Pombal.

Neste momento, se estreitam as relações entre São Luís e Lisboa. Época que também ocorre a reconstrução da parte baixa de Lisboa, após o terremoto de 1755. Comandado pelo Marquês de Pombal, o processo de reconstrução se estendeu até meados do século XIX, trazendo consigo inovações na forma portuguesa de construir. O método escolhido se caracteriza pela racionalização, a padronização e a pré-fabricação de elementos construtivos. Surgem também preocupações com a segurança, entre elas a aplicação de sistemas contra incêndios e anti-sísmicos – o sistema construtivo de gaiola. Este sistema, tão engenhoso e de fácil execução, consiste de um esqueleto de madeira, recheado por alvenaria tradicional. A utilização em larga escala deste sistema na reconstrução de Lisboa se deve principalmente a dois motivos: a sua forte resistência a terremotos, preocupação principal na reconstrução da cidade, e a sua praticidade, pois suas peças poderiam ser produzidas em série e montadas no local. Este último fator, aliado às influências sócio-econômicas da época e ao status da gaiola como inovação tecnológica, fizeram com que fosse utilizado em alguns edifícios do Centro Histórico de São Luís e Alcântara.

Este artigo busca evidenciar a presença do sistema construtivo de gaiola em São Luís e Alcântara e estabelecer uma relação entre a arquitetura Pombalina de Lisboa realizada durante os séculos XVII e XIX e a arquitetura luso-maranhense.

1. INTRODUÇÃO

Durante os séculos XVIII e XIX, o estado do Maranhão, na época Estado do Grão Pará e Maranhão, passou por um apogeu econômico que teve início em meados do século XVIII com a criação da Companhia de Comércio do Grão-Pará e Maranhão. São Luís chegou a ser a quarta maior cidade brasileira e possuía uma relação estreita com Lisboa. Enquanto a burguesia construía seus sobrados na cidade portuária, a aristocracia rural vivia em Alcântara. Desta época datam a maior parte dos edifícios dos centros históricos destas cidades.

Este período coincidiu com a reconstrução da Baixa de Lisboa, que ocorreu após o terremoto de 1755. A tragédia foi devastadora e o processo de reconstrução levou quase um século para se completar. Foi comandado pelo Marquês de Pombal e trouxe consigo inovações na forma de construir Portuguesa. Entre estas inovações está o sistema construtivo de gaiola – formado por um esqueleto de madeira recheado por alvenaria de

terra. No caso de um sismo a alvenaria cairia, mas o edifício permaneceria de pé. A gaiola, devido às influências socioeconômicas da época e ao seu status como inovação tecnológica, foi usada também em edificações de São Luis e Alcântara.

Este sistema construtivo, tão engenhoso e de fácil execução, é o foco principal desta análise. Buscaremos também analisar o uso deste sistema nos centros de São Luis e Alcântara e sua importância histórica como evidência da influência da arquitetura pombalina nestas cidades.

2. CONTEXTO HISTÓRICO

Em 1621, o Rei Filipe III, da Espanha que na época dominava também Portugal criou o Estado do Maranhão, com capital em São Luís. Compreendia as terras que hoje pertencem ao Ceará, Piauí, Maranhão, Pará, Tocantins e parte de Goiás e dos estados amazônicos. Neste momento, a colônia se dividia em dois estados: o Estado do Maranhão e o Estado do Brasil. O objetivo desta medida era de promover o desenvolvimento econômico da região, além de melhorar a defesa militar numa região importante por sua proximidade com a Amazônia. Mas isto não ocorre de imediato. Em 1654, o Estado do Maranhão passa a ser Estado do Maranhão e Grão-Pará. Durante todo esse período o estado do Maranhão permanece como uma das unidades portuguesas mais pobres.

Quase um século depois, em 1751, a capital é transferida para Belém e o nome do estado passa a ser Estado do Grão-Pará e Maranhão, cujo Governador-Geral era Francisco Xavier de Mendonça Furtado, irmão de Sebastião José Carvalho e Melo, o Marquês de Pombal, ministro e homem de confiança do Rei D. José. É Mendonça Furtado que escreve para seu irmão para convencê-lo a criar uma companhia de comércio para o estado. Em 1756, com o objetivo de aproveitar melhor o potencial econômico da região, é criada a Companhia Geral do Comércio do Grão Pará e do Maranhão. Em 1761, o sobrinho do Marquês de Pombal, Joaquim de Melo e Póvoas é nomeado governador da capitania do Maranhão e mais tarde, em 1772, quando ocorre a bipartição do Estado do Grão-Pará e Maranhão, se torna Governador e Capitão-General do Estado do Maranhão e Piauí.

A criação da Companhia de Comércio do Grão-Pará e Maranhão desencadeia um processo de desenvolvimento econômico que faz com que São Luís seja, no ano de 1840, a quarta maior cidade brasileira. Durante esse período, a cidade portuária de São Luís mantinha relações mais estreitas com a metrópole do que com o resto do país. O incentivo à lavoura, ao comércio e à indústria geram mudanças substanciais no espaço urbano. A burguesia da capital enriquecia, e a aristocracia rural fazia moradia em Alcântara. Datam desta época os grandes sobrados e a maior parte do patrimônio arquitetônico dos centros históricos destas cidades, que possuem características bem específicas. Como diz Olavo Silva Filho (1998: 19):

“Com a exportação do algodão, de arroz e de matérias-primas regionais, o Maranhão acumulou riquezas, em grande parte expressas pelo seu imenso e singular acervo arquitetônico, dominante em São Luís e Alcântara.”

Uma das regiões que mais sofreu transformações no século XVIII, foi a Praia Grande. Até 1779, só possuía uma alfândega na atual escadaria do beco do comércio onde se armazenavam produtos de importação e exportação. Porém, o local era um grande alagado e as terras pertenciam ao Rei e não à Câmara Municipal. Foi necessário então um incentivo: em 1780 foi decretado que quem aterrassse o alagado com recursos próprios teria direito de construir e usar.

“As precárias casas de taipa e palha são substituídas por sólidas edificações de alvenaria de pedra, com detalhes construtivos mais sofisticados e ao mesmo tempo adaptados ao clima, uma “arquitetura na medida exata da convivência do formalismo europeu com o meio tropical” (Silva Filho, 1998: 17).

Algumas dessas transformações podem ser inicialmente relacionadas a uma grande tragédia que ocorre no ano de 1755, do outro lado do Atlântico, que afeta profundamente a cidade de Lisboa.

3. A RECONSTRUÇÃO DA BAIXA

O terremoto de 1755 foi seguido por incêndios que duraram dias, destruindo mais de vinte mil edifícios e matando quase quinze mil pessoas. A parte baixa da cidade ficou completamente devastada assim como a moral dos moradores. Diante do caos, o Rei D. José encarregou o Marquês de Pombal de resolver a crise. Após as medidas de emergência, Pombal nomeou o engenheiro-mor do reino, Manuel da Maia para executar a reconstrução de Lisboa. Ele apresentou, em suas dissertações, várias propostas para cada etapa do processo de reconstrução, deixando ao rei a responsabilidade de escolher a que julgasse mais adequada. A questão inicial girou em torno da localização da reconstrução, sendo que a opção escolhida é a de reconstruir a Baixa sobre os escombros da cidade antiga.

A segunda questão foi a respeito do traçado. Antes do terremoto, a parte baixa de Lisboa era um emaranhado de ruas, com edifícios desalinhados com elementos que se projetavam sobre as ruas. Estes fatores contribuíram para a destruição e a perda de tantas vidas no terremoto de 1755. Portanto, a criação de um traçado regular e ortogonal, além do alinhamento das fachadas e outras medidas de segurança, eram fatores de grande importância para prevenir outra tragédia. Então, um novo traçado é projetado. “O edifício de rendimento pombalino nunca surge como uma unidade isolada, mas sim agrupada em quarteirões” (Mascarenhas, 2005: 64). Desta forma, os quarteirões acabam formando uma única unidade, formal e estruturalmente.

A proposta inicial feita por Manuel da Maia e Eugênio dos Santos indicava que os edifícios teriam térreo e mais dois pavimentos, sendo que o térreo seria destinado ao comércio ou alguma outra atividade lucrativa. Esta idéia derivava da noção de que edifícios mais altos seriam mais instáveis. Entretanto, com o aumento da largura das ruas da parte baixa de Lisboa, foi necessário o acréscimo de mais dois pavimentos para que fossem entregues, aos proprietários originais, edifícios de área igual ou semelhante aos que possuíam antes do terremoto.

Portanto, a proposta implantada apresentava edifícios com cinco pavimentos, incluindo um sótão. O número de vãos por pavimento variava de dois a oito, com diferentes quantidades de vãos por edifício no mesmo quarteirão. Existia uma hierarquia na tipologia das fachadas, a qual obedece à importância das ruas.

Foram tomadas diversas medidas de segurança contra terremotos e eventuais incêndios. Entre estas estão as paredes corta-fogo, a proibição da existência de elementos salientes nas fachadas, como degraus, argolas, entre outros, a padronização da altura e das fachadas dos edifícios (evitando empenas desamparadas) e a utilização de um sistema construtivo que impediria o colapso do edifício no caso de sismo: a gaiola.

3.1. O sistema de pré-fabricação

A padronização e modulação dos edifícios eram preocupações presentes no plano de Manuel da Maia. Estes princípios permitiriam uma maior velocidade na execução das obras, pois as peças seriam fabricadas previamente, com medidas padronizadas, em oficinas espalhadas pela redondeza.

O traçado urbano foi condicionado pela modulação das fachadas dos edifícios. A unidade de medida para esta modulação foi o palmo (22,5 cm), na qual se baseavam também as peças pré-fabricadas. “Existem vários indícios de que os componentes seriam pré-fabricados segundo várias dimensões e formas que posteriormente os tornassem adaptáveis a qualquer edifício.” (Mascarenhas, 2005: 183). Dentre os elementos pré-fabricados, estão as peças formadoras da estrutura de gaiola, as cantarias e os corrimões das escadas, que

eram fabricados em blocos e depois fundidos para formar uma peça única. Pode-se dizer que os edifícios eram modulares, mas não é necessariamente correto afirmar que se tratava de edifícios pré-fabricados, pois apenas alguns elementos da construção eram pré-moldados.

4. A GAIOLA POMBALINA

A forma de construir procurada por Manuel da Maia visava velocidade e eficiência em um momento de escassez de material e mão-de-obra. Após o terremoto de Lisboa, o medo de uma tragédia como aquela se repetir era a principal preocupação. Isto faz com que sejam tomadas medidas preventivas, que incluem desde uma nova organização do traçado até uma forma de construir mais segura, que pudesse diminuir as chances de desabamento dos edifícios e minimizar o perigo para as vidas dos moradores. Edificações de cinco pavimentos seriam frágeis se construídos com os métodos comumente utilizados na época. O sistema construtivo de gaiola surge como a melhor maneira de atender todas essas necessidades.

“A gaiola pode ser descrita como uma estrutura constituída por um esqueleto em madeira dentro duma construção de alvenaria ‘tradicional’: no caso duma ocorrência sísmica, mesmo com a provável desintegração e esboroamento da alvenaria, o esqueleto de madeira resistiria e manter-se-ia de pé.” (Santos, 2005: 141).

De origem desconhecida, este sistema se constitui de um esqueleto de madeira, formado por peças verticais e horizontais (prumos e travessanhos) e de peças em diagonal, formando várias cruzes de Santo André (figura 1). Este esqueleto era revestido ou com um fasquiado de madeira seguido do reboco de barro ou com pedras pequenas e argamassa de terra e cal, como se pode observar na figura 2. Em todos estes casos, o revestimento é frágil, o que ajudaria a dissipar energia no caso de um abalo. A grande eficiência deste sistema se dá pela combinação entre a madeira e a alvenaria de pedra.

“Sendo a cruz de Santo André, componente dos frontais tecidos, o ex-libris da própria ideia de construção pombalina esta é, na essência, a notável combinação da alvenaria pesada, rígida e frágil, com a madeira leve, flexível e resiliente, que, no conjunto, asseguram um desempenho notável quer para cargas verticais quer para forças horizontais.” (Appleton, 2003: 300).

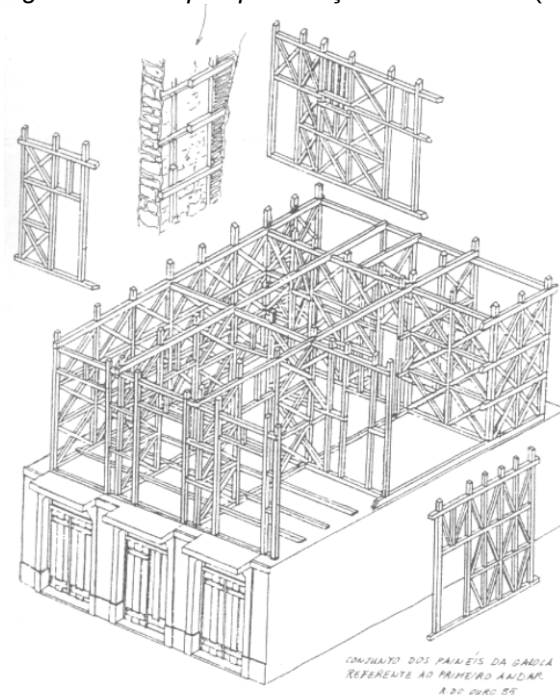


Figura 1 – Esqueleto de madeira de um edifício da Baixa Pombalina. Fonte: Mascarenhas, 2005.

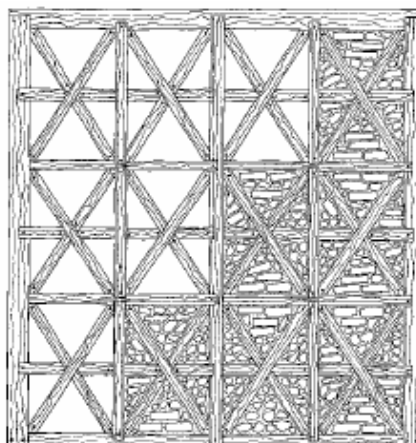


Figura 2 - Desenho de parede em cruz de Santo André. Fonte: Cóias, 2007.

As peças de madeira eram fabricadas em oficinas espalhadas por toda a cidade. Os elementos principais eram longos, enquanto que os de travamento eram curtos. Esta medida permitia a modulação do sistema que se adaptava ao pé-direito do pavimento e permitia a inserção de portas entre módulos. Esta estrutura não aparece no piso térreo, que é formado por paredes mestras e pilares ligados por arcos e, em alguns casos, também por abóbadas. Existe então uma planta livre neste piso, o que era adequado ao uso comercial ou industrial que lhe era atribuído. Este detalhe também afastava as peças de madeira do terreno e da água, diminuindo a sua exposição a intempéries.

As paredes externas são as principais, construídas de pedra e cal, possuem espessura que varia de 0,9 m a 1,1m no térreo, diminuindo a cada piso. A partir do primeiro andar, essas paredes possuem uma grade de madeira voltada para o lado interno da edificação, que serve para fazer o travamento dos pisos e o encaixe com as paredes internas. No pavimento térreo, existem outras paredes do mesmo material que fazem as divisórias internas, além de arcos ou abóbadas de alvenaria de pedra que criam a sustentação dos pavimentos superiores. Nos pavimentos seguintes são substituídos pelas paredes em cruz de Santo André, com espessura média de 20 cm.

O sistema de Gaiola surge como parte da modulação e padronização da forma de construir utilizada na Baixa Pombalina, agilizando a construção de edifícios. Ele surge como resultado de uma racionalização e preocupação com a proteção diante de futuros desastres. “A construção pombalina representa o sistema construtivo mais aperfeiçoado e original que alguma vez se utilizou num País que não é conhecido pelos seus avanços na inovação tecnológica.” (Appleton, 2003: 299).

Observa-se que a grande inovação da reconstrução da Baixa não foi a invenção do sistema, mas sim a forma como foi implantada. As fachadas uniformes e modulares do plano de reconstrução permitiam a padronização. As peças eram fabricadas separadamente, em grande quantidade, podendo ser utilizadas em vários edifícios. “A simplicidade das construções pombalinas resulta portanto de um esforço de racionalização que visava a garantia do controlo da qualidade urbanística, arquitectónica construtiva e estrutural.” (Appleton, 2005: 129).

É importante notar que o sistema construtivo de gaiola foi utilizado não apenas na Baixa, mas em toda Lisboa até o início do século XIX. Apenas com a introdução de novos materiais estruturais, como o ferro e o concreto armado, foi que o sistema caiu em desuso.

5. A INFLUÊNCIA POMBALINA EM SÃO LUÍS

Podemos afirmar que a arquitetura da reconstrução da Baixa Pombalina exerceu uma influência direta sobre a construção do bairro da Praia Grande, localizado no centro histórico de São Luís. Além de terem sido construídos no mesmo período histórico, as relações entre Lisboa e São Luís eram bastante estreitas naquele momento.

“São Luís, capital do maranhão, é outra cidade do norte que vem se colocar ao lado de Belém, em aspectos que evocam o Pombalino, sobretudo na arquitetura civil. Nessa perspectiva, o conjunto de edificações da Praia Grande, sobretudo por sua volumetria, está a merecer mais aprofundado estudo.” (Toledo, 2004: 139).

Enquanto na Baixa Pombalina foi criado um novo traçado, ortogonal e racional, em São Luís este traçado já existia há mais de cem anos, idealizado pelo engenheiro Francisco Frias de Mesquita. Este traçado difere do plano de Lisboa principalmente pela falta de hierarquia de ruas. Entretanto, apesar da regularidade das ruas, a unidade do quarteirão, típica da Baixa de Lisboa, não é uma constante em São Luís. Na maioria das ruas, os edifícios diferem em alturas: um sobrado de quatro pavimentos pode estar ao lado de uma edificação térrea. Ainda assim, é possível identificar diversos elementos da influência pombalina nas ruas do centro histórico.

Como a preocupação com terremotos não está presente na terra tropical, o que chega até aqui é a noção estética do estilo pombalino que, ao contrário das tendências barrocas do resto da Europa, propõe um regresso a formas mais simplificadas. Alguns edifícios chegam a seguir tipologias de fachada que pertenciam às propostas iniciais da reconstrução de Lisboa. Outros apresentam elementos formais das fachadas-tipo pombalinas. Além disso, uma observação mais cuidadosa dos edifícios da Praia Grande sugere que o sistema de pré-fabricação também exerce sua influência, da qual a evidência mais nítida é a utilização da gaiola na estrutura dos edifícios. O sistema de gaiola foi trazido devido principalmente às influências sócioeconômicas do período, em um momento em que a cidade de São Luís usufruía de uma relação próxima com a metrópole. Além disso, contribuiu também para sua utilização a praticidade do sistema de gaiola e seu status como inovação tecnológica.

6. A CRUZ DE SANTO ANDRÉ EM SÃO LUIS E ALCÂNTARA

Foram encontrados nove edifícios com paredes em cruz de Santo André no centro de São Luís¹ e um em Alcântara². Em muitos destes edifícios observa-se que o sistema de gaiola foi usado de forma bastante semelhante, se não idêntica, a forma como era usado na Baixa de Lisboa. Em um destes edifícios, o Solar dos Leite (Rua Afonso Pena, 46), comprovou-se que a maioria das paredes internas dos pavimentos superiores apresentam sua estrutura em Cruz de Santo André (figura 3), com exceção de uma parede no segundo pavimento que é em taipa comum. No térreo, existem arcos que sustentam os pavimentos superiores. O único elemento do sistema que não foi confirmado neste edifício, foi a existência da grade de madeira por trás das paredes externas.



Figura 3 – Paredes do Solar dos Leite com reboco deteriorado, mostrando a estrutura em cruz de Santo André. Foto: Luisa Venancio

Nos outros edifícios pesquisados não foi possível confirmar todos estes detalhes, sendo que em uns sabe-se que a Cruz de Santo André foi usada em várias paredes e em outros apenas em uma ou duas. Em todos os casos os edifícios possuem mais de um pavimento, sendo que as paredes com cruz de Santo André nunca se encontram no primeiro piso.

Observa-se também que, em Portugal, as paredes em cruz de santo André eram preenchidas de várias maneiras, podendo ser feitas com barro, tijolos ou mesmo com pedras pequenas e argamassa de cal. no Maranhão, as paredes em Cruz de Santo André eram preenchidas com barro, de forma semelhante à taipa (figura 4). A única exceção encontrada foi o sobrado de Alcântara, no qual se observa o uso de pedras neste preenchimento (figura 5).



Figura 4 - Parede com estrutura de gaiola. Fonte: Arquivo da Superintendência do Patrimônio Cultural do Estado do Maranhão, 1992.



Figura 5 - Parede de um o sobrado em Alcântara com estrutura em Cruz de Santo André – observa-se o uso da pedra no preenchimento da parede. Foto: Margareth Figueiredo, 2006

Assim como em Portugal, alguns edifícios que possuem estrutura pombalina no Maranhão têm sofrido um processo de degradação causado pela negligência e pelas intempéries. Esta degradação, em particular a dos rebocos, foi o que permitiu a identificação das paredes com cruz de Santo André nos imóveis tombados. Nos edifícios já recuperados, foi necessária a pesquisa em arquivos para localizar a documentação fotográfica que comprove a presença da estrutura de Gaiola. Portanto, é provável que existam outros edifícios com paredes de estrutura em cruz de Santo André, mas que ainda não tenha sido possível identificá-los.

7. CONCLUSÕES

Podemos concluir que o contexto político e socioeconômico da época cumpriu um papel importante para que a Arquitetura Pombalina afetasse a forma de construir dos edifícios do Centro Histórico de São Luís. O acelerado desenvolvimento econômico da cidade de São Luís durante os séculos XVIII e XIX levou a construção dos edifícios do Bairro da Praia Grande que coincidiu como período de reconstrução da Baixa de Lisboa. A ligação entre São Luís e a metrópole, que já era estreita naquele período, foi acentuada pela relação de parentesco entre o governador do Estado do Grão-Pará e Maranhão e o Marquês de Pombal.

Estes fatores aliados à praticidade do sistema de gaiola e ao seu status como inovação tecnológica contribuíram para que este fosse utilizado nas edificações maranhenses. Foi identificado um número razoável de imóveis com paredes em cruz de Santo André, o que comprova a presença desta influência. Devido às dificuldades na identificação nos edifícios tombados que não apresentam deterioração no reboco deixando a leitura do sistema construtivo evidente, é possível que existam outros imóveis.

BIBLIOGRAFIA

- APPLETON, João. (2005) **Segurança sísmica de edifícios pombalinos**. In: FUNDAÇÃO luso-americana. O grande terramoto de Lisboa – Volume 2: a protecção. Lisboa: Flad e Público, p.129-148
- APPLETON, João. (2003) **Reabilitação de edifícios antigos: patologias e tecnologias de intervenção**. Afragide: Orion, 2003.
- Arquivo do Instituto do Patrimônio Histórico Artístico Nacional do Maranhão.
- Arquivo da Superintendência do Patrimônio Cultural do Estado do Maranhão, 1992.
- CÓIAS, Vítor. (2007) **Reabilitação estrutural de edifícios antigos**. 2 ed. Lisboa: Argumentum/Gecorpa.
- MASCARENHAS, Jorge. (2005) **Sistemas de Construção. Volume V – O edifício de rendimento da Baixa Pombalina de Lisboa**. 2ed. Lisboa: Editora Livros Horizonte
- SANTOS, Maria Helena (2005). **A Baixa Pombalina: passado e futuro**. 2 ed. Lisboa: Horizonte.
- SILVA FILHO, Olavo (1998) **Arquitetura Luso-brasileira no Maranhão**. 2 ed. Belo Horizonte: Formato.
- TOLEDO, Benedito (2004). **A ação dos engenheiros-militares na ordenação do espaço urbano no Brasil**. In: TEIXEIRA, Manuel C. (Coord.) A construção da cidade brasileira. Lisboa: Livros Horizonte, p. 129-149.

NOTAS

- 1 – Endereços: Rua da Estrela 363; Rua do Giz 235; Rua da Palma 66; Rua da Palma 220; Rua da Palma 336; Rua Afonso Pena 46; Rua de Nazaré 184; Rua de Santo Antonio 161; Rua dos Remédios 60/84; Todos os edifícios são no bairro do Centro, em São Luís, MA.
- 2 – Endereço: Rua Direita, 102, Centro – Alcântara, MA

AUTORAS

Luisa Carvalho Venancio, aluna do 6º período do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual do Maranhão - 2007. Pesquisa de Iniciação Científica BIC-UEMA, intitulada “A influência pombalina nas edificações dos centros históricos de São Luís e Alcântara: um estudo a partir dos sistemas construtivos.”

Margareth Gomes Figueiredo, arquiteta mestre em Conservação Urbana pela Universidade Federal de Pernambuco/UFPE. Professora do Curso de Arquitetura da Universidade Estadual do Maranhão/UEMA e Diretora de Projetos Especiais da Superintendência do Patrimônio Cultural do Maranhão.



CONSTRUÇÃO EM TERRA COMO ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL: UM ESTUDO SÓCIO – CULTURAL E TIPOLÓGICO NAS CIDADES DE SÃO LUÍS E NATAL

Iara Oyama Homma de Araújo¹, Maria Raquel Galvão Leite²

Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto – FAUP; Rua do Gólgota, 215, 41-50-755 Porto, Portugal www.arq.up.pt

Tel. 226057100/83 (1) iara_oyama@yahoo.com.br (2) raquel_arq5@yahoo.com.br

Palavras-chave: cultura, habitação, sustentabilidade

RESUMO

Arquitetura em terra é definida como toda e qualquer construção edificada em terra crua, ou seja, todas as construções que utilizem a terra como matéria-prima sem alteração das suas características mineralógicas. A arquitetura do nordeste do Brasil baseia-se fundamentalmente nas construções em taipa. Grande parte das construções de terra constituem um legado fundamental para a preservação de conhecimentos técnicos e construtivos e de aplicação imprescindível na conservação do património e nas futuras construções. Nesse sentido, o presente trabalho busca identificar e realçar aspectos importantes das construções em terra como uma alternativa sustentável. O objectivo é perceber e registar a influência sócio-cultural sob as construções em terra, em que a habitação torna-se o meio mais comum e directamente associado às questões que ligam o nível económico aos materiais e técnicas construtivas aplicados nas edificações. Dessa forma, a sustentabilidade e a produção pertinente às construções em taipa nas cidades de São Luís do Maranhão e Natal no Rio Grande do Norte, geraram uma discussão que abrange a problemática existente na concepção e difusão dessas técnicas, e como resultado garante uma comparação entre duas realidades distintas no nordeste brasileiro. Surge então, um estudo tipológico e técnico que potencializa uma análise sobre as construções em terra em áreas específicas do país, apresentando alguns exemplos existentes nessas cidades para enfatizar a pluralidade de soluções formais que a plasticidade da terra proporciona e sua aceitabilidade na concepção cultural dessas sociedades.

1. INTRODUÇÃO

Em um país como o Brasil, em que os índices de distribuição de renda estão entre os mais desiguais do mundo, acontece um fenómeno interessante. A influencia na arquitetura e conseqüentemente nas mudanças da paisagem urbana com a existência das construções em terra. Efetivamente, a história das construções de terra, a grande variedade das técnicas de emprego e a diversidade de formas passíveis de realizar são surpreendentes. A terra tornou-se o principal material utilizado por aqueles que não tem recursos financeiros para assumir as despesas com materiais industrializados. Essas habitações, embora aparentemente frágeis e sem conforto, são a segurança e garantia de boa acolhida para uma população que muitas vezes vive em um nível socioeconômico muito baixo.

O emprego da terra requer pouca energia na elaboração. Sua baixa resistência à pressão e à compressão pode ser facilmente solucionada com a associação de outros materiais, como a madeira. Talvez, devido a essa facilidade de aplicação, de obtenção e ao baixo custo, tenha sido entendida como de má qualidade. No entanto, nos últimos anos, a preocupação crescente com as questões ambientais provenientes também do uso de materiais industrializados vem garantindo a terra uma maior evidencia, qualificando-a como uma boa opção de aplicação nas construções em todo o mundo.

2. HISTÓRICO EM CONSTRUÇÕES EM TERRA CRUA

Durante o período colonial no Brasil, foram trazidas técnicas construtivas que se dividiam em duas vertentes: as construções militares e as construções populares. Esses conhecimentos construtivos eram repassados através de aulas e seguiam os moldes de

Lisboa (1635). Cidades como Salvador, Rio de Janeiro, São Luís do Maranhão, Recife e Belém tiveram uma grande influência na formação arquitetônica dos seus núcleos urbanos. A propagação dessas vertentes associada às técnicas construtivas de outros povos (indígenas e africanos) fez com que se disseminasse um sistema construtivo que abrangia desde a alvenaria em pedra à construção em terra, que econômicos e seguros atendiam a necessidade local na época. As construções em terra já foram muitas e bem mais utilizadas no Brasil, principalmente nas áreas rurais e zonas periféricas dos centros urbanos; vem cada vez mais perdendo espaço para a alvenaria em tijolo e também há algumas pragas associadas nesse tipo de construção como a doença de chagas. A substituição da terra pelo tijolo advém da interligação que se faz com as más construções executadas nas áreas já mencionadas, com paredes rachadas sem reboco, mal executadas e a utilização dessa construção pela classe mais pobre da hierarquia social faz com que cada vez mais esse material seja menos utilizado. Sendo o solo o material mais encontrado na Terra, além de possuir excelentes propriedades construtivas (resistência, plasticidade, baixo custo) é também um recurso construtivo de baixo impacto ambiental.

3. SUSTENTABILIDADE: ECONOMIA, CULTURA E MEIO AMBIENTE NO NORDESTE BRASILEIRO

A reflexão acerca das consequências do desenvolvimento urbano deve estar ligada ao estudo dos impactos das transformações urbanas sobre o Patrimônio, sejam eles benéficos à complexidade urbana ou não. As técnicas construtivas aplicadas assim como os materiais também sofrem influências a partir desses processos de transformações do espaço social.

Atualmente, a sustentabilidade tem surgido como uma grande preocupação, e está associada à continuidade dos aspectos econômicos, sociais, culturais e ambientais da sociedade humana, capazes de modificar estratégias predatórias e/ou de excessivo lucro, em estratégias diferenciadas que atendem exclusivamente as necessidades vigentes sem que esse fato indique perda de dinheiro.

Esse desenvolvimento prevê o uso de novos materiais (auto-sustentáveis), menos danosos, e mais econômicos, que viabilizem a otimização desses produtos e seus resultados. Como exemplo tem-se o uso da energia solar e eólica; do biodiesel como combustível; da fibra do coco na construção civil; e da própria terra crua.

A partir desses fatores, a sustentabilidade vai adquirindo forma e relevância e se traduz numa solução transitável para o crescimento sócio-político e econômico de uma nação. Em função disso, abre espaço para o surgimento de novos objetos e técnicas, assim como de idéias inovadoras, garantindo a natureza sua existência, e ao homem uma valorização dessa relação, sem que esse propósito se transforme numa verdade inconveniente da realidade mundial.

No nordeste brasileiro não acontece diferente, a necessidade de aplicação de materiais que contribuam para essa preservação ambiental também cresce, e junto com essa idéia ressurgem às construções em terra crua, numa utilização bastante antiga, mas que garante resistência, economia e agilidade.

Apesar de estar culturalmente associada à pobreza, as construções em terra gradativamente estão tendo esse conceito modificado. Em consequência da falta de moradias para as populações menos favorecidas economicamente, as construções em taipa acaba sendo uma alternativa, que por ser realizada de forma precária, fica estigmatizada como uma construção pobre e transmissora de doenças. Todavia, apesar do preconceito, essa técnica é capaz de criar ambientes bastante eficientes em termos de energia, que praticamente eliminam a manutenção externa e não agredem o meio ambiente.

Isso a torna diferente do adobe, que atualmente adquire um conceito mais valorizado, tornando-se uma técnica de custo mais elevado e de mão de obra especializada. Sendo assim, no nordeste do nosso país essa técnica ainda não está tão disseminada, o que a

torna específica de determinadas cidades, não só pelo alto custo, mas pelo conceito generalizado de má qualidade por tratar-se de terra crua.

4. TÉCNICAS CONSTRUTIVAS

Assim como em outras regiões do Brasil, no nordeste, as técnicas em terra crua são basicamente as mesmas, variando a forma com que são executadas, ora em função de alguma particularidade na aplicação, ora dos materiais disponíveis.

4.1 Taipa de pilão

A técnica da taipa de pilão pode ser encontrada em todos os continentes e nas mais variadas culturas. Consiste em socar com o pilão a terra levemente umedecida entre dois tabuados laterais, que são amarrados entre si com peças chamadas de cangalhas ou agulhas. O segredo da sua aplicação é a quantidade de água empregada para garantir melhor liga e evitar fissurações¹.

4.2 Taipa de mão

A taipa de mão é uma técnica que serve para fechar frestas formadas entre galhos verticais. Sua execução consiste em amassar o barro molhado com os pés, as mãos, ou outros meios, até adquirir a devida consistência, quando então o barro é pressionado para as frestas com a mão (Weimer, 2005).

4.3 Pau-a-pique

Tipo de taipa em que as paredes possuem uma amarração de varas e paus verticais unidos entre si por pequenas varas eqüidistantes e horizontais, situadas alternadamente do lado de fora e do lado de dentro (Lima, 2002).

4.4 Adobe

O adobe designa o tijolo cru, feito de argila compactada, e quase sempre secada ao vento ou sol. Na sua forma mais usual, o barro é compactado dentro de uma armação de madeira e quando curado ao ar livre adquire maior resistência e permite que seja assentado com a própria argamassa de barro.

5. TERRA NA CIDADE: SÃO LUIS X NATAL

5.1 São Luis, Maranhão

A ilha de São Luís do Maranhão fica entre duas baías (São Marcos e São José de Ribamar) e é composta de três municípios, São José de Ribamar, Paço do Lumiar e São Luís, principal cidade da região metropolitana da grande São Luís; sendo esta a única capital brasileira fundada por franceses em 1612 foi tomada pelos portugueses em 1914. Localizada na região nordeste tem uma economia baseada no comércio e serviço.

Com base em uma pesquisa feita *in loco* sobre a tipologia das edificações, foi possível observar que as construções em terra na ilha de São Luís ainda são fáceis de serem encontradas, se espalham por alguns imóveis do Centro Histórico de São Luís como também nas áreas periféricas, são construções directamente ligadas com a condição social dos seus utentes, podemos encontrá-las de duas formas: em taipa e adobe.

No centro histórico é possível encontrar algumas edificações em taipa de pilão, a exemplo disso temos o antigo imóvel na rua Afonso Pena onde outrora funcionou o Jornal Imparcial, além desse outros casarões e casas térreas espalhadas principalmente na área de proteção federal.

Hoje a utilização da terra como material construtivo é aplicado principalmente nas áreas periféricas da cidade de São Luís, porém é notória a mudança do uso da terra pelo tijolo, que se deve muito a interligação da utilização da terra para construção como sinônimo de pobreza (figura 1).



Figura 1 – Sequência de habitações populares. Taipa e tijolo, Coroadó

A taipa de mão é o modelo construtivo mais aparente no que se refere à terra, é comum observar o uso de galhos de mangue e também dos talos da palha do babaçu, palmeira nativa e abundante na região (figura 2).



Figura 2 – Estrutura de taipa com galhos de mangue, Araçagy

Além da taipa, é possível encontrar algumas habitações em adobe tanto na zona rural de São José de Ribamar quanto em Paço do Lumiar, porém o partido arquitetônico das habitações é basicamente o mesmo, normalmente divididos em dois ou três compartimentos onde o primeiro funciona a sala, o segundo quarto e o terceiro cozinha; o banheiro fica situado pouco distante da casa e com condições precárias de saneamento (figura 3).



Figura 3 – Habitação em adobe, vilarejo de Timbuba e Pau Deitado

Uma arquitetura sustentável norteia a relação homem com a natureza, as questões socioeconômicas ditam por vezes direcionamentos arquitetônicos equivocados; as casas de taipa e adobe são vistas como estruturas fracas e de pouca durabilidade sempre utilizada pelas camadas mais pobres.

Todavia, o fator da insalubridade da taipa se deve a falta de manutenção dos painéis de vedação desse sistema, em função das microdilatações, que implica na acomodação de insetos entre as frestas. Ou seja, torna-se uma questão ligada a qualidade da mão de obra e do acabamento que é dado, e não do material empregado na construção.

Atualmente, é crescente a busca de matérias primas de baixo impacto, revelando as variadas possibilidades do uso da terra, que além de abundante, é altamente sustentável, econômico e tem forte apelo ecológico, trazendo vários benefícios a construção, sendo possível constatar a necessidade do uso desse material para o melhor aproveitamento dos recursos.

5.2 Natal, Rio Grande do Norte

Natal é um município brasileiro, capital do estado do Rio Grande do Norte, pertencente à Região metropolitana de Natal, à microrregião de Natal e à mesorregião do Leste Potiguar. Está delimitado pelos municípios de Parnamirim (ao Sul), Extremoz (ao Norte), Macaíba (a Sudoeste) e São Gonçalo do Amarante (a Oeste).

A economia da cidade está basicamente assentada no comércio, na indústria, na extração mineral e principalmente no turismo.

Para a realização do estudo tipológico e técnico sobre as construções em terra executadas na cidade de Natal, foram feitos levantamentos à cerca dessas construções, onde a partir de uma pesquisa bibliográfica e da observação *in loco* tornou-se viável o registro de algumas dessas edificações.

Natal não possui tradição em construções em adobe, na verdade estas são construções praticamente inexistentes. No entanto, as construções em taipa, eram uma realidade bastante presente até o início do século XX.

Atualmente com o crescimento urbano, Natal não possui mais casas em taipa. Em função da preocupação com a salubridade e a disseminação de doenças, o governo erradicou as construções em terra, favorecendo e incentivando a construção de casas em alvenaria. Resultado disso é a total ausência de casas de taipa e uma quantidade bastante significativa de habitações em tijolo cerâmico. Associado a esse fato também existe a questão cultural que relaciona a taipa a baixas condições econômicas, nesse sentido as pessoas passaram a não medir esforços para o uso do tijolo cerâmico, acontecendo que várias habitações paupérrimas não abrem mão da cerâmica.

Outro fator curioso é a presença marcante da taipa nos interiores do Estado do Rio Grande do Norte, quanto mais afastadas são as habitações da capital, maior será o número de construções fazendo uso da taipa (figura 4).



Figura 4 – Casas de taipa, municípios de Canguaretama e João Câmara, RN

Normalmente essas casas são compostas de uma sala, dois dormitórios e uma cozinha. Para, além disso, o banheiro está locado na parte externa da casa, constituindo uma organização bem precária e rudimentar (figura 5).

Dessa forma, o estudo aqui aplicado buscou observar como a cultura de um povo pode intervir diretamente na concepção arquitetônica, onde as questões econômicas e sociais, apesar de não estarem diretamente ligadas à arquitetura acaba por influenciar

significativamente as construções, variando de acordo com cada localidade, mas estabelecendo laços muitas vezes fixados no mundo todo, como é o caso do conceito da terra e seu uso nas construções.

Com relação às questões estruturais (figura 6), as casas presentes no RN são concebidas a partir da técnica de taipa de pau-a-pique, também chamada de taipa de sopapo, de sebe, ou de mão, onde a construção é iniciada pela fixação dos esteios, ou seja, a chamada armação da casa, feita com varas de madeira, que consistia no entrelaçamento de madeiras verticais fixadas no solo, com vigas horizontais. Em seguida é feito o preenchimento desse vão com barro. Após essas etapas, as paredes podem ter acabamento alisado ou não, ou ainda receber pintura de caição.

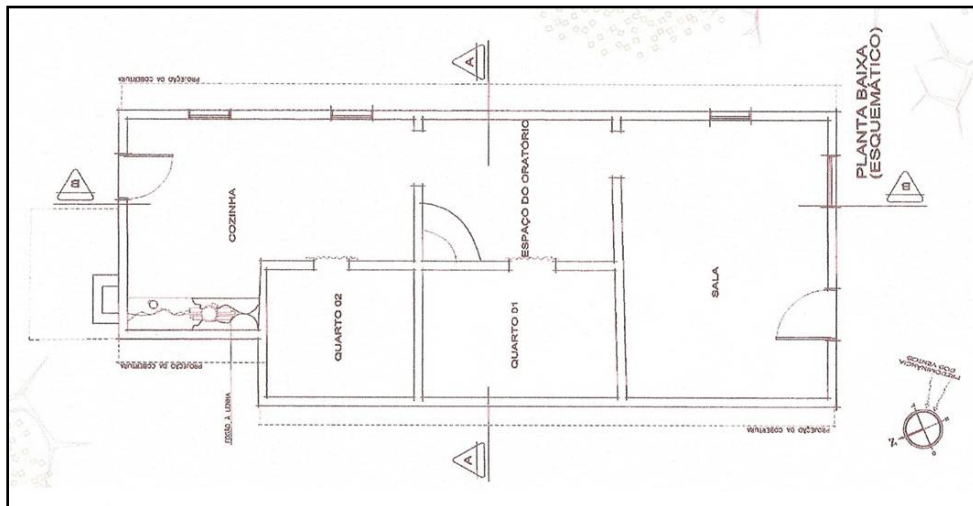


Figura 5 – Planta baixa esquemática de uma casa em taipa



Figura 6 – Estrutura da cobertura e das paredes

A arquitetura de terra implica a diminuição de muitos custos de energias, de transporte e nenhum processo industrial de transformação. Essas vantagens significativas garantem uma economia considerável, uma vez que as energias utilizadas no setor da construção civil das obras públicas e de habitação chegam a representar até 25% do consumo nacional.

No nordeste brasileiro as diferenças são visíveis a partir de técnicas, entretanto os materiais usados normalmente partem da mesma origem. O rio Grande do Norte utiliza o mangue como principal fornecedor de matéria prima para as construções em taipa, dessa forma, quanto mais próximo do litoral maior será o índice dessas habitações. No entanto, essa prática foi proibida e a partir das décadas de 60 e 70 houve o extermínio das moradias em taipa.

Na lei complementar nº 272, de 3 de março de 2004, garante o incentivo à adoção de práticas e mecanismos que minimizem, controlem e monitorem os impactos das atividades efetiva ou potencialmente poluidoras, bem como que visem à melhoria contínua de seu desempenho ambiental, incluindo o ambiente de trabalho do empreendimento. Nesse caso, reforça a proibição de retirada de varas dos mangues, assim como de qualquer outra prática

de grande ou pequena escala, que venha agir e afetar de forma direta ou indireta o ecossistema característico dos manguezais.

Nesse sentido, a legislação ambiental vigente e a questão cultural presente na sociedade natalense, influenciam a ausência da produção em escala de construções em terra, proporcionando inúmeras discussões e reflexões sobre o assunto e sua aplicabilidade no dia-a-dia; fazendo surgir novos conceitos e concepções a respeito dessas edificações.

6. CONCLUSÃO

Resultante então da comparação entre duas realidades distintas, as cidades de São Luis e Natal, é perceptível que a partir da diversidade cultural pertinente a cada uma delas, é possível encontrar o uso das mesmas técnicas construtivas e de materiais, onde ambas utilizam a matéria-prima advinda dos mangues e as aplicam em suas construções de taipa. No entanto, diferem na organização urbana, onde Natal em função de políticas públicas teve proibido o uso de varas de mangues, o que influenciou a grande aplicação do tijolo cerâmico nas construções de habitações populares. Na ilha de São Luis, em função da facilidade de se encontrar casas de taipa e adobe, reflete uma estrutura urbana diferente, até mesmo pela crescente, mas gradativa, política do turismo na região.

Segundo a antropóloga Novaes (1983), “se as regiões habitadas são semelhantes em termos ecológicos, isto não significa que haverá soluções idênticas em termos de organização espacial. E não poderia ser de outra forma, uma vez que o espaço habitado e a concepção que o engendra são fruto de toda uma concepção de mundo, que é única para cada povo”.

Sendo assim, é possível observar que apesar de ambas terem um conceito de construções em terra próximo da idéia de pobreza, ainda divergem na quantidade existente em cada cidade, o que as torna ao mesmo tempo iguais, mas diferentes na concepção social refletida diretamente nas construções arquitetônicas.

BIBLIOGRAFIA

LIMA, Pedro de. **Arquitetura no Rio Grande do Norte: uma introdução**. Natal [RN]: Cooperativa Cultural Universitária, 2002.

NOVAES, Sylvia Cayubi (org.). **Habitações indígenas**. São Paulo: Nobel, 1983.

WEIMER, Günter. **Arquitetura popular brasileira**. São Paulo: Martins Fontes, 2005.

NOTA

1 – O aparecimento de fissurações na prática da taipa de pilão pode ser atenuado ao fazer uma vedação da terra depois de seca, com barro mole.

AUTORAS

Iara Oyama. Arquiteta e Urbanista graduada pela UEMA – São Luís/MA. Mestranda em Metodologias de Intervenção no Patrimônio Arquitetônico – FAUP/Portugal. Colaborou como arquiteta na Fundação de Patrimônio Histórico da Prefeitura de São Luís-MA.

Raquel Galvão. Arquiteta e Urbanista graduada pela Universidade Potiguar – Natal /RN. Mestranda em Metodologias de Intervenção no Patrimônio Arquitetônico – FAUP/Portugal. Colaborou como estagiária do Centro de Documentação Cultural Eloy de Sousa – FJA.



A UTILIZAÇÃO DA TERRA EM CONSTRUÇÕES RURAIS DURANTE A COLONIZAÇÃO DO ESTADO DO PIAUÍ

Sandra Selma Saraiva de Alexandria¹, Wilza Gomes Reis Lopes²

(1) Departamento de Construção Civil e Arquitetura, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Piauí – UFPI. Rua Helvídio Aguiar, n. 1522, Morada do Sol. 64.056-510 Teresina, PI, Brasil
Tel: 5586 233 8065 s3arquitetura@yahoo.com.br

(2) Departamento de Construção Civil e Arquitetura, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Piauí – UFPI. Rua Major Manoel Lopes, n.1714, Morada do Sol. 64 056-570 Teresina, PI, Brasil.
Tel: 5586 233 1274 izalopes@uol.com.br

Palavras-chave: Construções em terra; sustentabilidade; técnicas tradicionais.

RESUMO

A questão ambiental no mundo apresenta problemas enfrentados nos centros urbanos e rurais, destacando-se os relacionados à produção e consumo de energia e aos assentamentos humanos.

Um dos desafios constantes da arquitetura nos dias atuais é demonstrar que projetar edifícios com materiais alternativos ou sustentáveis significa uma arquitetura de soluções técnicas simples e acessíveis. Encontrar um modelo de arquitetura sustentável não é algo inalcançável, existem caminhos possíveis na ocupação do solo urbano com grandes vantagens econômicas e ambientais. Essas soluções muitas vezes podem ser encontradas no passado, nas lições trazidas pela nossa história.

Durante todo o período de sua colonização, nos meados do século XVII até o século XIX, o Piauí teve o seu desenvolvimento econômico extremamente ligado às fazendas de criação de gado que moldaram social, cultural e politicamente a sociedade piauiense. Tendo um povoamento nitidamente rural, as fazendas de gado emergiram como a principal unidade de povoamento e a pecuária extensiva como atividade econômica dominante.

A arquitetura rural piauiense é a variação da arquitetura colonial brasileira. Fortemente marcada por construções que utilizam os materiais existentes na região como a madeira, a pedra e a terra. Estas habitações obedeciam às necessidades do homem, às condições climáticas e a esses materiais de peculiaridade local. Isso resultava numa arquitetura extremamente equilibrada às condições ambientais.

No começo, as fazendas e os engenhos, foram construídos de taipa-de-pilão, moradias de pequenas dimensões, singelas e rústicas. Sob o ponto de vista plástico e funcional, este tipo de construção espelhava a luta e o desafio pela sobrevivência do sertanejo, na proposta de uma solução habitacional rústica e fechada. Neste trabalho será apresentado um pequeno histórico da arquitetura piauiense do referido período, destacando-se a descrição de algumas casas de fazenda executadas em terra.

1. INTRODUÇÃO

Quando o tema da ecologia aparece na mídia, geralmente está relacionado à preservação ou à recuperação da natureza. No entanto, a questão ambiental nas cidades passa por outros problemas, além destes relacionados mais diretamente à natureza selvagem. Muitos são os problemas ambientais enfrentados nos centros urbanos, destacando-se os relacionados à produção e consumo de energia e aos assentamentos humanos. Por isso, a reversão da alarmante crise ambiental contemporânea depende de iniciativas que reavaliem o papel da cidade como fator determinante na alteração do ambiente natural, além da participação de cada cidadão como ponto decisivo na transformação de comportamentos e atitudes.

Sabe-se que o ambiente urbano é o local onde vive mais da metade da população mundial, e a previsão da ONU para os próximos 25 anos é de que essa população duplique, chegando a 5 bilhões de pessoas vivendo nos centros urbanos. A solução para os problemas nas grandes cidades depende não somente de vontade política e de planejamento urbano, mas da colaboração de cada cidadão envolvido na dinâmica diária das relações produção x consumo, cidade x natureza.

Um dos desafios constantes da arquitetura nos dias atuais, é demonstrar que projetar edifícios com materiais alternativos ou sustentáveis, não significa produzir uma arquitetura que se utiliza de alta tecnologia, sofisticada, cara, demandadora de fontes e energia ou, ao contrário, que seja uma arquitetura precária ou deficiente. Significa, sim, uma arquitetura de soluções técnicas simples e acessíveis, articuladas em projetos, que têm como base conceitos de ecologia urbana, planejamento ambiental, sustentabilidade e moradia digna. Também não se pode perder de vista fatores essenciais para essa arquitetura sustentável, como os condicionantes e os determinantes geográficos, climáticos, econômicos e os recursos locais de cada região.

De acordo com Rozestraten (2006):

"[...] Não há dúvidas de que, uma arquitetura responsável e sintonizada com as questões urbanas contemporâneas, pode contribuir de forma efetiva para a melhoria das condições de vida nas cidades e a solução de sérios problemas ambientais como: a impermeabilização crescente do solo; a redução progressiva da vegetação urbana, especialmente nos lotes privados; o alto consumo energético necessário para minimizar o desconforto de soluções arquitetônicas inadequadas às condições climáticas reais (como por exemplo, os indispensáveis aparelhos de ar condicionado); o alto custo do tratamento público da água e dos esgotos; o desperdício e o lançamento de entulhos e sobras de canteiros de obras na periferia das cidades. [...] As arquiteturas sustentáveis oferecem grandes vantagens para a sociedade, e em escala ampliada, para todo o meio ambiente. Se as vantagens ambientais são nítidas, as vantagens econômicas são capazes de convencer os mais céticos."

O arquiteto tem um papel importante no alcance dessas metas. Encontrar um modelo de arquitetura sustentável não é algo simples, porém não pode ser visto como inalcançável. Existem caminhos possíveis na ocupação do solo urbano com grandes vantagens econômicas e ambientais, basta que se cumpra o papel que cabe a cada pessoa como cidadão e profissional comprometido com a busca de uma vida melhor. Sem que pra isso seja necessário abrir mão de qualidade de vida e de conforto, mas respeitando os limites que a natureza nos impõe, a cada dia com mais urgência.

A construção com terra é, inquestionavelmente, um dos modelos que se pode empregar como de arquitetura sustentável. É possível construir - e se constrói - habitações duráveis, confortáveis e dignas, com técnicas milenares que se adaptaram às características de cada local ou região.

No Brasil, as técnicas de construção com terra mais usadas foram a taipa de pilão, o adobe e a taipa de mão ou pau-a-pique. Bastante difundidas nos primeiros séculos da colonização, estas técnicas desapareceram, quase por completo, no século XIX, com a disseminação das olarias e o baixo custo do tijolo cerâmico na época, além do surgimento de novas tecnologias.

A terra, como material de construção, foi relegada, e praticamente, esquecida. E quando utilizada, na maioria das vezes, é realizada sem nenhum apuro tecnológico ou de acabamento, e apenas pelas camadas menos favorecidas da população ou na zona rural.

O resultado disso é que, a aparência mal acabada e o aspecto de desmazelo terminam por ser relacionados à técnica, quando na verdade são causados pelo despreparo da mão-de-obra e pela má execução e aplicação do processo construtivo (figura 1).



Figura 1 – Casas de taipa de mão em assentamentos clandestinos, em Teresina

Entretanto, várias edificações antigas e executadas com terra são encontradas, ainda hoje, em perfeito estado de conservação, caracterizando o potencial e a durabilidade deste tipo de construção. Além destas, destacam-se ainda edificações contemporâneas, localizadas em locais diversos do Brasil, utilizando procedimentos construtivos adequados, que também atestam a versatilidade e o excelente desempenho técnico da arquitetura de terra.

É importante, então, que as técnicas de terra sejam resgatadas, como bem afirmou Pinto (1993):

“Terão que se recuperar as técnicas tradicionais, analisá-las, quantificá-las, sistematizá-las, testá-las em laboratório e aperfeiçoá-las. No fundo, reacreditá-las, restituir-lhes o crédito a que têm direito. Há que associar à terra idéias verdadeiras e inovadoras como conforto, economia energética, longevidade, degradabilidade e ecologia).”

2. A APLICAÇÃO DA TERRA COMO MATERIAL DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

Segundo Faria (2002), terra crua é a designação genérica que se dá aos materiais de construção produzidos com solo, das mais variadas características e origens, porém, sem passar pelo processo de cozimento (ou queima). Por extensão, é empregada a denominação de “arquitetura de terra” a toda produção arquitetônica cujo principal material empregado é a terra crua.

Exemplos de construção com terra são encontrados em quase todos os países do mundo. Além do Brasil, diversos outros povos usaram e ainda usam a terra crua para construir suas habitações, e muitas dessas casas já estão de pé há séculos, demonstrando o seu potencial e como modelo de tecnologia construtiva e de construção sustentável. Segundo Dethier e Guillaud (1994), desde que os homens começaram a construir casas e cidades, há 10 mil anos atrás, a terra vem sendo um dos principais materiais de construção utilizados no mundo, e hoje cerca de 30% da população mundial vive em construções de terra.

De acordo com Diogo (2005), nos países industrializados, a terra foi suplantada por novos materiais de construção, muitos deles produzidos por meio de processos de manufatura altamente sofisticados, demandadores de energia e poluidores. Muitos destes materiais trazem consigo complicações técnicas, regionais e de conforto ambiental imprevisíveis. Como resultado, verifica-se um agravamento da crise de energia e a ameaça ao meio ambiente.

Rocha (2002) cita outros materiais que, como a terra, representam uma excelente alternativa de elementos construtivos, visto que são encontrados com facilidade em quase todas as regiões, não são poluentes, não requerem grande consumo de energia em seu processo de preparo, são renováveis e de baixo custo. São eles: o bambu, a carnaúba, o eucalipto e as fibras vegetais, dentre outras matérias-primas naturais.

A aplicação desses materiais ecologicamente corretos e em sintonia com os conceitos de sustentabilidade atuais, na zona rural do Piauí, é feita de forma empírica pelas populações mais desprovidas de recursos, ainda segundo Rocha (2002). Em geral, as casas são semelhantes, feitas com o mesmo material de construção e a mesma técnica construtiva, como por exemplo, a casa de taipa de mão. Isto porque não chegaram nestas regiões, ou chegam com muita dificuldade, os materiais de construção mais atuais. A este fato, pode-se somar o custo operacional e de mão-de-obra não especializada para as novas técnicas construtivas, fazendo com que se mantenham as técnicas tradicionais de construção com terra, principalmente na zona rural, pelo seu fácil acesso e seu baixo custo.

Existe um vasto repertório de técnicas que utilizam como matéria básica para o soerguimento das paredes, a terra. Técnicas que variam de acordo com as peculiaridades culturais, condicionantes ambientais e características do solo disponível em cada região do globo, onde elas são utilizadas. Apesar desse número de possibilidades de uso da terra na edificação de paredes e muros, Lopes (1998) afirma que no Brasil, as técnicas mais utilizadas para construção, envolvendo a terra como material básico, foram o adobe, a taipa de pilão e a taipa de mão ou pau-a-pique. Técnicas disseminadas pelo colonizador português, que também as empregava no seu país de origem.

Este trabalho é parte de uma dissertação de mestrado sobre a utilização da terra nas construções do estado do Piauí. As edificações pesquisadas foram reunidas em dois grupos: o de construções históricas, catalogadas por meio de pesquisa documental e o de construções históricas e contemporâneas, pesquisadas através de visitas às obras e coleta de dados no local. Neste artigo é apresentado o levantamento histórico da tipologia arquitetônica piauiense que existia no período da colonização do estado do Piauí.

Os dados levantados sobre cada obra correspondem às características construtivas encontradas e indicam como cada técnica de construção com terra foi empregada, enfocando os materiais aplicados na cobertura, piso e esquadrias, a existência de instalações elétricas e hidro-sanitárias e os materiais utilizados na confecção das paredes.

As obras foram catalogadas por meio de pesquisa documental e foram apresentados apenas os dados coletados através dos documentos de registro das obras, obtidos no IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Nacional, 19ª Superintendência em Teresina. Algumas construções foram visitadas apenas para verificação do seu estado de conservação.

2. ARQUITETURA DE TERRA NO PIAUÍ – ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Durante toda a sua ocupação colonizadora, nos meados do século XVII, realizada pelos bandeirantes paulistas, e por todo o século XVIII e XIX, o Piauí teve o seu desenvolvimento econômico extremamente ligado às fazendas de criação de gado que moldaram social, cultural e politicamente a sociedade piauiense.

De acordo com Silva (1991), a origem e a evolução das chamadas fazendas do Piauí remontam ao movimento português de exploração e ocupação do território brasileiro, impulsionados pela necessidade de exploração econômica. Tendo um povoamento nitidamente rural com sua população dispersa, as primeiras vilas piauienses não passavam de pequenos centros político-administrativos, dependentes do universo pastoril. As fazendas de gado, e secundariamente, os sítios, emergiram como a principal unidade de povoamento, e a pecuária extensiva, como a atividade econômica dominante.

A arquitetura rural piauiense é a variação da arquitetura colonial brasileira. É fortemente marcada por construções que utilizam os materiais existentes na região, como a carnaúba, que é uma palmeira típica do Piauí, a pedra e a terra. Estas habitações obedeciam às necessidades do homem, às condições climáticas e a esses materiais de peculiaridade local. Isso resultava numa arquitetura extremamente equilibrada às condições ambientais.

Silva (1991) ainda afirma que no começo, as fazendas e os engenhos, foram construídos de taipa-de-pilão, moradias de pequenas dimensões, singelas e rústicas. Com estilo pesado, acachapado, disposto na horizontalidade, demonstrava sua solidez arquitetônica.

“A casa de fazenda, sob o ponto de vista plástico e funcional, espelha a luta e o desafio pela sobrevivência e a evolução do sertanejo, na proposta de uma solução habitacional rústica e fechada”.

Segundo a tradição corrente, o modelo dessas habitações foi importado das colônias portuguesas da África e Ásia, e adaptado às contingências da realidade piauiense pelo desbravador paulista.

Estas características vieram ressaltar o valor histórico e arquitetônico das Casas de Fazenda do Piauí. Residências da chamada “Civilização do Couro”, que são um exemplo muito marcante da arquitetura piauiense nos primeiros séculos de colonização e desenvolvimento desse estado, e que recebeu influências da arquitetura rural paulista. De acordo com Saia apud Silva (1991):

“[...] o esquema construtivo é fechado e rígido, na severidade imposta de uma estrutura de taipa de pilão ou pedra entaipada, tanto do ponto de vista da construção, como no que se refere à definição arquitetônica, plástica e funcional do edifício”.

Como exemplares dessa arquitetura tão marcante, pode-se citar o casarão da Fazenda Ininga (figuras 2 e 3), um dos mais interessantes, com destaque para o alpendre de piso de pedra-de-jacaré. Situa-se na estrada que dá acesso ao município de José de Freitas.



Figura 2 – Acesso e vista da Fazenda Ininga

Pode-se verificar a existência de um exemplar único de dois pavimentos desta arquitetura tão marcante, a casa da Fazenda Tocaia, localizado no município de Campo Maior (figura 3).

3. CASAS DE FAZENDA DO PIAUÍ

As casas de fazenda descritas a seguir são resultado da pesquisa feita nos arquivos do IPHAN-PI, que possibilitou a catalogação de algumas construções, que passaram pelo processo de tombamento neste órgão e se revelaram de interesse para este trabalho.

O IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, hoje vinculado ao Ministério da Cultura, foi criado em 13 de janeiro de 1937 pela Lei nº 378, no governo de Getúlio Vargas. Atua junto à sociedade e todo território nacional, por meio de 29 unidades com autonomia orçamentária-financeira e, há mais de 60 anos, vem realizando um trabalho para a proteção dos bens patrimoniais do país, redigindo uma legislação específica, preparando técnicos, realizando tombamentos, restaurações e revitalizações, que asseguraram a permanência da maior parte do acervo arquitetônico e urbanístico brasileiro, bem como do acervo documental e etnográfico, das obras de arte integradas e dos bens móveis (Brasil, 2005).



Figura 3 – Vista geral da Fazenda Tocaia, no município de Campo Maior. Único exemplar dessa arquitetura típica do Piauí, com 2 pavimentos

Os processos de tombamento do IPHAN se baseiam no Artigo 216º da Constituição Federal Brasileira de 1988, que define: “Constituem patrimônio cultural brasileiro os bens de natureza material e imaterial, tomados individualmente ou em conjunto, portadores de referência à identidade, à ação, à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira” (Brasil, 1988). Dentre eles estão os conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico.

Desta forma, de acordo com documentação encontrada no órgão sobre os processos de tombamento que sofreram algumas residências típicas da arquitetura rural piauiense, denominadas “Casas de Fazenda”, chegou-se a algumas características comuns a muitas delas, principalmente em relação ao tipo de material utilizado na confecção de paredes, cobertura e piso.

Segundo Silva (1991), a arquitetura das “Casas de Fazenda” reflete a simplicidade, a funcionalidade da vida campestre, nos sucessivos períodos de colonização do Piauí, que ocorreram com base na pecuária extensiva, e expressa uma harmonia de relacionamento entre o homem, a terra e os animais. Uma simbiose de relações de vida na denominada “Civilização do Couro”.

Alguns dos aspectos construtivos dessa arquitetura são abordados a seguir, através de descrição de três casas de fazenda, catalogadas nos arquivos do IPHAN-PI e fotos da Fundação de Amparo à Cultura do estado do Piauí (FUNDAC-PI).

3.1. Casa Grande de São Domingos no município de José de Freitas

A Casa Grande de São Domingos (figura 4) está localizada no município de José de Freitas a 48,00 km de Teresina. Segundo dados obtidos no IPHAN-PI, do livro do Processo de Tombamento e Decreto nº 10.524 de 25 de abril de 2001 (IPHAN-PI, 2001), essa antiga fazenda é uma das mais representativas, com grandes alpendres e capela, possuindo mobiliário de época. Foi fundada por Jacob Almendra Freitas e pertence hoje ao INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, possuindo uma área de construção total de 710,50 m². Atualmente se encontra desocupada e sem uso (IPHAN-PI, 2001).

Com características peculiares da arquitetura tradicional do Piauí, possui cômodos amplos, paredes largas e telhado em quatro águas. “Assim é o casarão de São Domingos: rústico de arquitetura, todavia condizente com o clima da região. Despojado de luxo, possui o aconchego de amplas e arejadas varandas” (IPHAN-PI, 2001).



Figura 4 – Fachada principal e vista da varanda principal da Fazenda São Domingos

Possui um sistema construtivo formado por bases de pedra, estrutura autônoma de sustentação do telhado em madeira e vedação em paredes de adobe. As paredes de adobe são revestidas de argamassa e no interior delas é encontrada a estrutura que suporta a cobertura, formada por troncos de madeira. A espessura dessas paredes revestidas com o reboco varia de 30 cm a 60 cm e, seguindo a tradição, são caiadas de branco.

As fachadas principal e lateral possuem varanda fechada por uma mureta de meia-altura de adobe, rebocada e caiada e pilares de madeira. A cobertura é feita com telhas de barro tipo colonial e sustentada por estrutura de carnaúba, palmeira típica da região. Enquanto que o piso original é de tijoleira cerâmica e não sofreu alterações significativas com o tempo.

O conjunto arquitetônico da Fazenda São Domingos é representativo da morada piauiense consolidada desde a época da colonização, e que se impõe até nossos dias, cujas influências foram trazidas da moradia paulista com os desbravadores que acompanhavam Domingos Afonso Mafrense, entre outros.

3.2. Casa de Fazenda Olho D'água dos Pires no município de Esperantina

Localizada no município de Esperantina, a 194 km de Teresina, encontra-se a Fazenda Olho D'água dos Pires (figura 5). De acordo com dados obtidos no IPHAN-PI, do livro do Processo de Tombamento e Decreto nº9.311 de 23 de março de 1995 (IPHAN-PI, 1995), a fazenda foi construída pelos escravos em 1847 e por seu primeiro proprietário, Mariano de Carvalho Castelo Branco. Hoje, a fazenda de 533,45 m² de área de construção é de propriedade de Francisco Araújo Linhares.

O sítio histórico é formado pela casa residencial, casa de farinha e de engenho, olho d'água e quintais cercados por muros de pedra.



Figura 5 – Acesso e fachadas principal e lateral da Faz. Olho D'água dos Pires

O sistema construtivo da casa residencial é formado por base de pedras, estrutura autônoma de madeira do telhado e paredes de vedação de adobe. Com um pé-direito de 2,30 m, na parte mais baixa, suas paredes são revestidas de argamassa e dentro delas podem ser encontradas os pilares de madeira que dão sustentação ao telhado.

Sua cobertura é feita em telhas de barro de fabricação artesanal, no próprio local da obra, e a estrutura de cobertura é de madeira lavrada e madeira roliça, sem forro. Um detalhe interessante dessas telhas é que elas possuem inscrições da época, com nomes dos proprietários, data de nascimento e desenhos feitos pelos escravos, detalhes que atestam sua antiguidade. O piso original é de tijolos de barro cozido, tipo tijoleira.

A casa se encontra em razoável estado de conservação, atestando a resistência do sistema construtivo empregado. Porém, devido ao abandono e falta de manutenção já começa a apresentar sinais de deterioração.

Em visita ao local pode-se verificar a beleza singela da construção, rodeada pela vegetação local. A construção parece ter surgido das entranhas do local, tão inserida e bem adaptada se encontra no meio que a rodeia. Infelizmente, devido ao completo abandono corre sério risco de ruir, levando consigo detalhes de uma história tão antiga e cheia de riquezas.

3.3. Casa de Fazenda da Dona Alemã no município de Capitão de Campos

A Casa de Fazenda da Dona Alemã (figura 6), que recebeu essa denominação em homenagem à esposa do primeiro proprietário, foi edificada em 1907, no início das construções do antigo povoado, que deu origem ao atual município de Capitão de Campos.

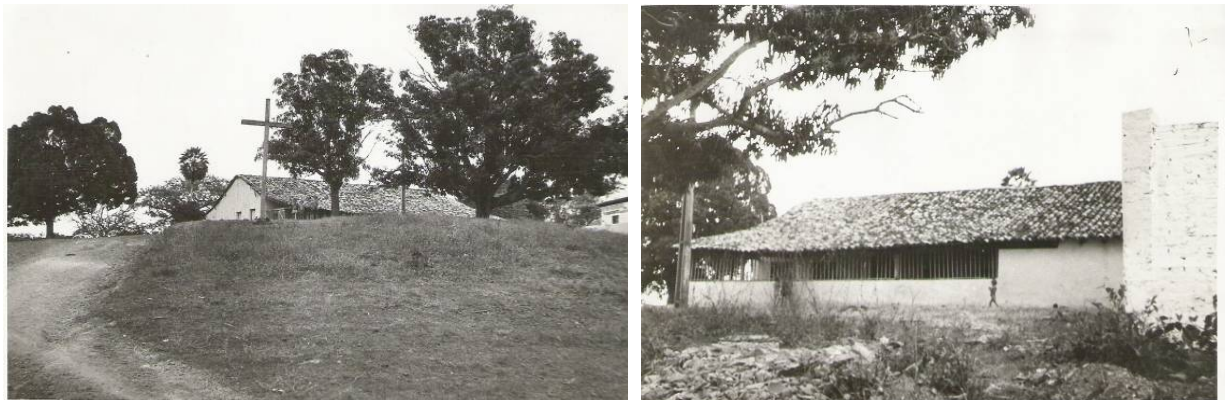


Figura 6 – Acesso e fachada lateral da Fazenda da Dona Alemã

Está localizada em um alto na cidade de Capitão de Campos e, segundo dados obtidos no IPHAN-PI, do livro de Processo de Tombamento e Decreto nº8.686 de 06 de julho de 1992 (IPHAN-PI, 1992), possui uma área total de construção de, aproximadamente 200,00 m² e uma planta baixa com formato retangular, com nove cômodos e duas varandas, cercadas de peitoris e com apenas um pavimento térreo.

A estrutura das paredes externas é feita com pedra e revestida com argamassa. As paredes internas são de adobe, também possuem revestimento de argamassa e são de meia-altura, favorecendo a ventilação do interior da edificação e reforçando suas características de conforto térmico.

A estrutura do telhado é em carnaúba e aroeira com cobertura em telhas vãs. As esquadrias são de madeira fichada e as vergas são de madeira lavrada. O piso ainda é o original, feito de tijoleira cerâmica e apresenta bom estado de conservação.

Casa de fazenda exemplar, do final do século XIX, encontra-se em bom estado de conservação, demonstrando sua durabilidade e eficiência, ao longo de um século de uso e onde funciona atualmente uma creche municipal.

4. CONCLUSÃO

Nesta pesquisa pode-se observar que a terra esteve presente, como material de construção, desde a época da colonização do Piauí, que teve início no século XVII. Verifica-se isto nos modelos de Casas de Fazenda, exemplares da ocupação do território naquela época. Algumas ainda se encontram em uso e servindo perfeitamente à sua função de moradia, apesar de outras estarem abandonadas, sem manutenção e em péssimo estado de conservação, como é o caso da Fazenda Olho D'água dos Pires, em Esperantina.

Esses exemplos, apesar de nem todos estarem em perfeito estado, demonstram que uma construção feita de terra pode durar séculos e continuar exercendo sua função perfeitamente, em sintonia com o universo ao qual pertence e atestando o bom uso da terra nessas construções.

Testar, melhorar e adequar cada uma dessas técnicas que foram empregadas ao longo da história e que ainda hoje são utilizadas na maioria das vezes sem nenhum rigor científico, são necessidades reais para que se possa alcançar uma tecnologia da construção com terra. Normas são necessárias, para que se possa utilizar sem receios ou preconceitos, dentro de padrões estabelecidos e normas a serem observadas. Mas, o mais importante é “arregaçar as mangas, colocar a mão na massa” e iniciar urgentemente a prática de todo esse material técnico-didático que já foi produzido. Já existe muito conhecimento científico acerca do tema, o que é necessário é que se comece a transferência dessa tecnologia através de capacitação de mão-de-obra, até mesmo a produção de cartilhas de boas práticas e de recomendações técnicas.

Apesar do preconceito existente em relação às técnicas de construção com terra, estas ainda são muito utilizadas por uma parte significativa da nossa população. Têm demonstrado ser uma opção de bom desempenho construtivo e baixo custo. Principalmente em locais onde o acesso aos materiais convencionais é difícil ou muito caro. Além disso, ainda são encontradas algumas construções que utilizam essas técnicas em função das vantagens de conforto térmico, facilidade de aplicação e por motivos sentimentais. Com o resgate destas técnicas, pode-se subsidiar a execução de projetos a partir deste modelo construtivo sustentável e de baixo custo, com o propósito de amenizar os problemas do déficit habitacional, por que passa o mundo e, especialmente, o Brasil.

O Piauí é um grande celeiro para se aprimorar e desenvolver essas técnicas, o clima quente, a grande extensão territorial e o baixo poder aquisitivo da maior parte da população, torna de grande interesse o uso das técnicas de construção com terra. Esse material é especialmente indicado para a construção de habitações de baixo custo e pode ser facilmente empregado por mão-de-obra não qualificada, resultando numa construção mais adequada ao clima, muitas vezes inclemente desta região, devido a sua baixa condutibilidade térmica.

As técnicas de construção com terra referem-se ao conhecimento que está inserido na cultura popular, fazendo parte da história construída, e seu valor precisa ser reconhecido como tal. Construir com terra é uma forma de interação com o meio natural, uma forma de uso sustentável e em harmonia com as necessidades atuais de utilização racional dos valores naturais.

Além de tudo, essa maneira de construir possibilita maior autonomia, em situações onde só é possível construir a partir da utilização de materiais locais. Sem dúvida, a terra é um material durável, desde que seguidos os parâmetros técnicos necessários, de baixo impacto ambiental e que reduz a dependência para com os materiais industrializados.

A arquitetura e construção com terra articulam o saber e a prática populares tradicionais e as tecnologias mais modernas, num processo dialético de soluções adequadas aos espaços construídos nas sociedades contemporâneas, além de manter a dinâmica da interação homem e natureza, na busca de um modelo de arquitetura sustentável.

BIBLIOGRAFIA

BRASIL. Ministério da Cultura. IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. **Sobre o Iphan**. [2005-a]. Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br/portal/montarPaginaSecao.do?id=10&sigla=Institucional&retorno=paginalphan>>. Acesso em 29 abr. 2005.

DETHIER, H.; GUILLAUD, H. **Earth Construction: a comprehensive guide**. London, UK: Intermediate Technology Publications, 1994.

DIOGO, M. **O Uso de Terra Crua como Alternativa para Construção de Habitações**. 2005. Disponível em: <<http://m.diogo.vilabol.uol.com.br/saibamaisobreterracruz.htm>> Acesso em 06 abr. 2005.

FARIA, O. B. **Utilização de macrófitas aquáticas na produção de adobe: um estudo de caso no reservatório de Salto Grande (Americana – SP)**. 2002, 200p. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2002.

IPHAN - PI. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. **Casa de Fazenda da Dona Alemã**. Processo de Tombamento e Decreto nº 8.686 de 06 de julho de 1992. Teresina, 1992.

IPHAN - PI. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. **Casa de Fazenda Olho D'água dos Pires**. Processo de Tombamento e Decreto nº 9.311 de 23 de março de 1995. Teresina, 1995.

IPHAN - PI. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. **Casa Grande de São Domingos**. Processo de Tombamento e Decreto nº 10.524 de 25 de abril de 2001. Teresina, 2001.

LOPES, W. G. R. **Taipa de Mão no Brasil: levantamento e análise de construções**. 1998. 223 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, EESC/USP, São Carlos, SP, 1998.

PINTO, F. *Arquitetura de Terra - Que futuro?* (1993) In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE O ESTUDO E CONSERVAÇÃO DA ARQUITECTURA DE TERRA, 7., Silves, 1993. **Anais....** Lisboa: DGEMN, 1993. p. 612-617.

ROCHA, A. C. C. da. **Critérios Habitacionais para o Controle da Doença de Chagas: Estudo de Caso no Estado do Piauí**. 2002. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Arquitetura. Porto Alegre, 2002.

ROZESTRATEN, A. **A arquitetura e a questão ambiental nas cidades**. 2006. Disponível em: <<http://www.eco21.com.br>>. Acesso em 15 mai. 2006.

SILVA, J. C. C. da. **Abelheiras: Último reduto da casa da torre no Piauí (um estudo de história social)**. Teresina, PI: Gráfica Júnior Ltda, 1991.

AUTORAS

Sandra Selma Saraiva de Alexandria, Arquiteta e Urbanista, especialista em Ciências Ambientais, mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Professora Adjunta da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo do Instituto Camillo Filho e Professora Substituta do curso de Arquitetura e Urbanismo da UFPI.

Wilza Gomes Reis Lopes, arquiteta, especialista em Urbanismo, mestre em Arquitetura, doutora em Engenharia Agrícola. Professora do curso de Arquitetura e Urbanismo e do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA / UFPI. Coordenadora do Laboratório Urbano da Paisagem – LUPA da UFPI.



ANÁLISE E PROPOSIÇÕES PARA A RECUPERAÇÃO DO ACERVO PATRIMONIAL EM 'TAIPA DE PAU-A-PIQUE' NA CIDADE HISTÓRICA MARECHAL DEODORO – ALAGOAS

Josemary Omena Passos Ferrare

Universidade Federal de Alagoas – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
Campus A. C. Simões – Cidade Universitária – 57.072-970 Maceió, Alagoas, Brasil.
Tel: (55 82) 3214 1283 jferrare@uol.com.br

Palavras-chave: patrimônio edificado, imagem urbana

RESUMO

O estudo consiste em uma proposta de recuperação gradativa para habitações do Centro Histórico da atual cidade Marechal Deodoro situada no estado de Alagoas, a ex-Vila de Santa Maria Magdalena da Alagoa do Sul que chegou a ser Cabeça de Comarca da Capitania de Pernambuco no século XVIII, notabilizada por manter um expressivo número de edificações difundidas pela colonização portuguesa no litoral brasileiro na forma de casas térreas de 'porta-janela', sob o partido de planta em meia-morada, morada inteira, e, também, alguns sobrados de dois pavimentos, construídas em taipa de pau-a-pique e cobertas com telhas cerâmicas assentes sobre singela estrutura de madeira composta por cumeeiras (paralelas às fachadas), pontaletes, caibros, ripas e diversos tipos de beirais que valorizam esteticamente as composições de suas fachadas. Tendo sido detectado através de um Inventário do Patrimônio Arquitetônico, publicado em 2006, um avançado estágio de degradação entre vários exemplares inseridos no perímetro poligonal do Tombamento Federal, de parte da cidade, devido à falta de manutenção que minimize, entre outras agressões graduais, a absorção da umidade ascendente e descendente, o presente estudo propõe categorizar **tipicidade construtiva x padrão de insegurança** pelos indicadores - piso, parede, cobertura - para fomentar propostas de apoio técnico e aportes financeiros ao alcance dos usuários para tentar conter este longo processo de degradação a que vem se expondo representativos exemplares histórico-arquitetônicos, cuja reminiscência respaldou o próprio Decreto que os afirmou como Patrimônio Nacional.

1. INTRODUÇÃO

A moradia corresponde a uma das expressões sociais concretas do processo da urbanização que gera uma análise complexa quando se considera que existem fortes diferenças entre as condições de uso dos grupos sociais que tem renda estável e dos grupos que não a tem. Sabe-se, todavia, que a carência desta é agravada no Brasil e, sobretudo, na região nordeste por questões estruturais diversas que não nos cabe neste artigo analisar. Contudo, convém aqui ponderar que programas governamentais de tentativas de controle habitacional em décadas passadas não conseguiram sanar o *déficit* habitacional instaurado nesta região geográfica.

Exatamente a partir destas considerações introduzimos a escolha desta proposição gradativa para recuperação de habitações em taipa de pau-a-pique no Centro Histórico da cidade Marechal Deodoro situada no estado de Alagoas, ex-Vila de Santa Maria Magdalena da Alagoa do Sul¹ e que mantêm um expressivo número de edificações difundidas pela colonização portuguesa no litoral brasileiro na forma de casas térreas de 'porta-janela', sob o partido de planta em meia – morada, morada inteira, e, também, alguns sobrados de dois pavimentos, construídas em taipa de pau-a-pique e cobertas com telhas cerâmicas assentes sobre singela estrutura de madeira composta por cumeeiras (paralelas às fachadas), pontaletes, caibros, ripas e diversos tipos de beirais simples de caibros ou com adornos em beira-seveira ou cimalthas em massa que valorizam esteticamente as composições de suas fachadas (figuras 1, 2, 3 e 4).



Figura 1 – Casa térrea em partido de meia-morada construída em taipa com coberta em duas águas; cumeeira paralela à fachada; beiral simples em caibro



Figura 2 – Casas térreas (em parede de meia); ambas em partido de meia-morada construídas em taipa; cobertas em duas águas; cumeeiras nivelada e paralelas à fachada; beiral simples em caibro



Figura 3 – Casa térrea em partido de meia-morada construída em taipa; coberta em duas águas; cumeeira paralela à fachada; beiral em beira-seveira



Figura 4 – Casa térrea em partido de morada inteira construída em taipa e tijolos com coberta em duas águas; cumeeira paralela à fachada; sem beiral e uso de platibanda decorada

Este perfil tipológico e ao mesmo tempo documental da historicidade da sede urbana deste município respaldou a concessão do pedido de Tombamento Federal de parte da cidade, embasado em um Dossiê de Referências Culturais e um Inventário do Patrimônio Arquitetônico² que registrava, entre outras ocorrências, dentro dos parâmetros de análises considerados, uma grande ocorrência de casas de morar em taipa de pau-a-pique, percentualmente já apresentando uma média considerável de desgaste e comprometimento, no tocante ao estado de conservação dos seus elementos estruturantes.

Todavia a relevância estético-formal deste casario definido por várias “casas térreas e poucos sobrados” da sede urbana de Marechal Deodoro foi ressaltada no Parecer Técnico emitido pelo eng^o. Marcus Tadeu Daniel Ribeiro que opinou sobre o pedido de tombamento da Cidade de Marechal Deodoro (em 2005) e pontuou “a singeleza do casario rés-do-chão da cidade”, externando evidente revolta pelo acentuado grau de descaracterização e vilipêndio a que este casario vinha sendo exposto, nos seguintes termos: “Ao se analisar a importância artística dessa cidade, cabe a ponderação do processo adiantado de descaracterização do casario que compõe a grande fortuna arquitetônica desta cidade. [...]”³ (figura 5).



Figura 5 – Conjunto arquitetônico do ‘centro histórico’ - antiga Rua do Comércio que apresenta uma síntese do perfil tipológico e imagético do espaço construído da cidade: edificações contíguas, predominantemente térreas que intercalam alguns poucos sobrados

Levando-se em conta toda a relação sócio-histórica dessas habitações⁴ mantida com as sucessivas gerações de deodorenses que as habitaram e que a peculiariza como um Centro Histórico Colonial habitado por moradores, sem nunca ter enfrentado processos como o de ‘gentrificação’, passa-se a defender a importância de se criar um sistema articulado entre o poder público, enquanto gestor da Política de Preservação que necessita ser implementada pelo grau de proteção alcançado por este conjunto urbano⁵ e os proprietários de imóveis em taipa que estão inseridos nos polígonos de Tombamento.

2. TEOR E APLICABILIDADE DESTA PROPOSTA DE RECUPERAÇÃO

É preciso, no entanto estar consciente de que esta articulação somente será possível se for firmada a partir do entendimento possível entre a relação de propriedade individual/interesse de melhoria da unidade residencial e a visão de unidade do conjunto urbano coletivizado pelas 'unidades residenciais' exercitada pelo poder público.

Para viabilizar tal proposição decidiu-se assimilar o trabalho intitulado (Re)estudo do Plano de Recuperação da Habitação da 'Poeira' – Marechal Deodoro – AL (Ferrare et al, 2001) que estruturou um Plano aplicável a partir da interação entre agentes administradores/financiadores e usuários-proprietários para recuperação de partes das unidades residenciais no bairro da Poeira em Marechal Deodoro, um bairro

“contíguo ao centro da ‘cidade histórica’ Marechal Deodoro [...] particularizado por edificações de arquitetura singela como as corriqueiras casas de ‘porta e janela’ [...] construídos predominantemente, em taipa de pau-a-pique e/ou alvenaria de tijolos , [...]”⁶

Em essência, as propostas deste (Re)estudo podem ser adaptadas para o Centro histórico da mesma cidade por ocorrer uma situação de similaridade do sistema construtivo de grande parte das edificações que compõem o perímetro considerado pelo Tombamento Federal, construídas em taipa de pau-a-pique⁷ e cobertas em telha cerâmica apoiadas em estrutura singela de madeira (pontaletes, caibros roliços e terças de madeira, apenas lavrada). No que pese a boa qualidade das madeiras utilizadas, tanto na taipa como na cobertura, grande parte das edificações encontram-se bastante degradadas devido à falta de manutenção que minimizasse a absorção da umidade climática, típica da região lagunar na qual estão inseridas (Entorno da Lagoa Manguaba intercomunicante com a Lagoa Mundaú, que formalizam o complexo Mundaú –Manguaba.)



Figura 6 – Casas térreas (em taipa) já vilipendiadas pela não conservação sistemática das cobertas

Assim entendendo, o presente trabalho capta do (Re)estudo do Plano de Recuperação da Habitação da “Poeira” – Marechal Deodoro a visão metodológica da equipe idealizadora do que propunha categorizar tipicidade construtiva x padrão de insegurança (falta de conservação) através dos indicadores: piso, parede, cobertura, para fomentar propostas de apoio técnico e sugestão de aportes financeiros ao alcance dos usuários para tentar conter este longo processo de degradação; bem como, a mesma linha de Ação traçada a partir da identificação/recuperação e análise segundo a direta relação de causa/efeito decorrente de situações de vulnerabilização de edificações de taipa submetidas a exposições potenciais de umidade, decorrentes do perfil geo-climatológico da micro-região em que se insere a cidade (tabela 1).

Para a aplicabilidade desta proposta ora apresentada deve ser definidas com clareza o papel de cada participante do processo de recuperação destas unidades construídas, quais sejam:

A casa por apresentar necessidade de recuperação

O proprietário pela consciência de que precisa informar sobre esta necessidade de recuperação do seu imóvel integrante do acervo patrimonial do ‘centro histórico’ da cidade

Os órgãos gestores da preservação patrimonial urbana (Prefeitura Local, através de segmentos das Secretarias de Desenvolvimento Urbano e Planejamento e o IPHAN – AL)

O agente financiador (a ser determinado) em função de apresentar um perfil operacional que promova ações integradas de melhoria das condições de habitabilidade e de infra-estrutura urbana em áreas de interesse histórico com frágil base econômica de seus usuários⁸.

Tabela 1

Elementos	Causas	Efeitos
Piso	Péssima execução	Áreas de desgaste / partes faltantes / umidade ascendente nas paredes
Paredes	Re-entapamento mal executado	Comprometimento da função de suporte / insalubridade dos ambientes
Coberta	Desgaste das telhas por corrosão elóia e/ou umidade / Grau de permeabilidade das telhas / quebras e faltas de unidades de recobrimneto (telhas)	Escorrimento de água / enegrecimento das unidades telhas – proliferação de fungos. Umidade descendente às paredes e respingamentos no piso pela não reposição (ou reparos) das unidades de telhas.

3. CONCLUSÃO

Propõe-se uma estratégia de ação programada em função da urgência dos elementos recuperáveis piso/parede/teto X grau de degradação X grau de comprometimento X tempo de execução dos serviços na edificação, de modo a dar uma maior margem na programação e facilitar a aquisição de recursos necessários para os proprietários dos imóveis. Para tanto os órgãos gestores terão de interagir disponibilizando um acompanhamento técnico para identificação/registro e listagem da urgência de intervenção fornecendo respaldo aos proprietários que recorrerem ao financiamento programado.

Dentro desta composição de funções dos agentes envolvidos nesse processo, a presente proposta vislumbra contribuições importantes no âmbito sócio-econômico e urbanístico da cidade, na medida em que gerará a criação de um suporte de financiamento específico, não inacessível à faixa de renda média da população proprietária de imóveis e oferecerá aos moradores, de acordo com suas possibilidades e iniciativas, um papel mais ativo no processo de recuperação das casas, que compõem a imagem da sua cidade, desde 2006 considerada Cidade Histórica de relevância nacional.

Assim sendo, a proposta pode ser vista também como mais um vetor ativo no processo de Educação Patrimonial que vem se introduzindo à população da cidade Marechal Deodoro visando aumentar a conscientização dos moradores sobre a importância da conservação do conjunto arquitetônico que compõe a cidade e sobre a razão da ocorrência do próprio Tombamento Federal⁹, na medida em que enfatizará, de modo concreto, o ensinamento de que um 'bem material' ao ser considerado 'bem cultural' precisa representar os seus valores históricos e artísticos com boas condições de autenticidade estilística, mas também, de integridade construtiva.

A proposta, em síntese, sugere a estruturação pelos órgãos gestores da política de preservação de um meio viável de envolver o proprietário (e, conseqüentemente o morador inquilino da unidade) na retomada da confortabilidade de sua moradia e em um processo ativo de participação, também, na melhoria da imagem da rua, que se rebaterá na melhoria da imagem do conjunto físico e estético da Cidade.

BIBLIOGRAFIA

DEGMN (2003). Cadernos de Inventário do Patrimônio Arquitectónico / Conjuntos Urbanos. Sede Urbana de Marechal Deodoro – Alagoas – Brasil. Lisboa, Direção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais, Ficha IPA – n.º 9316010001. 60p./for.A3.

FERRARE, Josemary O. P., SCHILDERMAN, Janice A. Leão, TAVARES, Júlia G., ARAÚJO, Maria do Rosário R. (2001). (Re)estudo do Plano de Recuperação da Habitação da 'Poeira', Marechal Deodoro, Alagoas, Brasil. In: Encontro Nacional e I Encontro Latino Americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, Canela, RS. Anais...

FERRARE, Josemary; LEAL, Thalianne; NASCIMENTO, Gilson (2006). Viva! Nossa cidade é patrimônio Nacional! (gibi Marechal Deodoro, Série Educação Patrimonial). Maceió: EDUFAL.

RIBEIRO, Marcus Tadeu Daniel. PARECER Nº. 003/2005 MTDR/GT/DEPAN/IPHAN. In: Processo de Tombamento da cidade Marechal Deodoro. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, 2005.

NOTAS

1 – Segundo referências históricas a povoação inicial firmou-se a partir de 1611 às margens e ao nível da Lagoa Manguaba no bairro hoje denominado Taperaguá. Depois ocupou um platô bem elevado que deu definição ao atual casario de casas contíguas que delimitam as ruas sinuosas e contornam largos fronteiros às várias edificações religiosas da cidade, bem de acordo com os moldes da urbanística colonizadora portuguesa. A povoação floresceu e veio a se tornar, no século XVII, a Vila de Santa Maria Magdalena da Alagoa do Sul, depois Cidade de Alagoas e a partir do século XX, Cidade Marechal Deodoro em homenagem ao Proclamador da República do Brasil, natural do lugar.

2 – Inventário elaborado sob a coordenação da arqt.^a Josemary Omena Passos Ferrare e publicado segundo a metodologia da DGEMN – Direção Geral dos Edifícios Nacionais, órgão do Ministério da Habitação e Transportes de Portugal que sistematiza tipologias arquitetônicas e conjuntos urbanísticos de notada influência da arquitetura portuguesa nas ex-colônias (DGEMN, 2005)

3 – Parecer Nº. 003/2005 MTDR/GT/DEPAN/IPHAN emitido em 10 de outubro de 2005 na cidade Rio de Janeiro pela 6ª Superintendência Regional do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Ribeiro, 2005).

4 – Casas construídas para povoadores portugueses e colonos que lidariam com o plantio de agricultura de subsistência e da cana-de-açúcar para mover a rede de engenhos criados nas cercanias do entorno lagunar (Lagoas Manguaba e Mundaú). Vale considerar que esta nucleação urbana formou-se e desenvolveu-se centrada no potencial de abastecimento agrário da localidade tendo sido vista pelos dirigentes da Capitania como um celeiro para 'nutrir' as demais povoações e vilas que juntas geravam a prosperidade rentável mediante a produção do açúcar.

5 – A cidade foi Tombada como Patrimônio Nacional em 18 de agosto de 2006 pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional com portaria ministerial homologada em setembro do mesmo ano. Pela considerável relevância da mesma, a cidade já era tombada a nível estadual desde o ano de 1983.

6 – Anais do II Encontro Nacional e I Encontro Latino Americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis realizado em Canela, Rs, em 24 a 27 de abril de 2001.

7 – Sistema construtivo vernacular recorrente no nordeste brasileiro composto por uma trama de madeira preenchida por argila.

8 – Durante a elaboração do (Re)estudo do Plano de Recuperação da Habitação do Bairro da 'Poeira' – Marechal Deodoro, em 2001, foi proposto a vinculação ao Programa Morar Melhor mantido com recursos do orçamento Geral da União. Neste atual momento da política social e habitacional do Brasil considera-se preferível deixar a tarefa de buscar o agente mais viável, dentro do perfil aqui esboçado, para os próprios órgãos gestores da Política de Preservação na cidade definirem, em ação conjunta de análise.

9 – Sobre esta temática já circula entre a população local exemplares de fácil manuseio e leitura acessível como os seguintes exemplares informativos: o Gibi – Viva! Nossa cidade é Patrimônio Nacional! e, ainda, o Manual Prático do Morador do Sítio Histórico de Marechal Deodoro – Alagoas (Ferrare et al, 2006).

AUTORA

Josemary Omena Passos Ferrare, arquiteta e urbanista pela Universidade Federal de Alagoas, mestre em Conservação e Restauro pelo PGAU da UFBA, doutora em arquitetura pela FAUP, Portugal, professora associada 1 da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Alagoas. Líder do Grupo de Pesquisa em Representações do Lugar (RELU) vinculado ao DEHA – Mestrado em Dinâmicas do Espaço Habitado da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UFAL.



PIXAIM: DESENHO DE TERRA SOBRE GRÃOS DE AREIA A COMUNIDADE DAS DUNAS DA FOZ DO SÃO FRANCISCO

Maria Madalena Zambi¹, Maria Angélica da Silva²

(1) Universidade Federal de Alagoas – Campus Arapiraca
AL 101 Norte, 123 Riacho Doce, Maceió, AL, Brasil
Tel: (55 82) 3355 1532 madalenazambi@gmail.com

(2) Universidade Federal de Alagoas – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
AL 101 Norte, 125 Riacho Doce, Maceió, AL, Brasil
Tel: (55 82) 3355 1046 mas@fapeal.br

Palavras-chave – Pixaim, patrimônio, memória

RESUMO

Na terra o povoado de Pixaim assentou o seu lugar sobre dunas de areia. Na margem alagoana da foz do rio São Francisco, a mobilidade da paisagem do povoado não é apenas resultado da transformação engendrada pelos moradores na cotidianidade. Em um lugar onde o vento constrói e reconstrói relevos, a paisagem tradutora da existência humana dialoga com a efemeridade. Em Pixaim, as casas construídas com as coisas que a terra dá duram em média 4 a 5 anos. Há pelo menos um século é assim: com uma ordenação que varia no tempo e no espaço, as casas de taipa não têm a intenção de atravessar o tempo, e sua importância está em tudo que guarda e evoca. A terra que em Pixaim modela o lugar urbano, na intimidade das areias, reserva surpresas que se revelam quando o vento sopra, escava o terreno e expõe o substrato de dunas antigas. Como um mecanismo diferenciado de recuperação de memória, a natureza em Pixaim devolve aos moradores porções mais íntimas de terra materializadas em antigos chãos de casa. Esta comunicação pretende destacar a humana diferença do povoado de Pixaim neste mundo maior do qual ele é parte, e apontar para a necessidade de se pensar uma prática no trato com o patrimônio, adequada à particularidade deste lugar especial pressupondo novas ferramentas e nova sensibilidade que incluam a prática da arquitetura da terra. Os caminhos institucionais para a preservação dos sinais patrimoniais do povoado têm se mostrado inadequados quando retraem gestos de maior longevidade com a terra no território de pertencimento, lugar onde o patrimônio por si já se faz quase imperceptível pela delicadeza de marcas constrangidas pela força do meio natural e pelo minimalismo de intervenções na paisagem.

1. INTRODUÇÃO

Ao longo do tempo, na tessitura de laços mais estreitos com dunas de areia, as respostas diárias dos habitantes de Pixaim criam a base da singularidade do povoado, com expressão também nos hábitos de moradia. A grafia que imprimem na areia é breve, porém, para os habitantes de Pixaim a importância da morada não está apenas em sua materialidade como teto que abriga, mas em tudo que guarda e evoca.

Hoje no povoado vivem aproximadamente 70 pessoas distribuídas em 28 casas construídas com as coisas que a terra dá. A pequena igreja é a única construção de alvenaria do lugar.

Com o passar do tempo, mesmo reduzindo-se bastante o número de pessoas residentes, Pixaim ainda fala ao mundo através de sua paisagem e sinaliza seu êxito sobre dunas de areia, ao lado de tantas outras paisagens que compõem a diversidade de arranjos existentes na Terra e que recobrem a sua superfície com zonas de casas de taipa, madeira, barro, tijolo, palha, bambu, pedra, papel...

Tradicionalmente a comunidade de Pixaim vivia da cultura do arroz em fazendas vizinhas na várzea do rio São Francisco. No passado esta atividade ampliou a importância de Pixaim para as pessoas do lugar e atraiu outras que migraram de diferentes localidades para viver no povoado. No lugar de habitação – território último do rio São Francisco – as injunções se

somaram com o tempo. O cultivo do arroz sofreu ruptura em decorrência de inúmeras alterações sofridas pelo rio ao longo do tempo e em todo o seu curso. Como é o caso, por exemplo, do fim de suas vazantes com a construção da UHE-Usina Hidrelétrica de Xingó. Sem as lavouras de arroz relacionadas aos ciclos econômicos da região e ao processo de constituição da identidade, as pessoas que ainda vivem no povoado partilham um forte sentimento de vazio identitário.

Em Pixaim as injunções externas cristalizaram-se se com a criação da Área de Proteção Ambiental-APA de Piaçabuçu em 1983, que abarcou o território do povoado. Desde então Pixaim foi organizado dentro do mundo do qual já era parte, segundo normas e critérios institucionais, e o uso dos recursos disponíveis no ambiente pelos seus tradicionais usuários ficou vinculado a prescrições definidas em lei.

Não há registros históricos sobre o povoado, mas a partir de levantamento de memória oral podemos estimar um período de assentamento no território em pelo menos um século. Ao longo do tempo, as pessoas de Pixaim construíram uma paisagem que conservou qualidades de um lugar primevo. Exposta a essa leitura, a comunidade teve seu consumo disponibilizado pela mídia e pelos empreendedores do turismo ecológico. Portanto, a condição discreta deste estar no mundo foi nas últimas décadas, modificada pela tendência contemporânea da busca de lugares de grande beleza cênica provida pelos recursos de uma natureza entendida como intocada. E assim, vista por olhos que obliteraram a presença humana, o local físico de Pixaim passou a ser frequentemente acessado por outros agrupamentos humanos formatados pelos impulsos do turismo.

2. A EFEMERIDADE NA ARQUITETURA DA TERRA EM PIXAIM

Através de suas casas, observemos a paisagem de Pixaim, antes do olhar estrangeiro. Normalmente o gesto de edificar o lugar urbano significa um compromisso com a perenidade. A pedra, a cal, a madeira, a terra, são mobilizadas no sentido de vencer o tempo e estabelecer relações sociais. Em Pixaim, pela contigüidade com o litoral, o vento constrói e reconstrói relevos e por isso, os sinais edificados do lugar, como as casas, não têm a intenção de atravessar o tempo. A durabilidade própria do ato arquitetônico, mesmo que com base na terra, em Pixaim é inviabilizada pelo solo móvel, de grãos de areia constantemente soprados pelo vento.

A casa é um espaço cuja construção significa um momento de estabilidade, mas em Pixaim sua existência breve contribui para tornar quase nulas ações preventivas que evitem a necessidade de sua restauração posterior.

A prática da construção da moradia tem múltipla significação para as pessoas da comunidade e se coloca como uma via de acesso ao conhecimento de valores, da maneira de pensar e do modo de vida dos que habitam o povoado. A partir da estreiteza dos laços construídos com as dunas de areia os moradores acumulam, comparam e comunicam experiências do morar e fortalecem entre si, distintos critérios que orientam endereços na paisagem dos vastos areais.

2.1. O tapamento

Com o passar do tempo, mesmo reduzindo-se bastante o número de pessoas residentes no povoado, Pixaim ainda continua a falar ao mundo sinalizando seu êxito sobre dunas de areia.

Erguendo e unindo madeiras com fio de náilon envara-se a casa com a ajuda de um parente ou vizinho. Neste primeiro obstáculo tramado contra o exterior, reserva-se a área de portas e janelas e a nova casa recebe a cobertura feita com palha de coqueiro (figura 1). Só depois as paredes vestem-se com o barro (figura 2).



Figura 1 – Casa pronta para o tapamento

Essa próxima etapa do processo construtivo, no linguajar local, é chamada *tapamento*. É realizada em mutirão – prática de sociabilidade também presente em Pixaim. O tapamento começa com a retirada do barro no brejo das dunas. Posteriormente é pisoteado e misturado com água e areia. Enquanto não se obtém a liga ideal, homens, mulheres e crianças, envolvidos no trabalho coletivo do pisoteamento do barro, misturam as suas próprias vozes em cantorias, chamando atenção para o aspecto lúdico e socializante do processo de construção.

Pelo trabalho nas diferentes etapas do tapamento, não há retribuição direta em dinheiro por parte do beneficiário, mas por outro lado, o mutirão não chega a traduzir-se em uma expressão espontânea de solidariedade, ajuda desinteressada ou algum tipo de fraternidade incondicional.



Figura 2 – Tapamento

No contexto ecológico e cultural de Pixaim, o tapamento pode firmar alianças, mas também desencadear hostilidades. A ajuda acionada para o tapamento é um compromisso esperado por aqueles que no dia-a-dia vivem sobre dunas móveis. A ajuda de parentes e/ou amigos

expressa a necessidade que os moradores têm de construir suas casas nos moldes da própria tradição (figura 3). Além de baratear os gastos, o tapamento desempenha um importante papel na definição de laços de solidariedade entre as pessoas que colaboram nesta prática. E, no caso de Pixaim, a reciprocidade urgida através deste sistema de cooperação coloca-se como um elemento essencial para a permanência no território de pertencimento. Recusar-se a ajudar alguém no tapamento pode significar uma atitude hostil e ter como consequência não receber ajuda quando precisar.

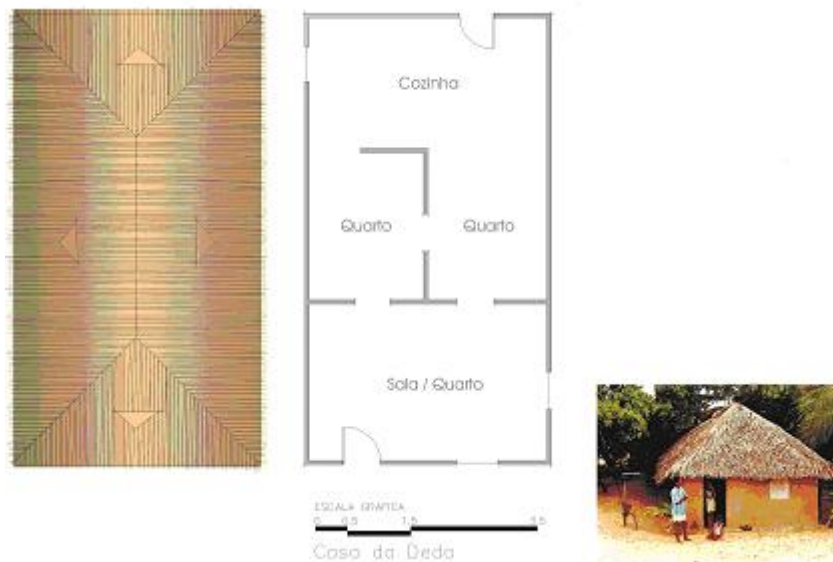


Figura 3 – Casa de taipa em Pixaim com planta da cobertura e respectiva planta baixa

3. QUANDO OS TEMPOS SE MISTURAM À AREIA

Exposto ao olhar e para o uso cotidiano do espaço, o traçado de Pixaim é sempre inusitado. Para além das variações advindas com o tempo das estações, a forma de Pixaim muda com o vento e quando as casas, que são formas, mudam de lugar. A ordenação espacial varia no tempo e no espaço; não há construção social das noções de centro ou periferia.

Enquanto realizam a vida, as pessoas de Pixaim dão à paisagem construída a própria imagem dos moradores e sinais que subsistem moventes no tempo tonificam o sentimento de se pertencer à areia. No fazer-se constante, o vivido compõe a memória onde os tempos se misturam, as reminiscências se ampliam e alargam, e com isso, o próprio tempo. Em Pixaim as pessoas do povoado vivenciam de maneira singular a transtemporalidade de sua paisagem.

Como na memória, na paisagem de Pixaim os tempos também se misturam; as reminiscências conduzem ao passado sem abandonar o presente. Na vastidão dos areais singularmente o passado se inscreve no presente. Tal qual um mecanismo diferenciado de recuperação de memórias, de tempos em tempos é a própria natureza que se encarrega de devolver aos habitantes do lugar porções mais íntimas de terra, materializadas em antigos chãos de casa¹.

O vento que acrescenta contornos sutis à paisagem dunar, avisa a hora de edificar, apaga sinais depositados na areia, escava o solo do território e mais adiante devolve à paisagem marcas da paisagem pretérita como na caligrafia dos maçunins (figura 4). No território de Pixaim as antigas construções ou os dados da materialidade do passado não estão imobilizados na paisagem; participam aleatoriamente do presente recuperando lembranças de uma outra paisagem, das pessoas que a animavam e de hábitos inscritos na vida social local. Portanto em Pixaim a ausência de marcas solidificadas que atravessam o tempo não anula a possibilidade de a memória participar da história viva da comunidade.

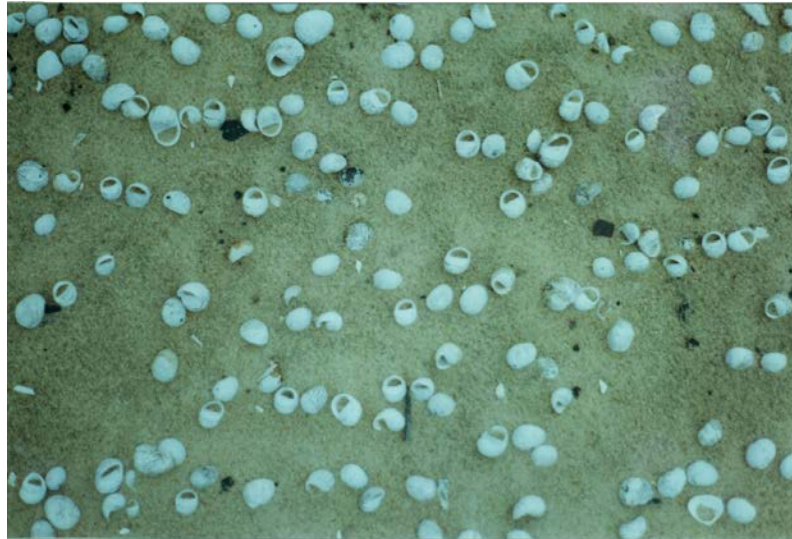


Figura 4 – Antigo chão de casa nas dunas de Pixaim

Quando os moradores de Pixaim necessitam construir novas moradas, o fazem não no sentido de buscar outras alternativas territoriais para garantir a sobrevivência. O deslocamento se dá dentro dos limites do próprio território da comunidade, respondendo às percepções das possibilidades que o lugar de habitação oferece. Portanto, a prática local de moradia não se assemelha a uma filosofia de vida errante. A permanência ao longo do tempo e através de gerações basta para que possamos depreender que os moradores de Pixaim não compõem um grupo social em itinerância.

4. O CAMINHO INSTITUCIONAL E O TRATO DO PATRIMÔNIO

As culturas não são representadas apenas através dos sinais da existência material, porém, durante muito tempo a noção de patrimônio cultural limitou-se a uma associação direta com os bens móveis, tangíveis, de valor estético e histórico. Com o movimento do mundo o conceito “patrimônio” ficou exposto à renovação e com isso, ampliou o leque do que conservar em meio à diversidade e riqueza de bens patrimoniais que singularizam e se colocam como referências vitais para as pessoas que os mantêm, e os praticam em distintas geografias.

Apesar dos avanços no reconhecimento de bens culturais tais como fazeres, saberes, crenças, hábitos, formas de expressão, festas, memórias, paisagens e tudo o mais que espelha a existência humana, ainda perpetuam exemplos trágicos no trato com o patrimônio. É o caso de Pixaim que, a tutela da lei, por razões de conservação do mundo “natural”, como se viu, põe em risco a materialidade e a imaterialidade dos seus sinais patrimoniais.

Apesar da intenção positiva presente nos pensamentos que norteiam a criação de áreas protegidas, no caso da APA de Piaçabuçu, que abarcou Pixaim, algumas normas e restrições de uso e ocupação do solo criadas em conformidade com as demarcações trazidas por esta unidade, dificultaram a sobrevivência material e cultural da comunidade. Como exemplo podemos citar a proibição do corte de madeira para a construção das moradas que, no povoado, necessitam ser reconstruídas a cada 4 ou 5 anos.

No caso de Pixaim, quando a APA não oferece outras alternativas, retrai a prática da arquitetura da terra construída nos moldes da tradição local e os valores endógenos que ela efetivamente traduz. Nesse sentido, a própria ação da APA coloca-se como degradadora e incentivadora da destruição do patrimônio da comunidade com expressão não apenas em sua materialidade, mas em tudo aquilo que diz respeito à sua essência. Isto é, além da prática local da arquitetura da terra, tudo aquilo que ela guarda e evoca. Igualmente, os saberes construídos na intimidade das areias, os sinais sutis da paisagem, os traços da

religiosidade local, o linguajar e as próprias memórias que afloram na paisagem com o vento e que moldam, ainda no presente, a identidade das pessoas que ali vivem.

Estas pessoas enquanto realizam a vida, constroem uma paisagem que guarda feições de um lugar singular (figura 5). Exposta ao olhar, o conjunto de especificidades concedem-lhe uma identidade e no presente, tem seu consumo facilmente viabilizado para o turismo ecológico. Mesmo sob a retórica do “baixo impacto” esta atividade altamente complexa e contraditória não anula o sério risco de artificialização da vida social local, amplificando a ameaça do desaparecimento de Pixaim no mundo e aniquilando a possibilidade de diálogo com “o outro” – condição essencial para que as pessoas do lugar concretizem o seu conceito identitário sem os limites impostos pelo isolacionismo.



Figura 5 – Vista aérea do povoado de Pixaim

5. OS JARDINS DUNARES

Voltando à narrativa acerca do cotidiano no povoado, o diálogo constante com a impermanência, sequer ameaça a concretude de jardins. As discretas composições na paisagem doméstica de Pixaim não resistem ao fardo de uma duna, mas retornam pelo desejo humano sempre atualizado da convivência com estas áreas (figura 6).

Na vastidão da paisagem arenosa – *doublé* de uma paisagem imaginária – em frente às casas ou guardadas em quintais, as discretas composições expressas em plantio de flores crescem distraídas da efemeridade do espaço doméstico com o qual dialogam.

A força do jardim em Pixaim não está em suas dimensões, mas no desejo de dar à terra, encantos de um lugar primordial. Assim, para o deleite dos passantes nas dunas ou de seu proprietário, os jardins de Pixaim configuram-se como outros lugares que oferecem aos moradores a possibilidade de refazerem, em suas transitórias moradas laços com a paisagem do lugar.

Para além do tempo das estações, os jardins de Pixaim se opõem naturalmente ao tempo dos jardins tradicionais que encarnam um lugar ideal da memória. São pequenos, delicados e não se valem para existir, de formas geométricas, simetrias ou perspectivas reconhecidas nos estilos ordenadores dessas áreas. Porém, também como realização legítima da bem-aventurança humana, os jardins de Pixaim tecem no tempo e no espaço, com minúsculos grãos de areia, o diálogo da impermanência que, afinal, é comum a todas as coisas.



Figura 6 – Jardim em Pixaim

6. CONCLUSÃO

A mestria cultural de Pixaim não deixa de ser, como expresso por Bourdieu (2004), uma “mestria das formas”. Singular, breve e efêmera, a grafia impressa pelos moradores sobre as dunas apóia-se na arquitetura da terra para modelar a forma real e imaginada do lugar de pertencimento. Igualmente, o uso particularizado da terra pelas pessoas de Pixaim assegura – à efemeridade em si – as linhas invisíveis e firmes que o efêmero necessita para sustentar o diálogo com a virtude e com a inteireza de uma paisagem, na qual habitantes deixam muito mais do que rastros que se apagam quando chega o ocaso.

A efemeridade, que no caso da arquitetura da terra usualmente se caracteriza em negativo, em Pixaim tornou-se qualidade. Seu poder de adaptação a um meio adverso – a areia, e variável – as dunas, fez desse sistema construtivo um aliado em sintonia com a paisagem. Por um lado, se tempos ecológicos promoveram a valorização de técnicas e lugares como a taipa e Pixaim, por outro ao articular ações protetoras aos ecossistemas, nem sempre alcançaram os resultados almejados.

A APA de Piaçabuçu (1999) exercendo a sua função tutelar assistiu ao decréscimo da população de Pixaim². Fecharam-se casas e abandonaram-se jardins. A firmeza do efêmero embora se mantenha, enfraqueceu-se pela incompreensão do seu traçado justo.

BIBLIOGRAFIA

APA – Área de Proteção Ambiental de Piaçabuçu. *Instrução Normativa*. IBAMA, Maceió, AL.n.1 de 16/03/1999.

BOURDIEU, Pierre. *Coisas Ditas*. São Paulo: Brasiliense, 2004.

ZAMBI, Maria Madalena. *As “areias vivas” de Pixaim: a comunidade das dunas da foz do São Francisco*. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável). Universidade Federal de Alagoas/Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente/PRODEMA, Maceió, AL: 2004.

NOTAS

1 - Em Pixaim é freqüente o reconhecimento do chão de casa de antigas moradas através de cascas esbranquiçadas de “maçunim” (*Neritina Zebra*) depositadas em certos pontos do território, significando o consumo do molusco pelos antigos moradores daquela área. Às vezes, as cascas do “maçunim” chegam a cobrir uma duna inteira diferenciando-a, portanto, das demais do povoado que variam de cor dentro de um *continuum* breve do amarelo.

2 - O Censo de 2000 realizado pelo IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística foi o primeiro a incluir os dados referentes à Pixaim, porém, sem disponibilizá-los. Sob esta perspectiva, até o ano de 2000 Pixaim não existiu perante os cálculos numéricos da população brasileira. No ano de 2004, Zambi (2004), na altura da pesquisa de campo para a composição da dissertação de mestrado sob a orientação da Profa. Doutora Maria Angélica da Silva, coletou dados referentes à população de Pixaim que alcançava, naquele ano, o número de 102 pessoas. Por ocasião da composição do presente artigo, os dados novamente coletados pela autora apontam para um decréscimo da população que hoje soma apenas 70 pessoas.

AUTORAS

Maria Madalena Zambi é antropóloga, mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA/UFAL), professora assistente da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) e pesquisadora do Grupo de Pesquisa Estudos da Paisagem da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, UFAL.

Maria Angélica da Silva é arquiteta, coordenadora do Grupo de Pesquisa Estudos da Paisagem, professora associada da UFAL, doutora pela UFF, Universidade Federal Fluminense/Architectural Association School/AA e professora do Programa de pós-graduação em Dinâmicas do Espaço Habitado DEHA/UFAL.



ARQUITETURA RURAL DA TERRA ROXA: O CASO DAS FAZENDAS PAU D'ALHO E MATO DENTRO NO MUNICÍPIO DE CAMPINAS NO ESTADO DE SÃO PAULO

Berna Valderrama¹, Melissa Oliveira² e Sandra Martins³

(1) FAAL – Faculdade de Administração e Artes de Limeira
Rua Desembargador Antão de Moraes, 1209, Cidade Universitária, Campinas – SP, Brasil
Tel: (55 19) 3287 8943 bbvalderrama@terra.com.br

(2) CEUNSP – Centro Universitário Nossa Senhora do Patrocínio
Avenida Anchieta, 549, apto. 22, Centro, Campinas – SP, Brasil
Tel: (55 19) 3232 5474 melinerso@yahoo.com.br

(3) CEUNSP – Centro Universitário Nossa Senhora do Patrocínio
Rua Álvaro Muller, 560, apto. 94, Centro, Campinas – SP, Brasil
Tel: (19) 3233 2546 sancfm@terra.com.br

Palavras-chave: arquitetura rural, técnicas construtivas, preservação

RESUMO

A salvaguarda das tipologias e das técnicas pode ser tomada como um dos pilares da conservação e preservação. Por outro lado, a preservação tipológica pode estar escondendo a modernização das técnicas construtivas para adequação ao uso contemporâneo, transformando o patrimônio num cenário e não em um ambiente de reconhecimento e vivência de memória do café.

A discussão proposta tem como objetivo reconhecer o valor patrimonial das técnicas construtivas da arquitetura rural da terra roxa, na qual predominam as taipas, delimitando um justo lugar no valor de memória do patrimônio.

Esse trabalho pretende também questionar o papel das técnicas e dos materiais no valor projetual da composição arquitetônica do habitat cafeeiro. A metodologia tem como base a análise da arquitetura rural de cunho patrimonial, resultado da produção do café no município de Campinas à luz dos projetos, do partido, do programa de necessidades e da tipologia que caracterizou a sociedade e seus aparatos naquela época.

Para a análise destas questões tomamos como estudo de caso duas fazendas: a Fazenda Pau d'Alho e a Fazenda Mato Dentro. A Fazenda Pau D' Alho, em processo de tombamento CONDEPACC, possui várias técnicas construtivas como a taipa-de-pilão, o pau-a-pique, a alvenaria de tijolos sob fundação de pedras e telha capa-canal. Antigo engenho de açúcar e fazenda de café, atualmente é alugada para eventos (edificações), além de produzir milho e investir na criação de gado holandês. A Fazenda Mato Dentro possui a casa-sede, capela e tulha tombadas pelo CONDEPHAAT e pelo CONDEPACC. A fazenda possui várias técnicas construtivas tais como a taipa de pilão, o pau-a-pique, a alvenaria de tijolos, a alvenaria de pedra, o ladrilho hidráulico e a telha de colo ou capa-canal. Propriedade do Governo do Estado de São Paulo, atualmente funciona como um Museu Ambiental.

1. INTRODUÇÃO

A organização geral da lavoura cafeeira em Campinas seguiu os moldes tradicionais e clássicos da principal empresa agrícola até então existente no país: a cana-de-açúcar. Mas, com a evolução do processo produtivo do café, os conceitos e a prática arquitetônica tiveram que se adaptar à nova realidade, quando então foram concebidas soluções originais e características para a região.

Nestes termos, os materiais e as técnicas construtivas que foram utilizados na concepção e materialização da fazenda de café partiram da adequação das soluções encontradas para a produção açucareira. Em relação direta com a experiência construtiva dos engenhos aliando

ao saber fazer antecessor novas soluções de implantação e tipologia adaptadas às novas condições existentes sendo algumas técnicas usadas com maior frequência do que outras.

O presente artigo trata do estudo das tipologias construtivas da época da produção de café em Campinas chegando na entendimento das construções rurais e na segunda parte abordam-se os objeto de estudo, a fazenda Pau D' Alho e Mato Dentro dando ênfase aos programas de necessidades e as técnicas construtivas da casa-sede e edificações adjacentes.

As informações arroladas resultaram em plantas, desenhos, fotos e no estudo da tipologia funcional, do partido arquitetônico, dos materiais e técnicas construtivas e da linguagem formal das construções preservadas em cada ciclo econômico.

2. O CAFÉ NO MUNICÍPIO DE CAMPINAS

A abertura de uma fazenda no Centro-oeste Paulista, durante o século XIX, era uma tarefa difícil que exigia muito tempo, dinheiro e disposição para superar as grandes áreas de cerrado, campo e florestas. Uma forma de escolher a boa terra era verificar a qualidade ideal do solo, observando-se sua coloração: os solos vermelhos indicavam fertilidade moderada, os amarelos, terrenos mais pobres, os de cor vermelho escura, ricos em óxido de ferro, eram considerados os mais férteis. Porém esses não eram os testes mais confiáveis, pois existem os solos vermelhos, chamados “catadupa” que são de baixa qualidade, e outros amarelos, como o “massapé”, de origem basáltica e granítica, muito férteis. Um outro teste, mais confiável era verificar a existência de determinadas espécies vegetais no terreno, como a presença de pau d’alho, jangada brava e figueira branca, entre outras, chamadas árvores-padrão e que eram bons indícios da fertilidade do solo tanto que se deixavam alguns exemplares como de sua prova de qualidade. (Benincasa, 2003: 35)

Ao final dos setecentos, a cana crescia bem em todo município tornando o açúcar o produto mais importante. Por volta de 1830, o plantio do café foi ensaiado com êxito e os fazendeiros iniciaram a substituição dos canaviais pelos cafezais. (Benincasa, 2003: 82)

Outra fonte indica que as primeiras mudas de café chegaram a Campinas por volta de 1797 e possibilitaram a primeira grande colheita em 1842 (Mendes, 1983), outra ainda diz que foi trazido pelo tenente Antônio Francisco de Andrade, no ano de 1807 ou 1809; mas o cultivo com fins econômicos somente ganharia grandes proporções por meio da liderança empresarial de Francisco Egídio de Sousa Aranha. (Argollo, 2004: 27)

Silva (2006) relata que a rápida substituição dos canaviais pode ser explicada por uma série de fatores internos e externos. Toda aquela infra-estrutura criada pela cana agora assegurava condições favoráveis à implantação do café: estocagem de mão-de-obra escrava, acumulação de capital, abertura de estradas para o escoamento agrícola, experiência nos transportes e na comercialização, entre outras. As condições do mercado externo, ávido de café e saturado de açúcar, também lhe eram favoráveis. Afora essas e outras razões, o café dava lucro. Em 1842, quando a vila de São Carlos retoma o antigo nome de Campinas e é elevada à categoria de cidade, ela estava às vésperas de se tornar a maior produtora de café do mercado internacional. De maneira geral, as cidades se desenvolveram rapidamente e são contempladas com inovações técnicas – obras de engenharia – que atingem também o campo. O complexo cafeeiro paulista baseou-se, inicialmente, num modelo de produção escravocrata, passando rapidamente ao trabalho livre, mesmo antes da Abolição. Sua expansão deu-se a partir da região de Campinas, baseada em técnicas agrícolas e de beneficiamento mais eficientes, na ampliação da rede ferroviária paulista e no início das relações de produção capitalistas nas fazendas de café.

Em 1854 a cafeicultura já se havia instalado e consolidado em quase toda a Zona Central (Campinas) e, paralelamente, a produção de açúcar também aumentara, o que fazia crescer significativamente a população regional¹. A partir de então, inicia-se um processo que levaria Campinas a estabelecer-se, até a década de 1920, como o mais importante pólo de desenvolvimento de todo o oeste paulista abrigando grande número de empresas

comerciais e de serviços em geral, indústrias de máquinas, escolas e institutos de pesquisa que visavam ao atendimento local e das novas áreas cafeeiras.

3. AS FAZENDAS DE CAFÉ: ORGANIZAÇÃO ESPACIAL, TIPOLOGIAS E MATERIAIS

O engenho de açúcar foi a primeira grande manifestação arquitetônica da população do campo. No início do século XIX fica em segundo plano com a propagação da lavoura cafeeira, porém, com a quebra da Bolsa em Nova York em 1929 e a crise do café voltou a ser cultivado em escala considerável no interior de São Paulo.

Nos engenhos que restam do século XVII a XIX observa-se a repetição de três elementos: a casa-grande, a capela e a fábrica. A implantação desses elementos variou muito, às vezes aparecem agrupados em um único edifício, às vezes separados (casa e fábrica unidos no mesmo telhado e capela separada; em outros, casa e capela unidas no mesmo telhado e fábrica separada). A associação casa-fábrica talvez seja devido à permanente vigilância do proprietário. Estes primeiros estabelecimentos rurais foram instalados próximos aos rios e ribeirões para o aproveitamento da água na movimentação da moenda. A casa-grande situava-se à meia encosta, em posição superior aos demais edifícios, com fachada voltada para a fábrica, que por sua vez, situou-se na parte mais baixa do terreno para aproveitamento hídrico. A capela é encontrada no mesmo nível da casa, ou acima dela – muito provavelmente uma simbologia da importância da Igreja Católica.

A solução nordestina se aplicou em São Paulo e também em Minas Gerais e Rio de Janeiro. A disposição das edificações, o programa das habitações, a constante vigilância sobre os escravos, a procura de locais à beira d'água, a existência de locais para o culto religioso, todos estes dados estariam presentes na elaboração do agenciamento das fazendas e engenhos do sul do país adaptados à realidade local.

A grande contribuição dos portugueses deu-se com relação às técnicas construtivas e aos aspectos formais das edificações. Eles vieram das mais diferentes regiões de Portugal, trazendo várias técnicas. Do norte montanhoso e frio de Portugal, trouxeram a arquitetura baseada no corte da pedra. Do sul, de clima mais quente e de planícies, a arquitetura de terra expressada na utilização do adobe cru (seco ao sol), da taipa de pilão e dos tijolos de barro cozido. (Benincasa, 2003: 85)

Segundo Buarque de Holanda, o latifúndio cafeeiro veio a tomar caráter próprio, emancipando-se das formas de exploração agrícola estereotipadas desde a era colonial fundamentada no modelo clássico do engenho de açúcar (Bellia, s.d.: 2). Embora a unidade produtora de café tenha adquirido características próprias tornando-se um complexo único é importante considerar que alguns problemas da organização do complexo programa de atividades das primeiras fazendas de café foram solucionados através dos ensinamentos advindos dos engenhos de açúcar e fazendas mineiras. Sendo mais antigas, já contavam com um extremo repertório de soluções garantindo um saber fazer assimilado pela nova lavoura. Outros, relacionados ao beneficiamento do café, tiveram que ser aprendidos, aperfeiçoados ou inventados.

A fazenda cafeeira organizada para produção e beneficiamento de café atingiu sua forma mais ou menos definitiva por volta de 1830 cuja configuração possui especificidades que a diferem de outros tipos de estabelecimentos rurais, pois possui equipamentos cujo uso é restrito ao beneficiamento do café. Além da casa-grande, ou casa sede, houve a necessidade de alojamento para um numeroso contingente de trabalhadores, instalações para o fabrico de alimentos, como moinhos, engenhos, cozinhas, hortas, pomares, oficinas para a manufatura de farinhas e manutenção dos equipamentos e dos meios de transporte, além dos edifícios destinados ao beneficiamento do café e também para sua estocagem, como terreiros, casa de pilão ou de máquinas e tulhas, e local para hospedagem dos tropeiros e seus animais, que faziam o transporte da mercadoria antes da ferrovia. Ou seja, a fazenda cafeeira, com o aumento da produção transformou-se num núcleo com grande concentração populacional residente em suas instalações.

Na fazenda cafeeira, a **implantação** do conjunto arquitetônico sempre se deu próximo a riachos ou córregos, pois a água era fundamental no beneficiamento do café, e a **casa** nunca esteve acoplada aos edifícios de beneficiamento de café, ao contrário do engenho de açúcar. É também significativa a influência do partido rural mineiro, sendo comum a solução de sobrado com o térreo abrigando o acesso e dependências de depósito e o pavimento superior para morada. Esta casa-sede cafezista, apesar de sua independência quanto às demais edificações da fazenda, está sempre locada de maneira a participar do conjunto, propiciando a sua fiscalização geral.

Afirma-se nos estudos de Argollo (2004: 157) que até por volta de 1870, o conjunto de edifícios que compunha uma fazenda de café era, em geral, desenhado em “quadra”. Ao redor de sua forma original agregavam-se apêndices, como novos terreiros e, nas bordas destes, edificações adicionais. Tais arranjos, feitos em torno do terreiro, eram viáveis porque sua forma regular determinava a do conjunto. Carrilho (1994) observou que essa arquitetura fora fruto de um produto anônimo ou coletivo, ou seja, as necessidades funcionais da fazenda e as técnicas de construção disponíveis se integraram naturalmente, para produzir desenhos e formas específicas e originais.

O **terreiro** local de secagem do café, é o grande elemento organizador do espaço na tradicional fazenda de café, um descendente direto do pátio dos engenhos nordestinos (Benincasa, 2003: 31). À sua volta viriam se instalar todos os principais edifícios do complexo cafeeiro.

Os terreiros nesta região, já no século XIX se diferenciam de seus antecessores pela sua caracterização como espaço de trabalho, mais organizado, não circulando nele, apenas ao seu redor. Segundo Einseberg, a mentalidade dos fazendeiros do centro-oeste talvez fosse mais aberta às inovações tecnológicas e ao espírito de racionalização do que seus antecessores (Benincasa, 2003: 32, 33).

Os terreiros de café, segundo Argollo (2004:157), situavam-se costumeiramente bem defronte à casa-grande, de maneira que, das suas janelas, o fazendeiro podia sempre ter a vista as colheitas ameaçadas pelos furtos dos escravos. Um pouco mais distante situava-se a senzala, disposta em “quadrado”, cujo acesso era possível apenas por um portão. As casas do “quadrado” eram geralmente construídas cada uma para dois casais e davam para uma grande praça central, onde era comum haver um chafariz.

No período entre 1834 e 1860, segundo Saia (em Benincasa, 2003:32), a fazenda cafeeira tomou conhecimento de várias novidades. As construções se avantajaram e alguns edifícios passaram a ser construídos independentemente, soltos dos demais, como **a tulha e a casa de máquinas**, ao contrário das primeiras implantações, onde os edifícios erguiam-se geralmente sob um mesmo telhado. Uma das explicações foi o avanço tecnológico, que exigiu mais flexibilidade desses edifícios. Num primeiro momento eles foram erguidos com a técnica de taipa de pilão, favorável à contigüidade das edificações, porém com a necessidade de várias aberturas, pelas quais passavam os vários eixos de rotação das novas máquinas de beneficiamento do café fez com que essa técnica fosse paulatinamente abandonada, fazendo-se uso da taipa de mão e da alvenaria de pedra ou tijolo. Inserir foto

No período seguinte, de 1860 a 1930 (em Benincasa, 2003:32), época da implantação das ferrovias, o planejamento da sede rural cafezista se mantém praticamente o mesmo do período anterior. A novidade seria o aparecimento das **colônias**, situadas geralmente próximas aos rios e córregos, e a presença de pomares. Também ocorreram melhorias nos equipamentos de beneficiamento do café. Foram introduzidos os ventiladores e os terreiros ganharam revestimento de pedra ou tijolo e passou a contar com lavadores e uma rede de canais para o escoamento do café.

Há poucos registros de vestígios da **Senzala** hoje em Campinas, mas acredita-se que neste município preservou-se o hábito de agrupar senzalas em lanços sucessivos com telhados corridos de duas águas sobre plataforma ou diretamente no chão. Podem estar dispostos em uma só linha (Fazenda São Pedro) ou em quadra (Fazendas Quilombo, São Martinho,

Três Pedras, Pau d'Alho). Não há registro de presença ou restos arqueológicos de cozinhas ou enfermarias associadas à senzala. Tecnologia tradicional de taipa de pilão nas paredes externas com possíveis divisórias de pau-a-pique (Silva, 2006: 115-118). A senzala estava sempre às vistas do proprietário, ou seja, situada nas proximidades ou mesmo fazendo corpo com a casa-grande, e o curro, com um único portão de entrada. (Mendes, 1983)

4. FAZENDA PAU D' ALHO DE CAMPINAS

A fazenda Pau D' Alho fez parte da sesmaria onde Antônio de Cerqueira César adquiriu direitos de posse em 1768, e em 1776 fundou seu engenho na estrada de Goiás, então chamada Anhumas (atual Campinas – Mogi-Mirim). Falecido em 1822, deixou a sesmaria para o filho Antonio Benedito Cerqueira Leite. Sua viúva vendeu o engenho a Manuel Leite de Barros, cuja esposa, Cândida Maria Ferraz de Barros, depois de viúva dividiu a sesmaria em três fazendas: Anhumas, Santa Cândida e Pau d 'Alho, que nesta época pertencia ao Comendador Manuel Carlos Aranha (depois Barão de Anhumas).

Tabela 1 – Ficha de identificação da Fazenda Pau D' Alho

PERÍODO: Década 1760 -1880 DADOS JURÍDICOS: Em processo de tombamento CONDEPACC (Abertura em 11 de agosto de 1988) LOCALIZAÇÃO: Rodovia SP-340 (Campinas-Mogi-Mirim), Campinas, SP. USO/PROPRIETÁRIO ORIGINAL: Fazenda Pau d 'Alho fez parte da sesmaria onde Antônio de Cerqueira César adquiriu direitos de posse em 1788, e em 1776 fundou seu engenho na estrada de Goiás, Anhumas (atual Campinas – Mogi-Mirim). Falecido em 1822, deixou a sesmaria para o filho Antonio Benedito Cerqueira Leite, que teve uma prole numerosa e notável como o senador Francisco Glicério, Jorge Miranda, Leão e Eloi Cerqueira e outros. Falecido em 1861, sua viúva vendeu o engenho a Manuel Leite de Barros, cuja esposa, Cândida da Rocha Ferraz, depois de viúva dividiu a sesmaria em três fazendas: Anhumas, Santa Cândida e Pau d 'Alho, que nesta época pertencia ao Comendador Manuel Carlos Aranha (depois Barão de Anhumas). Desde o auge da cafeicultura paulista a fazenda passou de mil alqueires para os atuais 40 alqueires. Em 1900 pertencia a Baronesa de Anhumas, produzindo 14 mil arrobas de café e, em 1914, com 500 alqueires de terra, e 517 mil pés de café. A propriedade ficou em poder dos descendentes dos barões de café (com a crise do café a fazenda foi reduzida e Carlito Aranha, neto do barão, vendeu-a com 78 alqueires) até 1948, quando a família Dutilh, amiga destes, deixou a Holanda e comprou a Pau D'Alho. Em 1976 parte de suas terras (juntamente com propriedades vizinhas, num total de 200 alqueires) foi vendida à Telecomunicações Brasileiras S/A (Telebrás) e a ABC Xtal Microeletrônica S/A, e hoje a outra parte continua ativa com criação de gado puro, holandês preto e branco, e produção de leite e milho. USO/PROPRIETÁRIO ATUAL: Os seis filhos do casal de holandeses. AUTOR DO PROJETO/CONSTRUTOR: Construções antigas de 1760, mas não consta autor em documentação consultada.e reforma de Ramos de Azevedo em 1880. TÉCNICA CONSTRUTIVA: A fazenda possui várias técnicas construtivas como: taipa e pilão, pau a pique, alvenaria de tijolos sob fundação de pedras, piso e forro de madeira, ladrilho hidráulico e telha capa-canal, inexistência de tesoura na senzala (presença de caibros de coqueiros). ÁREA CONSTRUÍDA: Casa sede 1300 m². USO ORIGINAL: Engenho de açúcar. USO ATUAL: Eventos (edificações) e produção de milho e criação de gado holandês. MUDANÇAS DE USO: Engenho de açúcar, Fazenda de café, Produção de milho/ Criação de gado holandês/ Aluguel para eventos.

Desde o auge da cafeicultura paulista a fazenda passou de mil alqueires para os atuais 40 alqueires. Em 1900 pertencia a Baronesa de Anhumas, produzindo 14 mil arrobas de café e, em 1914, com 500 alqueires de terra, e 517 mil pés de café (Ditchun, 1991). A propriedade ficou em poder dos descendentes dos barões de café até 1948 quando a família Dutilh, amiga do neto do barão, Carlito Aranha, deixou a Holanda e comprou a Pau D'Alho, reduzida pela crise do café, com 78 alqueires. Em 1976 parte de suas terras (juntamente com propriedades vizinhas, num total de 200 alqueires) foi vendida a Telecomunicações

Brasileiras S/A (Telebrás) e a ABC Xtal Microeletrônica S/A, e hoje a outra parte continua ativa com criação de gado puro, holandês preto e branco, e produção de leite e milho. Os dados gerais da fazenda podem ser vistos na tabela abaixo.

4.1. Do açúcar ao café: as transformações do espaço da fazenda

O núcleo original do engenho se situa num terreno totalmente plano, localizado à direita da nova sede. A organização inicial das edificações se deu a partir do quadrilátero da senzala e contava ainda, com a casa sede, tulha e a casa de máquinas. Deste núcleo original foram conservadas parte da senzala e a casa sede. Da senzala é remanescente um segmento com paredes externas de taipa de pilão e internas de pau-a pique. Seu acesso se dava diretamente para o exterior, com as janelas voltadas para o mesmo lado, sob a observação vigilante do dono através da antiga sede. Fotos antigas indicam que as aberturas foram preservadas, porém com esquadrias contemporâneas e sua cobertura original modificada. Na iconografia é possível perceber a inexistência de tesouras e a presença de caibros de coqueiros e telhas capa e canal. Atualmente, as antigas tesouras foram substituídas por uma estrutura metálica coberta com telhas de fibrocimento apagando a memória da antiga técnica construtiva.

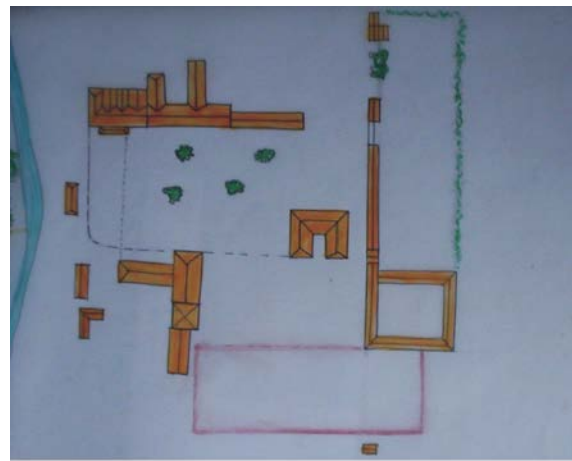
Das demais edificações restam apenas à fundação de pedra e uma pequena parte da parede de tijolos. A antiga sede da fazenda configura-se a partir de uma planta em U, típica dos tempos de açúcar, construída em 1760 em taipa de pilão. Atrás da sede e próximo do rio encontrava-se o depósito para o estoque de açúcar, mais tarde aproveitado para a estocagem de café cuja tipologia correspondia a uma planta retangular de paredes de taipa de pilão coberta por um telhado de duas águas. Sua volumetria simples e térrea servirá de base para nova ala do casarão, cem anos depois, se transformando na nova sede da fazenda.

Os terreiros, os equipamentos ligados à produção cafeeira e os muros, localizavam-se no pátio delimitado pela sede antiga, senzala e tulha. Atijolados, se mantiveram intactos até 1991, hoje transformados em jardins, restando alguns exemplares de tijolos e parte dos canais que escoavam o café após a lavagem (figura 1).

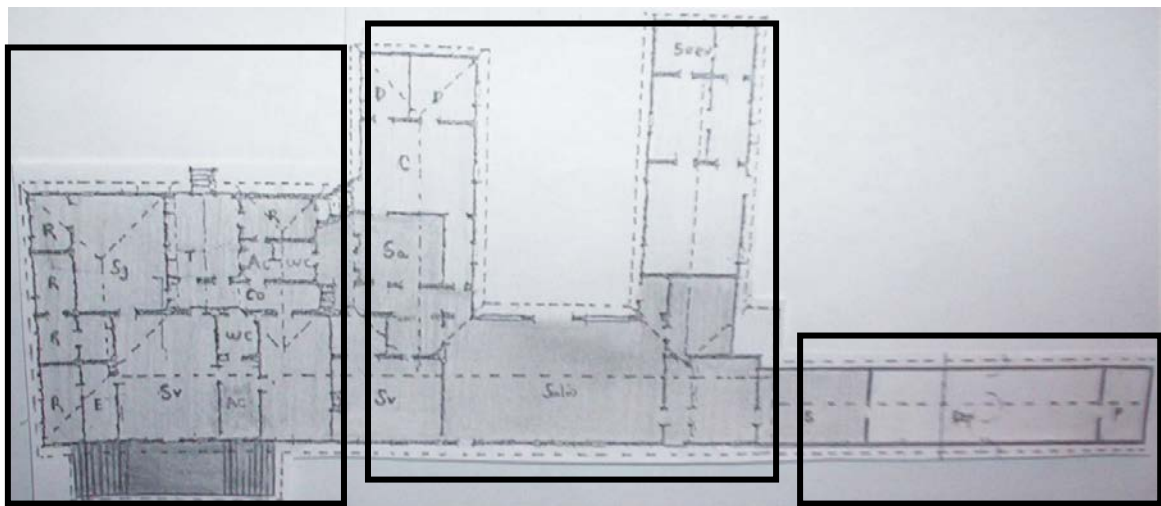
Por volta de 1860 foi construída a nova sede da fazenda Pau d'Alho ao lado do depósito com planta em U e um pavimento com porão utilizável e distribuição interna de acordo com as tipologias e programa de necessidades da época. Na década de 1950, por conta de uma inundação do rio Anhumas, foi feita uma reforma, aterrando o terreno para proteger a casa, fechando assim o porão habitável e transformando as antigas portas em aberturas horizontais.

Em 1880, Ramos de Azevedo iniciou a última ampliação da sede utilizando-se dos modelos e paradigmas da arquitetura em voga. Desta maneira, Ramos de Azevedo fez uso do tijolo, além de incluir o espaço sanitário no programa de necessidades da sede, bem como a lareira na sala de visitas. Esta edificação rural responde aos parâmetros formais do neoclassicismo vigente no espaço urbano configurando novos elos entre o rural e a cidade.

No interior da residência, os pisos e o forro são de madeira e as janelas apresentam folhas cegas (alteradas por reformas), venezianas, vidraças de guilhotina, e portas almofadas encimadas de bandeiras. Na ampliação, Ramos de Azevedo utilizou materiais importados, painéis de pinho-de-riça, molduras de cedro, batentes de peroba e no corredor papel de parede decorado. Ainda, a nova ampliação contou com a execução de um alpendre frontal com gradis, portinholas e ornamentações em ferro fundido demarcando a fachada principal da sede. O ferro fundido foi também usado nos condutores de água pluvial.



Implantação Geral Fazenda Pau d' Alho



Ampliação 1880

Segunda Sede 1860

Depósito de café 1760



Fachada da ampliação – Ramos de Azevedo

Figura 1 – Conjunto Arquitetônico da Fazenda Pau d 'Alho

5. FAZENDA MATO DENTRO

A propriedade rural conhecida como Fazenda Mato Dentro surgiu no início do século XIX e inseriu-se exemplarmente no padrão de ocupação fundiária e de produção agrícola dominantes na região campineira. Formada em 1806, a partir da gleba de terra desdobrada pelo Tenente-Coronel Joaquim Aranha Barreto de Camargo essa propriedade inicia-se como engenho e plantação de açúcar tornando-se em poucos anos produtora de café.

Atualmente a área da fazenda encontra-se dentro do tecido urbano sendo transformada num parque ecológico de uso público. Os dados gerais da fazenda podem ser vistos na tabela abaixo.

Tabela 2 – Ficha de identificação da Fazenda Mato Dentro

NOME: FAZENDA MATO DENTRO.
DADOS JURÍDICOS: Propriedade do Governo do Estado de São Paulo. Casa-sede, Capela e Tulha foram tombadas pelo CONDEPHAAT e CONDEPACC.
LOCALIZAÇÃO: Rod. Heitor Penteado, km 3,2. VI. Brandina, Campinas, SP.
USO/PROPRIETÁRIO ORIGINAL: A sede da Fazenda Mato Dentro tem data de construção imprecisa. As terras foram compradas por Joaquim Aranha Barreto em 1806 para formar um engenho de açúcar.
USO/PROPRIETÁRIO ATUAL: O último descendente dos Souza Aranha, José Eduardo de Lacerda Soares vende a fazenda para Arnaldo Ribeiro Pinto em 1936. Pouco tempo depois: 1937 Arnaldo vende para o Governo do Estado de São Paulo sendo instalado o Instituto Biológico na casa sede. Tombado pelo CONDEPHAAT em 1988 passou a sediar o Museu do Café em 1991, na área que se tornou parque urbano "Parque Ecológico Monsenhor Emílio Salim". O instituto Biológico continuou na área da antiga fazenda, porém separada do parque.
AUTOR DO PROJETO/CONSTRUTOR: Não consta em documentação consultada.
TÉCNICA CONSTRUTIVA: A fazenda possui várias técnicas construtivas como: taipa-de-pilão, o pau-a-pique, a alvenaria de tijolos e alvenaria de pedra, ladrilho hidráulico e a telha de colo ou capa-canal.
ÁREA CONSTRUÍDA: Casa sede 800 m².
USO ORIGINAL: Engenho de açúcar.
USO ATUAL: Museu Ambiental.
MUDANÇAS DE USO: Engenho de açúcar, Fazenda de café, Instalação do Instituto biológico e Museu Ambiental.

A fazenda Mato Dentro possui características do final do século XVIII. Segundo Pupo (1983):

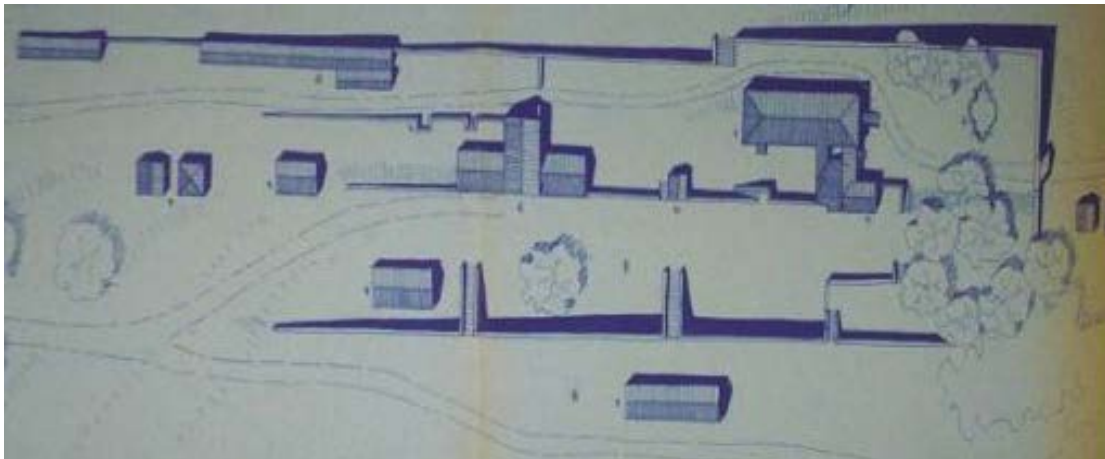
"... uma das características das velhas construções do final do século XVIII e primeiros anos do século XIX está nos telhados de quatro águas sobre um quadrilátero perfeito de construção, ou de três águas com partes térreas adidas e sobradas; (...), e mais casas térreas como a de Joaquim Aranha no engenho-fazenda Mato Dentro (...), homem viajado, conhecedor do fausto de outras regiões (...). A sua residência rural também teve requintes, como sua porta principal com entalhes, seu forro de salão nobre, e com a singularidade de ser a casa um perfeito quadrilátero, telhado de quatro águas, dispondo de um outro lanço, à direita da casa, com piso inferior (e comunicação interior), no alinhamento da fachada principal, destinada ao cômodo de serviços, cozinha, dispensa, etc. Assim, o quadrilátero principal (47x 17 m) dispõe-se de uma planta de rígida simetria desenvolvida em torno de um grande salão central (a varanda) e de um longo corredor e se destinou, exclusivamente, aos cômodos sociais e íntimos.

Na casa sede observa-se uma generosidade dos cheios sobre os vazios na fachada, bem diferente da casa bandeirista, onde os cheios predominavam (em menores proporções), na arquitetura do café, a construção com tijolos permitiram maiores vãos, aumentando ainda mais a relação vazios/cheios".

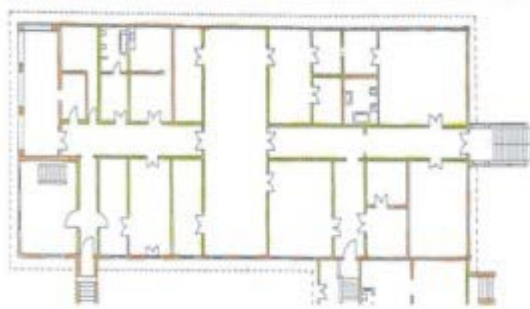
A implantação do conjunto arquitetônico da Fazenda Mato Dentro segue as características descritas no capítulo 3. Isto significa que assim como outros exemplares da época, a implantação do conjunto edificado buscou a proximidade com a água para o beneficiamento

do café. A implantação das construções forma um desenho paralelo as curvas de nível estabelecendo um eixo longitudinal que as organiza. A casa sede da fazenda forma uma fachada contígua junto com o anexo (cozinha) e a capela estando distanciada dos outros edifícios. Por causa da topografia do terreno em declive em direção a água a casa sede possui um porão que serviu de moradia para os escravos domésticos

Na Mato Dentro não há vestígios aparentes da senzala, embora ela tenha existido. A mesma sucumbiu nos auspícios da República quando várias senzalas foram queimadas. Já a tulha foi preservada e junto a casa sede e a capela estão tombadas pelo CONDEPHAAT³ e CONDEPACC⁴.



Implantação Geral Fazenda Mato Dentro



Planta pavimento superior

Planta pavimento porão.

Antes do restauro



Desenho da Fachada com anexo e capela

Imagem da fachada da casa sede

Figura 2 – Conjunto Arquitetônico da Fazenda Mato Dentro

Os terreiros atijolados situam-se paralelos a casa sede, implantados num sistema de escadarias numa cota mais alta (figura 2).

No caso da Mato Dentro a análise proposta centra-se nas transformações da casa sede onde discurremos sobre os sistema construtivos, tipologia e sobre o programa de necessidades.

5.1. Sistema construtivo da casa sede

Foram encontrados técnicas e materiais de construção como a taipa-de-pilão, o pau-a-pique, a alvenaria de tijolos e alvenaria de pedra. O ladrilho hidráulico e a telha de colo ou capa-canal também eram desenvolvidos na fazenda. A técnica construtiva de taipa-de-pilão é de importância para caracterizar esta época de transição entre a arquitetura do açúcar e a do café. O processo de construção com taipa de pilão foi de uso freqüente nos primeiros tempos da colonização, especialmente em São Paulo e Goiás trazida pelos portugueses e consistia numa mistura de argila, areia e água.

Em Campinas o saibro amarelo aparece com freqüência na mistura do barro. Em alvenarias entaipadas também se utilizam pedras com a função estrutural e de vedação, recebendo o nome de cangicado. Pode-se perceber também este tipo de técnica construtiva no pavimento térreo.

A técnica construtiva de pau-a-pique, taipa de mão, taipa de sebe ou ainda sopapo, consiste na amarração de uma estrutura de paus verticais e horizontais equidistantes amarrados com fibras, como o cipó. Algumas paredes da casa sede ainda são testemunhos dessa técnica.

Quanto ao forro, estrutura do telhado, portas, janelas e assoalhos e pinturas murais pode-se relatar que quase todas as salas têm o “forro saia e camisa”, as outras salas possuem forro de Gamela e Paulistinha.

A estrutura do telhado constitui-se por dois tipos de armação. Na região de Campinas utilizavam-se pares de pontaletes longos que apóiam, através de junção cruzada dessas duas peças, as vigas principais. A casa apresenta oito armações desse tipo. Essa armação de madeira liga-se a toda estrutura da casa, constituindo-se de um único sistema interligado, conhecido por gaiola. O outro sistema corresponde a uma única e grande armação de madeira sobre o vão do salão central (varanda). É de quatro águas, e seu revestimento de telhas capa e canal. O arremate do telhado é feito por beiral estreito e camuflado por cimalha de madeira trabalhada.

Quase todas as portas são da época da sua construção e apresentam folhas duplas e verga reta com bandeira envidraçada. Somente a Porta principal possui arco. Pode-se perceber ao compararmos as portas da residência que há uma distinção entre os ambientes. Na área social as portas refletem o mesmo desenho da porta principal. São vários tipos de janelas: com batentes de madeira e caixilhos envidraçados, tipo guilhotina. As janelas originais possuíam folhas cegas com fechamento pelo interior.

Os assoalhos compostos de tábuas largas, assentadas por meio de cravos de ferro. Sobre o taboado do assoalho estão apoiadas as paredes internas. No porão, apenas um cômodo tem piso de terra batida. Os outros cômodos apresentam diferentes forrações, mostrando as intervenções e reformas sofridas pela casa.

As pinturas murais encontram-se presentes na casa sede da fazenda, feitas em sua maioria no final do século XIX, por ocasião de uma reforma.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo do texto, nos propusemos a apresentar e analisar, alguns instrumentos para compreensão da evolução dos processos de transformações das tipologias, dos materiais e técnicas construtivas da produção do café na região de Campinas através do olhar das Fazendas Pau D'Alho e Mato Dentro.

Com a chegada do café tantos os espaços urbanos quanto os rurais foram se modificando a partir da implantação da ferrovia, da entrada do imigrante europeu e da introdução paulatina do modo de vida capitalista. Os novos agentes e aparatos da modernidade promoveram os passos iniciais das transformações sociais, espaciais e econômicas do estado de São Paulo, introduzindo novos paradigmas nos modos de viver e habitar, nos costumes da sociedade que até meados do século XVIII se mantivera praticamente intacto pela mão de obra escrava.

Na arquitetura, as transformações ocorridas aconteceram na forma da implantação, no estilo utilizado, de inspiração eclética como platibanda, porões altos e arco pleno nas janelas e portas. Com os equipamentos importados as técnicas tradicionais foram inovadas com o tijolo e o ferro fundido entre outros. No caso das fazendas as transformações referidas foram adotadas mais rapidamente nas sedes enquanto que nas edificações utilitárias (tulhas, casas de máquinas e senzalas) muitas das características do partido colonial, incluindo as técnicas da taipa, se mantiveram até bem próximo do fim do século XIX.

Essas transformações nem sempre garantiram a integridade das edificações. Apesar do reconhecimento do saber fazer do período açucareiro a introdução da cultura do café permitiu o enriquecimento rápido dos proprietários rurais, o que refletiu em suas construções. A simplicidade formal da arquitetura, dos materiais e técnicas das velhas sedes rurais não mais satisfaz os anseios dos senhores do café interessados em mostrar através das edificações suas aspirações elitistas e riquezas acumuladas. Esta mentalidade repercute na opção pela substituição de materiais e técnicas de construção que de algum modo podem ser percebidas na atualidade. A arquitetura moderna, expressão máxima da industrialização, com a ausência de detalhes e elementos decorativos, com uma valorização das linhas puras, enaltecendo os materiais como o concreto armado obscureceu as questões de valorização do patrimônio e de alguma forma preservou a mentalidade de substituição.

Na atualidade, novas referências permeiam as questões concernentes à arquitetura bem como as questões de preservação da memória material e imaterial. É significativo preservar além da volumetria.

BIBLIOGRAFIA

ARGOLLO, André Ferrão. *Arquitetura do Café*. Campinas, SP: Editora da Unicamp, Imprensa Oficial, 2004.

BELLIA, Antônio Carlos. *Fazendas do Ciclo do Café*. Região de Campinas. Cadernos de Fotografia 5. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado, s.d.

BENINCASA, Vladimir. *Velhas Fazendas: Arquitetura e Cotidiano nos campos de Araraquara 1830 - 1930*. São Carlos: EdUSCar, 2003.

CARRILHO, M.J. *As fazendas de café no Caminho Novo da Piedade*. São Paulo, 1994.

DITCHUN, Ricardo. *Ilhada, fazenda Pau d'Alho resiste ao progresso: propriedade foi construída na metade do século 19, durante o período da expansão da cultura cafeeira*. São Paulo: Folha de São Paulo. 13 out. 1991.

LE MOS, Ramos de Azevedo e seu escritório. São Paulo, Pini, 1993.

MENDES, J. E. Teixeira. *Lavoura cafeeira paulista: velhas fazendas do Município de Campinas*. Aquarelas de José de Castro Mendes. São Paulo: Departamento Estadual de Informações, 1947. Edição fac-similar, Rio de Janeiro: Xerox do Brasil, 1983.

PUPO, Celso Maria de Mello. *Campinas, Município no Império: fundação e constituição, usos familiares, a morada, sesmarias, engenhos e fazendas*. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado, 1983.

SAIA, Luis. *Morada Paulista*. São Paulo, Perspectiva, 1972.

SILVA, Áurea Pereira. *Engenhos e fazendas de café em Campinas (Séc. XVIII – Séc. XX)* Anais do Museu Paulista, 2006, jun/ vol. 14, São Paulo: Universidade de São Paulo, p 81-119.

NOTAS

1 – Há que se compreender a relação “café com açúcar”: em Campinas, o café substitui o açúcar; em Ribeirão Preto, o açúcar, depois, substitui o café.

2 – *Referência na História de Campinas*, Correio Popular, Campinas, 31 out. 2004.

3 – CONDEPHAAT – Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico.

4 – CONDEPACC – Conselho de Defesa do Patrimônio Artístico e Cultural de Campinas.

AUTORAS

Berna Bruit Valderrama é arquiteta, doutora em Arquitetura e Urbanismo pela FAU-USP e professora do Curso de Design da Faculdade de Artes e Administração de Limeira, SP. Membro do LABORE – FEC/UNICAMP

Melissa Ramos da Silva Oliveira é arquiteta, doutoranda do curso de Geografia da UNICAMP, mestre em geografia UNICAMP e especialista em patrimônio histórico – teoria e projeto pela PUC Campinas. Professora dos cursos de arquitetura e urbanismo e decoração e design CEUNSP

Sandra Cristina Fernandes Martins é arquiteta, doutoranda do curso de Arquitetura e Urbanismo da EESC – USP, mestre em Engenharia Agrícola UNICAMP e especialista em Engenharia de Segurança UNICAMP. Professora dos cursos de arquitetura e urbanismo e decoração e design do CEUNSP – Salto SP.



A IGREJA E A CASA-GRANDE: REMANESCENTES DA TAIPA DE PILÃO EM LIMEIRA-SP

Mateus Rosada

Departamento de Arquitetura e Urbanismo
Escola de Engenharia de São Carlos / Universidade de São Paulo
Rua Alecrim, 788, Jardim Planalto, 13485-082, Limeira
Tel: (55 16) 3373 9281 / 9138 5004 mrosada@sc.usp.br

Palavras-chave: patrimônio cultural, arquitetura religiosa, arquitetura rural

RESUMO

O trabalho busca analisar a influência e a importância histórica das duas edificações mais antigas do município de Limeira, no Estado de São Paulo: a casa sede do Engenho (ou Fazenda) Tatu, que pertenceu ao fundador da cidade, e a igreja de Nossa Senhora da Boa Morte, ambas construídas em taipa de pilão e que mantêm grande parte de suas características originais até os dias de hoje. Percebe-se que, no município, essas duas edificações são hoje os patrimônios culturais mais significativos: a sede do Engenho Tatu pelo partido arquitetônico adotado de paredes externas em taipa de pilão e interior em taipa de mão que se tornou um padrão para a casa rural paulista do século XIX, e a igreja da Boa Morte por seu opulento interior barroco apoiado em grossas paredes de 1,35m espessura. Considerados importantes patrimônios culturais para o município, essas duas edificações sofrem com várias patologias decorrentes da falta de manutenção e da antiguidade de suas estruturas: movimentação e inclinação dos vedos e infestação de cupins de solo nas paredes de terra crua. O trabalho também analisa como as tentativas de restauro da casa grande e da igreja esbarram na falta de conhecimento da construção com terra e do combate de suas patologias. Constata a dificuldade dos órgãos e profissionais envolvidos com os dois casos em lidar com a técnica de arquitetura com terra crua cujo saber-fazer perdeu-se com o tempo.

1. INTRODUÇÃO

Esta reflexão nasce de inquietações pessoais e de dúvidas deste autor sobre a preservação de determinados bens históricos de sua cidade natal, Limeira. Como típico município de médio porte do interior de São Paulo, a cidade, em relação aos grandes centros históricos do país, não é muito antiga (tem pouco mais de 180 anos) e possui poucos remanescentes de arquitetura em terra, técnica que era a regra para se construir até os fins do século XIX. Contribuiu para esse desaparecimento o forte crescimento econômico e demográfico do século seguinte, que acabou por fazer com que os municípios paulistas, em geral, se alterassem bastante e tivessem suas características arquitetônicas e ambientais totalmente modificadas.

A cidade brasileira parece ter tido sempre vergonha de suas características. Julgava-se sempre atrasada em relação aos padrões dominantes que vinham de fora e buscou, na medida do possível, adaptar suas feições inspirando-se (até antes da Segunda Guerra) em padrões europeus. Assim, reformas do casario para alteração de fachadas se sucederam umas às outras. (Rosada, 2008)

As características morfológicas das singelas construções do período do Brasil Colônia e início do império foram substituídas por padrões ecléticos. Posteriormente, as construções ecléticas também foram substituídas por outras modernas, sucessivamente, até os dias atuais, de modo que, em não muito tempo, toda a feição das cidades resultou completamente modificada.

Em Limeira, particularmente, o progresso permitiu que apenas alguns poucos exemplares da arquitetura do início de seu povoamento chegassem aos dias atuais. Raras foram as construções com mais de cem anos que resistiram às renovações urbanas: no perímetro

urbano existem somente cinco edificações que datam do século XIX... Dentro dessa realidade, os dois únicos edifícios em taipa de pilão que ainda persistem são também os dois remanescentes mais antigos de todo o município: a casa-grande da Fazenda (Engenho) Tatu e a Igreja de Nossa Senhora da Boa Morte e Assunção.



Figura 1 – Aspectos externos do Casarão do Engenho Tatu e da Igreja da Boa Morte

As histórias dessas duas construções correram paralelas ao longo do tempo e, atualmente, com as tentativas de restauro, começam a apresentar fatores comuns.

2. A CASA-GRANDE DO ENGENHO TATU

Das duas construções que serão tratadas aqui, a mais antiga é a casa sede do Engenho Tatu. A época de sua construção não pode ser datada com precisão, pois a documentação perdeu-se com o tempo. O que sabemos é que o Engenho Tatu ¹ foi fundado pelo capitão português Luiz Manoel da Cunha Bastos. Nascido no Porto e criado em Vila Rica (Ouro Preto), Cunha Bastos se tornou importante comerciante na capital paulista. Com os lucros do armazém que possuía, adquiriu, pouco antes de 1820, um engenho na região que é hoje o município de Limeira, comprando partes de duas sesmarias, Saltinho e Coronel Sá, localizadas na margem norte do rio Piracicaba, ambas concedidas em 1799 (Busch, 2007). É possível fixar a data da compra graças a uma nota de protesto contra a demarcação de suas terras de julho de 1820.

Nesse chão o capitão fundou seu engenho e abandonou a carreira militar, dedicando-se exclusivamente à produção e comércio do açúcar. A sua propriedade, estabelecida sobre uma mancha de latossolo vermelho, a conhecida terra-roxa, propiciava, graças às características ligantes do solo, ótimas condições para construção nas técnicas de taipa de então.

Implantada em uma meia-encosta, a casa-sede apresenta-se assobradada na frente e térrea nos fundos, uma característica marcadamente mineira. As terras da região, por essa época, já eram povoadas de maneira rarefeita por mineiros, em sua maior parte, estabelecidos na área após a exaustão das minas, caminhando em direção à estrada para Cuiabá, num movimento de expansão da região agrícola de Minas Gerais. Pelas características arquitetônicas e morfológicas, o arquiteto Carlos Lemos situa a construção do casarão no início do século XIX.

Desse tipo de casa [de partido mineiro] o exemplar mais antigo que conhecemos é a sede do Engenho do Tatu, no município de Limeira. É quase certo que seja construção do primeiro quartel do século XIX. (Lemos, 1999: 89)

Tatu foi o primeiro engenho da região de Limeira e suas terras abrangiam inclusive a área onde hoje está o centro da cidade. A partir de 1826, com a abertura de uma nova estrada que ligaria a região a Campinas, começou a formar-se um povoado nas proximidades dum antigo pouso para tropeiros que havia no local, lindeiro à mesma estrada, dentro das terras do engenho. Nesse povoado, Cunha Bastos fez a doação de 112 alqueires para o

Patrimônio da igreja, criando, em 1832, a freguesia que deu origem ao que é hoje a cidade de Limeira (Rosada, 2004: 21-22). Por isso o capitão é considerado o fundador do município e o engenho Tatu, a célula-mãe da cidade.

Mas Cunha Bastos não teve sorte: três anos após a criação da freguesia, é assassinado, *atingido por uma ballada*. Por ser solteiro e não possuir herdeiros, o poder judiciário ficou responsável por seus bens, inventariou suas posses e posteriormente e colocou-as em leilão. Esse inventário é um dos poucos documentos sobre a Fazenda Tatu:

Em seu inventário, ao lado das benfeitorias industriais, é citada a sua casa de moradia. (...) Tudo leva a crer que aquela “morada de casas” mencionada no inventário de 1835 seja a casa que veio até os nossos dias. Uma coisa é certa: é construção do tempo do açúcar e apresenta um porão de pouca altura no seu frontispício. (Lemos, 1999: 90)

O que se torna curioso, no caso do Engenho Tatu, é o tamanho de sua sede: o robusto casarão tem 722 m², com doze alcovas, três quartos, e uma sala de jantar de 112 m²! A casa do Tatu é imensa, isso nos leva a perguntar por que um homem solteiro iria construí-la com tal escala. Por ter adquirido terras onde já existia um engenho, acredita-se que Cunha Bastos já o tenha comprado com várias edificações, inclusive a casa-grande e que, portanto, o casarão seria anterior a 1820.

Além de ser uma construção muito antiga que chegou até os dias atuais quase sem alterações, no que concerne às técnicas construtivas, a casa-grande do Engenho Tatu:

É também uma construção fora dos padrões da época, por ter somente nas paredes externas a taipa de pilão. Toda a repartição interna é de taipa de mão, fato ainda inédito naquele tempo na bacia do Tietê. As casas dos paulistas sempre possuíam, de um modo ou outro, paredes de taipa de pilão dentro de casa. E aquela bateria de alcovas no ângulo da construção tem um desenho também inusitado, que viria a ser, mais tarde, a norma da arquitetura do café. A casa do engenho do Tatu é um exemplar da maior importância. (Lemos, 1999: 90)

A construção realmente chama a atenção: em algumas áreas externas de suas paredes com 80 cm de espessura (1,5 m na altura dos porões) o reboco caiu e é possível distinguir as camadas de taipa de pilão. Todas as janelas, com exceção de apenas uma, são originais e mantém as folhas cegas e os batentes de quase 25 cm de largura, sem vidros, sem guilhotinas. No interior, pode-se ver as portas das doze alcovas com muxarabis nas bandeiras e alguns ambientes forrados à maneira saia-e-camisa, enquanto que o forro da sala de jantar, que caiu em sua maior parte, é de taquara trançada. Em outras partes que perderam o forro, fica visível o madeiramento das terças e dos montantes falquejados a machado, com suas largas bitolas. Os caibros são todos de troncos de coqueiro, e as telhas são as coloniais moldadas nas coxas.

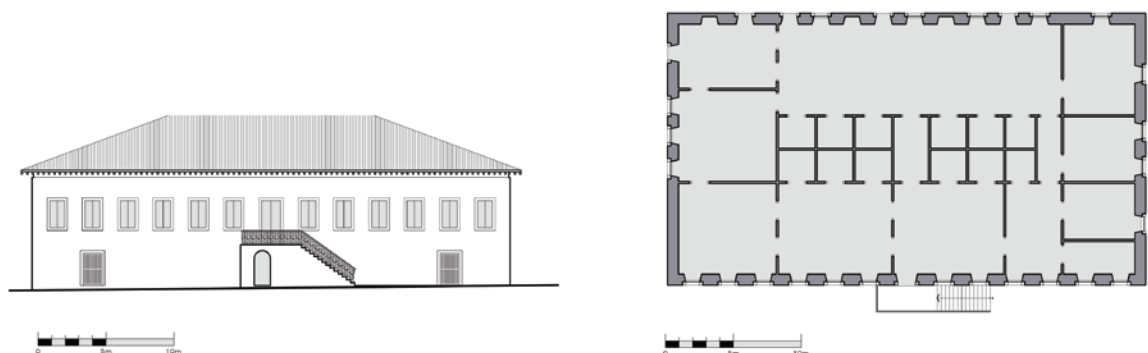


Figura 2 – Fachada e Planta da casa-grande do Engenho Tatu (c. 1820).

Poucas foram transferências de sua posse por herança, a maioria se deu pela compra da fazenda e, mesmo passando por mãos de várias famílias, a casa foi muito pouco modificada: em duas salas da frente foi feita uma pintura decorativa mais rebuscada ainda no século XIX, a escada de acesso original, provavelmente em madeira, foi substituída por

uma de alvenaria e foram construídos dois banheiros internos, apenas em 2002. O motivo que manteve a casa com pouquíssimas alterações em seus quase duzentos anos é que ela está desocupada há mais de cinquenta. O penúltimo dono, Orestes Jacon, construiu uma nova sede, ao lado do casarão (derrubando uma parte do lanço de mais de 100m de senzalas) antes de vendê-la à família Spagnol, atual proprietária, em 1959. Desde antes da data da venda, o casarão do Tatu está desocupado. Por muito tempo, a casa funcionou como tulha da fazenda, onde era armazenada parte da produção:

Um tempo eu plantava bastante arroz aqui na fazenda e aqui eu ponhava cheio de arroz aqui, ó! Milho, arroz, ponhava... Depois eu larguei mão de fazer isso aí; arrendei tudo pra usina. Então, parou. (Spagnol, 2004: 35)

Atualmente, a parte frontal da casa está vazia e os fundos funcionam como um depósito da atual sede, que se situa ao lado do casarão. Por não ter recebido quase nenhuma manutenção em todo esse tempo, tem sérios problemas estruturais, embora ainda mantenha-se em pé.

3. A IGREJA DA BOA MORTE

O engenho Tatu foi o primeiro de muitos outros que foram se instalando na região que hoje compreende Limeira. Derrubando as matas originais e abrindo espaço no território, a atividade canavieira propiciou a formação do povoado, mas ele caminhou acanhado até que uma nova atividade, mais lucrativa, substituísse a cana: cafeicultura. O café começou a ser plantado na área no fim dos anos 1820 e se tornou sua principal atividade já nos anos 1840. E Limeira, até então acanhado centro canavieiro da periferia da zona econômica paulista, floresceu com o café, tornando-se um dos mais importantes pólos produtores da rubiácea. Em nova posição, agora de destaque, a vila enriquecida tinha que mostrar sua opulência. Numa época em que a igreja era o símbolo edificado máximo de uma cidade, a matriz de Nossa Senhora das Dores, ainda muito simples e tosca, onde até as *cabras pastavam em seu telhado* (Tschudi, 1980: 123), não mais condizia com boa situação da urbe.

Na cidade ocorreu então um caso fora dos padrões: não se construiu uma nova matriz para Nossa Senhora das Dores, pois não se cogitava substituí-la após tantas reformas recentes. Nesse caso, os senhores mais abastados da cidade, organizados em uma irmandade religiosa, erigiram outra igreja subordinada à jurisdição da mesma matriz, a igreja de Nossa Senhora da Boa Morte e Assumpção. Esse novo templo teve o interior barroco ricamente entalhado, para cujo trabalho foi contratado em Florença o arquiteto e entalhador italiano Aurélio Civatti.

As obras da igreja da Boa Morte começaram em 1858. Vários escravos foram emprestados pelo membros da irmandade para a construção da nova igreja. Os trabalhos de levantamento topográfico e locação da obra foram dirigidos por Civatti.

A Irmandade construiu a parte da capela mor até a cobertura. Então, recebeu a ajuda do Barão de Cascalho, José Ferraz de Campos, que se prontificou a construir as paredes de taipa e a cobertura. A conclusão do templo esteve a cargo de outro nobre benfeitor, Bento Manoel de Barros, Barão de Campinas, que construiu as duas torres de tijolos e executou o acabamento, e fez tudo quanto é de madeira, as torres, pintura, dourados, etc.(...) As paredes da Igreja são de barro e argamassa, com amarras de bambu e madeiras resistentes, usadas na época. (Carità, 1998: 03)

O templo foi inaugurado em 1867. Segundo jornal da época, *Civatti fez da sua magnífica obra um protesto vivo contra as miserandas cousas* que haviam por toda a província paulista (Busch, 2007: 289-90). Após o término das obras criou-se um certo mal-estar na cidade, pois a igreja da Boa Morte passou a ser o exemplar mais rico dentre as igrejas do município ao passo que a matriz, sempre em obras e reformas, não conseguia manter uma aparência de acabada. A população e as autoridades limeirenses sempre tiveram um ressentimento de que a matriz nunca superou a igreja da Boa Morte em qualidade artística. O lado bom disso tudo é que, por ser uma igreja muito próxima da matriz (hoje catedral, sede da diocese de

Limeira), ela nunca se tornou uma paróquia e por isso mesmo nunca necessitou de reformas ou de outro prédio para comportar o crescimento da cidade. Esse é um dos motivos pelo qual a igreja se mantém com as mesmas paredes de taipa até os dias de hoje.

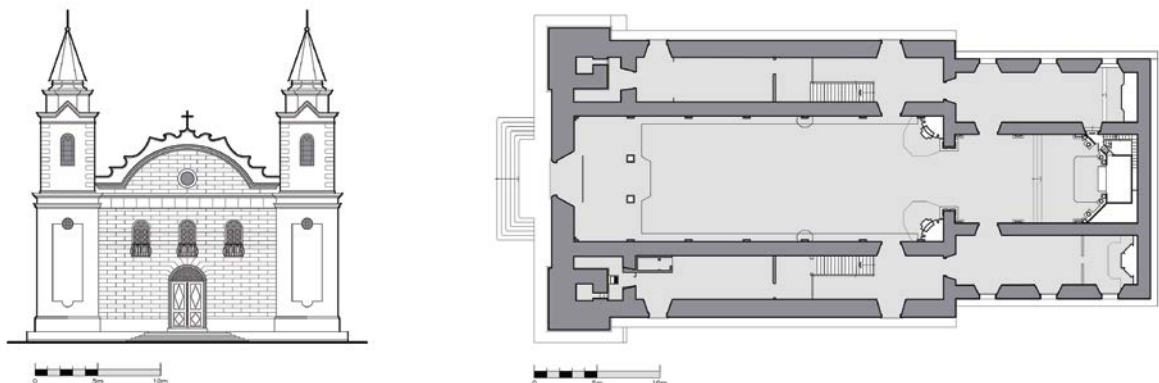


Figura 3 – Fachada e Planta da Igreja da Boa Morte (1858-1867; o frontispício é de 1893).

Além da beleza da ornamentação, a Boa Morte tem uma estrutura muito bem acabada e resistente. Suas grossas paredes, que variam de 90 cm a 1,35 m, davam a impressão, para a população da época, que sua taipa duraria para sempre. Mas apenas doze anos após a inauguração o edifício já começou a apresentar problemas: parte de sua fachada estava em mau estado e ameaçava ruir. Foi contratada uma comissão de técnicos, comandada por I. H. Girard, constatou uma série de defeitos no edifício: falta de amarração da frente de taipa com as torres de alvenaria de tijolos, recalques de fundação na região das torres e do piso do côro, deslocamento do corpo frontal da igreja (frontispício e torres) e perigo de desmoronamento do frontispício (Pereira, 2004: 11). A igreja continuou com um frontispício que ameaçava a ruína até 1893, quando este foi finalmente refeito, agora todo em tijolos. Modificou-se com isso, a fachada da igreja, mas todo o conjunto manteve-se.

Por ser um prédio de uso cotidiano e nunca ter deixado de estar atividade, a Boa Morte foi alvo de várias reformas ao longo do século XX, que visavam adaptá-la às novas tecnologias, fazer a manutenção do edifício ou simplesmente complementar a já exuberante decoração interna. Dentre os trabalhos realizados, destacam-se as pinturas decorativas internas (foram três sucessivas, uma sobre a anterior: nas décadas de 1900, 1930 e 1970, a última é a que se mantém atualmente), a iluminação elétrica em 1900, a troca do assoalho de madeira pelo piso em ladrilho hidráulico em 1925, a aparelhagem de som e a colocação dos lustres de cristal em 1950, além de outras intervenções menores. Como se pode ver, várias foram as intervenções, mas quase nada foi alterado na distribuição interna e nas grossas paredes de taipa.

4. PATOLOGIAS NA TAIPA DE PILÃO

As intervenções feitas na igreja da Boa Morte, ao que tudo indica, foram muito mais numerosas e constantes que no casarão do Engenho Tatu, tanto por ser um prédio de uso coletivo como por ter recebido maiores auxílios do poder público. Além disso, existe muito mais documentação disponível sobre a igreja que sobre a casa-grande, mas como veremos a seguir, as patologias que ambas as construções apresentam nos dias atuais são muito semelhantes.

4.1 Desprendimento do revestimento

Em ambos os prédios examinados nesse estudo, há problemas com o desprendimento do reboco. No casarão do Tatu, aparentemente, o reboco começou a cair na década de 1990. A foto do livro de Carlos Lemos (1999: 90) é de 1980 e toda a fachada ainda estava íntegra. Nas fotos tiradas pelo autor deste artigo, em 2004 já se evidenciam os problemas do revestimento. Dessa data para cá grande parte se perdeu.

O caso da Igreja da Boa Morte é mais antigo. Há relatos da argamassa de acabamento se desagregando das paredes desde fins dos anos 30. O problema se arrastou até 1975, quando o provedor da Confraria local solicitou a intervenção no local. A solução adotada foi a colocação de novo reboco com a aplicação de uma tela de arame fixada à taipa por pregos (Carità, 1998: 24). Mesmo assim, a igreja apresentou novos problemas no revestimento, que começou a estufar e ameaçava desprender-se novamente, depois de passados trinta anos da primeira manutenção, ou seja, em um espaço de tempo relativamente curto. Um dos fatores que acelerou o reaparecimento da patologia no revestimento foi a pintura em látex que as paredes da igreja haviam recebido. Ela impedia o respiro necessário à taipa.

No memorial de restauro elaborado pela arquiteta Juliana Binotti Pereira (2004), a autora salienta que se fazia necessária a:

Reconstituição de parte do reboco solto, que encontra-se em ruínas devido às trincas ocorridas durante o recalque do edifício, e aplicação de nova argamassa sobre tela onde encontram-se estufadas (soltas). E nova aplicação de argamassa à base de barro, cimento e cal (em proporção correta) nas paredes internas que apresentam trincas e reboco solto. (Pereira, 2004: 112-3)

De fato, embora não tenha sido executada a restauração completa do templo, uma das medidas tomadas seguiu essa proposta da arquiteta: em 2006, foram removidas e refeitas as partes do reboco que estavam estufadas. Nesse mesmo ano, a pintura em látex externa foi removida e feita uma repintura, com uma pasta feita de terra, permitindo o respiro das paredes.

4.2 Recalques da fundação e movimentação das paredes

Além do descolamento do reboco, outros problemas que tanto a igreja como a casa-grande sofrem, sem que medidas definitivas tenham sido tomadas para resolvê-lo, são os advindos da movimentação das paredes: recalques da fundação, trincas e desvio do prumo são os mais freqüentes. Por serem estruturas muito mais flexíveis que as rígidas paredes de alvenaria o que vemos é que muitas vezes a parede de taipa pode inclinar-se bastante sem apresentar trincas substantivas.

O problema do casarão do Tatu é mais complexo que da Igreja da Boa Morte: toda a fachada lateral direita está inclinada, abrindo para o exterior da casa e ameaçando até o apoio da estrutura do telhado. Mário Spagnol, proprietário da Fazenda Tatu, demonstrou-nos sua preocupação: *Lá no fundo tem uma parede que abriu até assim (gesticula), já, pra lá. Tem uns apoios de tijolo, a turma fala sargento [contraforte], que tá segurando...* (Spagnol, 2004: 35).

Os proprietários do Tatu, sem dinheiro para intervir num reforço da fundação e reaprumo da parede inclinada, construíram três grandes contrafortes de tijolo para tentar impedir que a movimentação da parede comprometa o apoio dos esteios do telhado que, junto com as paredes, estão se abrindo. Apesar dos problemas, essa solução tem mantido a casa. O caso poderia ser ainda pior, mas, por sorte, o casarão se localiza na zona rural a uma distância razoável das vias de circulação de automóveis, estando afastado de fontes de trepidação.

Ao contrário do casarão do Tatu, a igreja da Boa Morte não se localiza numa área tranqüila, é justamente o intenso tráfego em seu entorno que tem agravado os seus problemas de trincas. Como é característico nas construções de taipa, a igreja não tem fundações profundas, pois a taipa de pilão não apresenta cargas pontuais, mas trabalha os esforços com cargas distribuídas, não necessitando de grande infra estrutura. Por isso, seus alicerces de pedra, mesmo para aquelas paredes de 1,35 m de espessura, têm apenas 50cm de profundidade. Esses alicerces deram conta das deformações de assentamento natural das paredes ao longo dos anos, mas não estão sendo suficientes para suportar a trepidação causada pelo intenso tráfego de veículos pesados que circulam em seu entorno.

A Igreja de Nossa Senhora da Boa Morte e Assumpção possui embasamento não muito profundo, o que fez com que ao longo dos anos as paredes tanto externas quanto internas passassem por recalques estruturais, até sua estabilização. Nos aspectos gerais não possui sérios comprometimentos, a não ser o fluxo de ônibus e caminhões (existe um supermercado ao lado da praça e um ponto de ônibus nas suas costas) que por ali circulam diariamente. Daí a necessidade do desvio desses veículos, para que o edifício não venha a apresentar novos recalques. (Pereira, 2004: 112)



Figura 4 – Fachada lateral do casarão do Tatu em 2004, com o contraforteamento feito para impedir a abertura da parede. Trincas e falhas no reboco da Igreja da Boa Morte em 2004, antes da pintura atual em terra.

4.3 Infestação de insetos xilófagos

O problema mais preocupante, a nosso ver, é a infestação das duas edificações por insetos xilófagos. Isso está diretamente ligado a essas construções serem feitas em taipa, pois grande parte dos cupins que vêm atacando as estruturas de madeira são de solo e se encontram alojados nas paredes, espalhando-se por toda a edificação. As grossas paredes que a taipa de pilão exige dificultam ainda mais a localização das colônias para o seu combate.

A casa sede da Fazenda Tatu apresenta problemas de ataques de cupins de menor monta na estrutura do telhado e nas esquadrias, por serem feitas em madeiras de lei, mais duras. A situação é mais crítica no assoalho e no madeiramento superior do telhado (caibros e ripas). Estes últimos são troncos roliços de coqueiro, originais, do período em que se derrubou as matas da área para a construção, porém, por serem madeiras moles, estão seriamente danificados pela presença dos insetos, como pode-se ver no relato do proprietário local:

Daqui a dois anos não tem mais telhado em cima disso! O cupim tá comendo tudo! E a madeira é coqueiro. É tudo coqueiro, assim. Tem só os travessão, quadrado, que são de madeira de lei. O resto é tudo coqueiro. Tem que trocar tudo! (Spagnol, 2004: 35)

O Sr. Mário Spagnol continua seu desabafo sobre o problema dos cupins no casarão:

[O ex-prefeito Jurandir Paixão] Mandou o engenheiro, os técnicos aí... Eles olharam aqui e disseram: "tchau mesmo"!... Porque não adianta, tem que trocar tudo! Você pensa que é só deixar bonitinho?! Que que tem que fazer com esse assoalho aqui, ó? Esse aqui até que dá pra envernizar, mas ali na outra sala, tem que pôr novo! O outro [assoalho] lá, também, tá tudo desgramado... (Spagnol, 2004: 35)

Os problemas da igreja da Boa Morte não são muito diferentes do casarão. A parte de estrutura de telhado não tem grandes problemas, pois a cobertura foi refeita várias vezes na história da igreja. A última troca das telhas ocorreu ainda este ano.

O grande problema da igreja são os forros e toda a talha barroca que foram atacados pelos insetos xilófagos. Atualmente, o templo foi interditado pela Defesa Civil em janeiro deste ano

porque os pesadíssimos ornamentos do forro ameaçavam se desprender de sua estrutura. Corrigido emergencialmente esse problema com tirantes metálicos acima do forro, a igreja segue fechada até que ao menos seja refeito o problemático sistema elétrico e realizada a descupinização do prédio.

O grande desafio da comissão formada² para buscar uma solução é que tratamento dar à igreja. É muito difícil, no caso da Boa Morte, conter os insetos, pois o ataque é feito por cupins de solo e suas paredes não são mais que enormes extensões desse solo na vertical. Não se sabe qual a melhor maneira de se agir num caso tão específico desses, qual a forma, a aplicação de barreiras químicas, sua eficácia e por quanto tempo duram os resultados. Não há, em Limeira, profissional ou grupo de pesquisa que entenda profundamente de tratamentos contra os xilófagos. Estão sendo consultados laboratórios de pesquisas das universidades de cidades vizinhas: da Unesp de Rio Claro e da Esalq-USP de Piracicaba. Enquanto não se encontra uma resolução eficaz para esse problema, o templo segue fechado.

4.4 Colapso das paredes pela infiltração de água

Observando os dois edifícios estudados, o colapso das paredes é menos crítico no caso do casarão do Tatu que, mesmo sem manutenção e apresentando inúmeras goteiras, ainda mantém as paredes íntegras. Já a Confraria de Nossa Senhora da Boa Morte teve, no início do século XX, que adaptar o prédio da igreja às normas do código sanitário. Exigia-se dos prédios urbanos que se eliminassem as projeções dos telhados que jogavam as águas pluviais na calçada. Com isso, foram removidos os beirais do telhado, construídas platibandas para escondê-lo e rasgadas as paredes para a instalação dos condutores de águas pluviais, numa reforma que contrariou um dos princípios mais importantes da taipa: afastar a água das paredes de terra crua. Utilizava-se fazer as construções de terra com o *uso de largos beirais, muitas vezes com contrafeitos que ajudaram a jogar ainda mais longe as águas da chuva, inimiga da taipa* (Carità, 1998: 04). Os condutores, que eram geralmente de ferro fundido ou de cerâmica, foram a causa de muitas dores-de-cabeça para a Confraria, pois permitiram que a água se infiltrasse nas paredes da igreja. Por esse motivo, *em 1995, ocorreu desabamento da área de uma das torres* (Augusti, Boschiero, Ruy, 2005: 5). A parede interna, atrás da torre direita (figura 3) desmoronou, destruindo a porta lateral externa, tal o peso da massa de barro que caiu. Foi refeita em alvenaria de blocos de concreto, com uma parede dupla, oca no meio. Ainda assim, o desabamento não afetou a estrutura do telhado nem nave e sua ornamentação.

Na reforma do telhado ocorrida este ano, foram mantidos os condutores de águas pluviais que, desde há alguns anos, foram substituído por novos, de PVC, ao menos um pouco mais seguros que os anteriores. Porém, eles continuam a ser uma preocupação constante para a igreja: *Um grande problema a ser resolvido é o de que os condutores de águas pluviais passam por dentro da taipa, o que pode provocar no futuro um sério risco à estrutura do edifício* (Pereira, 2004: 113). Tais riscos levam a questionar se, mesmo estando o templo em processo de tombamento histórico, se a retirada das platibandas laterais e a reconstrução de largos beirais não seria uma opção mais segura e condizente com a velha igreja de taipa.

5. CONCLUSÃO: AS INCIPIENTES TENTATIVAS DE RESTAURO

Como se pode perceber neste artigo, tanto a Igreja da Boa Morte como o casarão do Tatu apresentam várias patologias decorrentes ou associadas à sua condição de construções de terra crua, agravadas tanto pela antiguidade dos prédios como (e muito mais por isso) pela falta de manutenção dos mesmos.

Não tendo interesse pela casa-grande e não querendo derrubá-la, os proprietários da Fazenda Tatu recentemente doaram a sede para a Sociedade Pró-Memória de Limeira, mas o problema apenas se transferiu, pois a Sociedade não possui renda e não teria como arcar com uma correta restauração desse importante patrimônio. As obras de restauração são em

geral muito caras, o que torna muito difícil conseguir fundos necessários para que elas sejam realizadas.

O casarão do Tatu, localizado na zona rural de Limeira, mal pode ser visto da estrada vicinal que passa em sua frente. Não está à vista das pessoas, dos transeuntes e, portanto, seus problemas não incomodam ou comovem a população. Talvez por isso a Boa Morte demonstre possuir um apreço maior pelos limeirenses. Localizada em pleno centro da cidade, cercada por algumas das ruas mais importantes do município, seu largo é cruzado diariamente por milhares de pessoas, além dos fiéis que freqüentam suas missas – freqüentavam, pois o templo está fechado – ou que lá se casaram. Ou seja, a Igrejinha está no dia-a-dia de muitas pessoas o que a torna mais visada e querida, pois muito mais pessoas conhecem-na mais proximamente do que o distante casarão do Tatu.

É preciso que o monumento arquitetônico esteja inserido na vida das pessoas para que elas sintam essa noção de pertencimento e que queiram que estas obras perdurem pelos anos. É possível ter uma pontinha de otimismo em relação às edificações aqui tratadas, no caso da Igreja da Boa Morte ainda mais, pois é perceptível uma preocupação de pessoas, técnicos e órgãos públicos com sua conservação. O que acreditamos é que nos falta (aqui me incluo com todos eles) conhecimento técnico suficiente para que as posturas tomadas perante esses bens sejam semelhantes e que caminhem numa mesma direção.

Preservar e recuperar esses patrimônios é, ao menos, demonstrar um respeito às gerações que nos precederam, ao seu trabalho, ao seu suor e ao seu saber.

BIBLIOGRAFIA

- AUGUSTI, Valquíria Maria; BOSCHIERO Daniela; RUY, Daniele Poletti. (2005) **A festa e a Igreja Nossa Senhora da Boa Morte e Assunção**: patrimônios a serem preservados. Caderno Virtual de Turismo, v. 5, n. 2.
- BUSCH, Reynaldo Kuntz. (2007) **História de Limeira**. 3 ed. Limeira: Sociedade Pró-Memória.
- CARITÀ, Wilson José. (1998) **Breve História da Confraria de Nossa Senhora da Boa Morte e Assunção**. Limeira: o autor.
- LEMONS, Carlos Aberto Cerqueira. (1999) **A Casa Paulista**. São Paulo: Edusp, Nobel.
- PEREIRA, Juliana Binotti. (2004) **Memorial de Restauro**: Igreja de Nossa Senhora da Boa Morte e Assunção. Limeira: a autora.
- ROSADA, Mateus. (2004) **Estruturação Espacial das fazendas de Café de Limeira e Região**. Relatório Científico (para Fapesp). São Carlos: o autor.
- _____. (2008) **Evitar o Esquecimento**: Duas Igrejas Barrocas em Duas Cidades Modernas Brasileiras IX Congreso Internacional (CICOP) de Rehabilitación del Patrimonio Arquitectónico y Edificación. Sevilla, 2008.
- SPAGNOL, Mário. (2004) **Entrevista**. In: ROSADA, Mateus. Relatório de Pesquisa. São Carlos: o autor, 2004.
- TSCHUDI, Johann Jakob. (1980) **Viagens às províncias do Rio de Janeiro e São Paulo** (1860). São Paulo: EDUSP.

NOTAS

- 1 – O nome do engenho se deve a um ribeirão que corta a propriedade, hoje conhecido por Ribeirão Tatu, mas originalmente Tatuhiby (do tupi, *tatuhiby* = tatu pequeno).
- 2 – A comissão é formada pelos membros da Confraria de Nossa Senhora da Boa Morte e Assunção, responsável pela igreja, pelo capelão, por membros do conselho de patrimônio histórico de Limeira (Condephaali), arquitetos, um engenheiro agrônomo e um engenheiro civil.

AUTOR

Mateus Rosada é arquiteto e urbanista pela Universidade de São Paulo (USP); e técnico em edificações pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Atualmente é mestrando do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da EESC/USP. Membro da Sociedade Pró-Memória de Limeira, realiza pesquisas sobre arquitetura rural do período cafeeiro e arquitetura urbana religiosa.



OS MATERIAIS DE TERRA NOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS DA ARQUITETURA DA IMIGRAÇÃO NA REGIÃO DA ANTIGA COLÔNIA BLUMENAU EM SANTA CATARINA

Maria Isabel Kanan

IPHAN/11ªSR

Rua Conselheiro Mafra 141, Florianópolis, SC, Brasil

Tel: (5548) 32230883 isabel.11sr@iphan.gov.br

Palavras-chave: arquitetura imigração, materiais terra e conservação patrimônio edificado

RESUMO

A presente comunicação é uma síntese das tipologias construtivas utilizadas pelos imigrantes germânicos e italianos, na região da antiga colônia Blumenau, em Santa Catarina, que foram construídas entre 1850 e aproximadamente 1930. Tem como objetivo mostrar o emprego da terra crua, em cada uma das tipologias, utilizadas ao longo das fases de fundação e expansão da colônia, ou seja, as casas temporárias e permanentes, de características teuto-brasileiras. Dois sistemas construtivos básicos são apresentados, o enxaimel, estrutura autônoma de madeira e vedação, e o de alvenaria de tijolos maciços. Quatro tipologias são classificadas, na área, as casas enxaimel com painéis de vedação em terra ou tijolos e as casas de alvenaria de tijolos aparentes ou rebocadas externamente. A vedação em taipa de mão ou adobe, a argamassa de assentamento dos tijolos dos painéis do enxaimel ou alvenarias, o reboco interno das casas, tanto as de enxaimel como as de alvenaria, o reboco externo das taipas e das casas de alvenaria são os materiais à base de terra os quais são identificados nas tipologias construtivas da região. O texto pretende contribuir com a preservação das práticas construtivas tradicionais da arquitetura da imigração em Santa Catarina ao dar subsídios técnicos para os trabalhos atuais de conservação e restauração deste patrimônio, informando sobre a materialidade construtiva deste legado.

1. INTRODUÇÃO

Em Santa Catarina, além das edificações construídas pelos portugueses, vicentistas e açorianas, localizadas principalmente nas áreas litorâneas, encontramos as casas dos imigrantes germânicos e italianos, erguidas a partir das primeiras décadas do século XIX no interior do estado.

Este legado construído pelos pioneiros europeus que aqui se estabeleceram e fundaram núcleos coloniais tem sua origem na Europa Central e se diferenciam dos métodos de herança luso-brasileira bem como refletem cada um dos grupos étnicos, que vieram, se adaptaram às regiões brasileiras, fazendo uso dos recursos materiais locais.

Nos últimos anos, têm crescido a valorização e o interesse pela preservação do legado construído do imigrante em Santa Catarina. Desde 1981 quando um primeiro seminário entre o governo brasileiro e o alemão, fruto de um acordo técnico, deu início aos trabalhos de inventário e proteção deste acervo, por parte do IPHAN, governo do Estado de Santa Catarina e prefeituras locais, vários trabalhos foram feitos.

Estudos acadêmicos, seminários e projetos têm sido realizados no intuito de conhecer e proteger melhor este legado. Também um programa de obras de conservação emergenciais para evitar perdas deste patrimônio tem sido executado através dos recursos do IPHAN e parceiros, pois são evidentes os problemas por abandono das áreas, a falta de manutenção e conservação provocando a deterioração das estruturas. Mas ainda há necessidade de se conhecer mais sobre as tipologias construtivas, a evolução histórica das mesmas, os problemas de deterioração, e as características dos materiais para nortear os trabalhos de conservação-restauração.

A falta do conhecimento técnico sobre os materiais, a base de terra e cal, dois materiais comuns quase sempre utilizados em todos grupos de edificações, para a preservação das estruturas, reflete a necessidade de orientação técnica para melhorar as práticas de conservação e restauração destas casas.

Esta comunicação objetiva apresentar a cronologia das tipologias construtivas que apareceram na região da colônia Blumenau relacionando as mesmas ao emprego dos materiais de terra e cal, visando mostrar a importância da conservação destas características materiais para a preservação deste patrimônio construído. O conteúdo deste trabalho é fruto de estudos e pesquisas que realizei na região da antiga colônia Blumenau sobre as tipologias construtivas dos imigrantes e as características dos materiais como parâmetro para a conservação e restauração das casas dos imigrantes. (Kanan, 1995; Kanan 2000; Kanan e Polli, 2006)

2. COLONIA BLUMENAU

Muitas colônias germânicas e italianas importantes foram fundadas em Santa Catarina, entre elas, encontra-se a de Blumenau fundada pelo Dr Hermann Blumenau em 1850. Até 1860, a colônia consistia apenas de uma parcela de terra privada, localizada na confluência do rio Itajaí-Açu e Garcia. Em 1860, o Governo Imperial comprou a colônia e houve uma expansão colonial, com a fundação de novas áreas rurais ao longo do rio Itajaí-Açu e seus afluentes, como os rios Encano, Warnow e Testo, por imigrantes germânicos e italianos (1875). Em 1880 a antiga colônia tornou-se cidade de Blumenau. Com a expansão colonial Indaial, Timbo, Pomerode, Ascurra, Rodeio e Rio dos Cedros também se tornaram cidades.

Na época da fundação da colônia Blumenau foram construídas as primeiras casas para os imigrantes e administradores da colônia. Depois foram aparecendo as casas de caráter mais permanente. De 1880, até aproximadamente 1920/30 a maior parte do conjunto edificado da colônia foi construído por colonos germânicos e também italianos. No início, as casas eram mais arcaicas, menos adaptadas, depois apareceram adaptações ao meio, e por fim estas modificações incorporaram-se definitivamente ao programa das casas. Ainda assim, os novos imigrantes que aqui chegaram primeiro se instaram provisoriamente e depois quando melhoraram de meios construíram suas casas mais permanentes.

3. CRONOLOGIA DAS TIPOLOGIAS CONSTRUTIVAS

3.1 Primeira fase

Na primeira fase da colônia de Blumenau, mesmo que se de início a serrarias e olarias e a edificações, na sede da colônia, já com características construtivas teuto-brasileiras, as casas dos imigrantes apresentavam tipologia de caráter mais provisória e construída mais “a maneira local” do que segundo a origem européia dos imigrantes. Esta casa de caráter temporário, conforme documentos da época, era erguida com uma estrutura do tipo pau-a-pique, madeiras rudimentares, vedadas com barro e fibra e coberta com folhas de palmeiras (figura 1).



Figura 1 – Residência primitiva de um colono em Blumenau (livro aniversário 50 anos Blumenau)

Uma edificação curiosa construída logo no início da colônia, já com influencia dos métodos construtivos dos imigrantes é o galpão para abrigar temporariamente os imigrantes. Conforme o documento abaixo era uma estrutura de enxaimel e vedações de taipa de mão (figura 2).



Figura 2 – Primeiras construções em Blumenau (Arquivo de Blumenau)

3.2 Segunda fase

Na fase seguinte, após os primeiros anos de fundação, na medida que os imigrantes foram se estabelecendo melhor, apareceram serrarias, olarias, e casas de caráter mais permanente.

Os sistemas construtivos tradicionais que foram utilizados são basicamente de dois tipos, o sistema com estrutura de madeira e painéis de vedação, conhecido por enxaimel e o de alvenaria de tijolos. Os painéis de vedação da casa enxaimel podiam ser construídos em taipa de mão, adobe, ou tijolos e as casas de alvenaria podiam ser de tijolos aparentes ou rebocados. Varandas e puxados podiam ser construídos em enxaimel ou alvenaria de tijolos, ou ate mesmo em madeira. Ocasionalmente, nas casas mais simples, as divisões internas podiam ser de tabiques. Construções totalmente em madeira também foram típicas, mas foram utilizadas principalmente para as unidades agrícolas das propriedades rurais.

As tipologias descritas acima foram encontradas tanto em casas de ocupação germânica como nas de italianos. Em cada uma destas tipologias construtivas que os imigrantes e seus descendentes desenvolveram na região, materiais à base de terra crua foram empregados para fazer vedações, argamassas, rebocos e tintas.

No início, a madeira bruta era convertida em peças estruturais com serras manuais e ferramentas como o *enxó*. Mais tarde, o trabalho de corte das madeiras era feito também de forma mecanizada, em serrarias movida à força d'água. Conforme relatos dos descendentes e documentos encontrados, foi comum, nas casas mais antigas, o uso de materiais manipulados no próprio local da obra, tijolos moldados a mão e queimados no local, feitos pela família e vizinhos, telhas mais artesanais, as vezes até feitas de madeira. Nas casas mais novas, observam-se tijolos e telhas fabricados em olarias.

4. TIPOLOGIAS CONSTRUTIVAS VERSUS USO MATERIAIS DE TERRA

4.1 Sistema construtivo enxaimel

a) Estrutura

O *enxaimel* é um sistema de madeira autônomo, de origem muito antiga que se desenvolveu na idade média. A madeira bruta é serrada em peças estruturais providas de encaixes. A montagem das peças forma um sistema estrutural autônomo que depois de montado é preenchido com material de vedação. Este método é baseado principalmente na tradição e habilidade manual dos carpinteiros com a madeira. Os carpinteiros da época seguiam determinados procedimentos para montar a estrutura, marcando as peças de madeira com algarismos romanos para auxiliar na seqüência da montagem da estrutura.

O processo de construção da casa começava com a escolha da madeira para ser cortada e convertida em peças estruturais. Na região, externamente, a madeira é deixada exposta e não rebocada, contrastando com a vedação dos painéis. Nas estruturas mais antigas, a madeira era deixada na cor natural, e ação do tempo. Mais tarde foram pintadas de preto com betumen (tar) ou de vermelho óxido. Internamente, nas casas mais antigas, as peças das estruturas eram caiadas, mas depois, foram rebocadas, caiadas e muitas vezes decoradas com stencil.

A estrutura de enxaimel em Santa Catarina apresenta as seguintes características:

- Estrutura elevada do chão apoiada em pilaretes de pedra ou tijolos (0.90- 1.20 m);
- Baldrame contínuos, onde se encaixam os esteios;
- Um ou dois tramos horizontais encaixados nos esteios;
- Vãos inseridos entre os esteios;
- Tramos diagonais, localizados nas extremidades da estrutura de enxaimel.

b) Vedação de terra

Poucas são as casas ainda construídas inteiramente com vedações em **taipa de mão**. A taipa mais comum, era composta de estais, bem próximos e encaixados na estrutura de enxaimel, mas observam-se, também, outros tipos. A argamassa de preenchimento das taipas era feita de terra argilosa a qual era misturada com palha ou outros tipos de fibras vegetais para prevenir as retrações e o aparecimento de fissuras durante a secagem. Tradicionalmente a argamassa da taipa era aplicada com as mãos, empurrada sobre uma armadura (figura 3).

O **adobe** não foi comum na região. Raras foram as casas, onde foi encontrado o adobe. Apesar disto é possível que algumas estruturas rebocadas apresentem painéis em adobe. Em viagem pela Alemanha com o objetivo de identificar semelhanças entre as casas de Santa Catarina e as da Alemanha notei que também lá o adobe não foi muito utilizado sendo a taipa de mão no centro e no sul, do país, mais comum, e os painéis de tijolos mais freqüentes no norte da Alemanha.

Os **rebocos** das taipas e adobes são de terra, com textura mais arenosa, e apresentam fibras. Eram usados tanto externamente como internamente, usualmente contidos entre os limites dos tramos do enxaimel. Conforme relatos, as casas mais simples desta época, podiam apresentar uma pintura à base de argila branca.

As casas construídas inteiramente com painéis de taipa são normalmente mais simples e raramente decoradas, mas é possível encontrar detalhes como perfis trabalhados nas esquadrias, stencil ou “coluna gêmea” (esteios duplos). O interior é dividido basicamente em dois compartimentos, as estruturas são mais freqüentemente expostas, as vedações rebocadas e caiadas. Tabiques dividindo estas casas também foram encontrados.



Figura 3 – Casa enxaimel inteiramente com vedações em taipa de mão

c) Vedações de Tijolo

Nas casas de enxaimel da região freqüentemente encontra-se a **vedação em tijolo**. Casas, estabelecimentos comerciais, igrejas e outras funções existem espalhadas na região com este tipo de estrutura. A casa enxaimel com vedações em tijolos é o método mais típico da região e inclui uma variedade de formas, tipologias de planta, refletindo casas antigas e tardias. Externamente os painéis de vedações de tijolos podiam apresentar variadas formas de colocação dos tijolos e policromia resultante da colocação de tijolos claro e escuro. Os desenhos dos painéis podiam formar desenhos em espinha de peixe, zigzags, losangos, cruzes e outros. Algumas destas casas podiam apresentar nas estruturas das paredes internas taipa de mão ao invés de tijolos (figura 4).



Figura 4 – Casa enxaimel com painéis em tijolos e varanda

As **argamassas de assentamento** são de **terra** e o acabamento das juntas é de **argamassa de cal** e areia. A **areia**, da **argamassa de rejunte**, segundo relatos, era coletada junto das estradas, depois da chuva, ou seja, era a terra das margens das estradas, lavada pela água da chuva.

Os **rebocos** das casas enxaimel com painéis de tijolos também são de **terra**, raramente misturados com **cal**. Apresentam textura mais arenosa e fibras. Nas mais antigas, eram

aplicados, internamente, contidos entre os limites dos tramos da estrutura enxaimel e depois cobrindo as estruturas, pintados com caiação e decorados com stencil (figura 5).



Figura 5 – Interior da casa enxaimel

4.2. Alvenaria de tijolos

Ainda que em menor quantidade, aparece também, as tipologias construtivas de alvenarias de tijolos aparentes e mais tarde as alvenarias rebocadas. A técnica construtiva em alvenaria de tijolos não foi tão disseminada como a de enxaimel, mas um número considerável de exemplares são encontrados na área entre casas e pequenas indústrias. As edificações, deste tipo, em tijolo aparente, refletem a maestria dos imigrantes alemães e italianos em construir neste sistema (figura 6).



Figura 6 – Casa de alvenaria de tijolos aparentes

a) Tijolos aparentes

As casas de **tijolos maciços aparentes** eram erguidas com **argamassas de terra** e o acabamento das juntas era feito com **argamassas à base de cal**, acabamento similar aos painéis de tijolos das casas enxaimel descritos acima. Talvez no início o rejunte com cal não existisse em todas as casas desta tipologia. Na área de ocupação italiana, encontrei uma casa de tijolos de dois andares, somente com argamassa de terra, onde não havia argamassa de cal nas juntas. O interior das casas de alvenaria era normalmente de alvenaria rebocada de terra, caiada, e pintura decorativa em stencil.

Anexos e puxados podiam ser em alvenaria de tijolos ou em enxaimel. Nas casas mais antigas, os tijolos são feitos manualmente em formas de madeira no próprio local ou em olarias tradicionais.

Externamente os detalhes da amarração dos tijolos, alternando fiadas de tijolos deitados, em pé ou em diagonal e a policromia dos tijolos claro e escuro, formando losangos e cruzes conferem efeitos visuais decorativos às estruturas. A decoração podia ser também com detalhes em estuque, garantindo aberturas, peitoris, cimalhas e pilastras.

b) Tijolos Rebocados

Casas de **alvenarias rebocadas** externamente e internamente apareceram mais tarde e foram menos frequentes nas áreas rurais. O volume principal era feito inteiramente de alvenaria rebocada e adornada com estuques nos detalhes de acabamento de pilastras, peitoris, platibandas e outros elementos. Puxados e varandas são usualmente construídas nos mesmos métodos já descritos. Internamente as paredes são usualmente de tijolos, mas exemplos mais antigos apresentam divisões em enxaimel. Novamente nestas casas foi comum o uso da terra, nas argamassas de assentamento, nos rebocos, e por vezes nas taipas internas.

Externamente a decoração é fornecida principalmente por estuques que adornam vãos, balcões, arcos, varandas ou simulando paredes de pedra.

O interior é dividido em muitos compartimentos, indicando um maior número de funções do que as outras tipologias. Porões, sótãos e até dois pavimentos são típicos destas casas. A pintura decorativa tipo stencil é usual em forros de massa feitos de cal ou gesso, e adornando paredes de salas e quartos. Escadas elaboradas de madeira também são encontradas.

Poucos exemplos destas casas existem na região, nas áreas rurais. Estas casas refletem as condições dos imigrantes mais abastados e a transferência de uma arquitetura da sede da colônia, para o centro das localidades rurais. Depois de 1930 as casas rebocadas tornaram-se comuns na área, mas as características construtivas mudaram e com elas os métodos e materiais. Os exemplos mais antigos destas casas são poucos e isolados em algumas localidades rurais.

5. RESUMO DAS TÉCNICAS DE TERRA

Em resumo, a terra crua e a cal foram usadas nas casas dos imigrantes da região de Blumenau nas seguintes tipologias construtivas:

- Taipa de mão empregada desde o início da instalação da colônia, nas casas mais antigas como nas casas permanentes. Usada em casas enxaimel e inteiramente em taipa, ou em casas enxaimel com tijolo e taipa nas paredes internas. Ou ainda mais raramente em casas de alvenaria com paredes internas em enxaimel e taipa. Restam poucos exemplares de casas inteiramente com esta técnica.
- Adobe foi raro. Encontrado em área de ocupação germânica e italiana.
- Argamassa de terra foi empregada nas diversas tipologias construtivas da região não interessando se eram casas mais antigas ou mais novas, de enxaimel de tijolos ou mesmo de alvenaria de tijolos. Conforme observações locais e análises não apresentam na sua constituição cal.
- Rebocos de terra foram usados para acabamento dos painéis em taipas e tijolos e nas alvenarias de tijolos, mas principalmente para as paredes internas e normalmente recobrimo as estruturas de madeira dos enxaimel. Na sua maioria são constituídos de terra arenosa e as vezes com cal em baixa proporção, apresentando também evidências de fibras.

- Rejuntas a base de cal, com areia limpa e clara, nos painéis de tijolos do enxaimel ou nas alvenarias de tijolos aparentes, conferindo cor branca aos rejuntas e ressaltando a alvenaria de tijolos.
- Argila branca na pintura de casas de taipa mais antigas e simples.
- Caição na pintura das casas de enxaimel e alvenaria. Usada nas estruturas de madeira e nos rebocos. Usualmente em branco, mas também podia ser em cor, azul, amarelo, rosa etc.
- Stencil pintura decorativa feita de cal e cola nos rebocos internos.

6. DETERIORAÇÃO

As partes inferiores das estruturas das **casas enxaimel** são as primeiras a deteriorar. A fachada sul é sempre aquela onde ocorre, primeiramente, a deterioração da estrutura de madeira, pois é o lado mais afetado pela chuva, vento, e falta de sol. A peça do baldrame é normalmente a mais atingida pela umidade e principalmente na que está localizada no lado sul, observa-se mais freqüentemente sua substituição.

No entanto as casas estão normalmente levantadas do chão e há outros fatores que colaboram para que a umidade fique retida e afete as partes inferiores da estrutura. O fato da água da chuva escorrer pela empena, que não está protegida com telhados ou pingadeiras, penetrar no encaixe das estruturas e ficar retida, quando os rejuntas de cal não estão bem mantidos, e provocar danos maiores na estrutura.

Outro problema destas estruturas é a deterioração dos revestimentos internos que recobrem os painéis e as estruturas de madeira, devido à instabilidade das peças de madeira que aumentam e contraem em volume quando úmidas ou secas, causando estresse nas junções dos painéis e estrutura, ocasionando o desprendimento dos rebocos e fugas.

A falta de manutenção das técnicas e materiais tradicionais e o uso de materiais indevidos tendem a agravar os problemas de deterioração. A maior parte dos problemas de deterioração destas casas, mesmo os de biodeterioração, está associado no início à retenção de umidade das estruturas e painéis devido a falta de manutenção, e que depois irão afetar a estrutura como um todo.

As casas de enxaimel com vedação em terra apresentam, quase sempre os panos de vedação expostos à ação do tempo e a deterioração da argamassa de terra se alastrando, alcançando a deterioração da estrutura de enxaimel.

Nas **casas de alvenaria de tijolos** é comum o problema causado pela umidade ascendente, infiltrações, que no caso da alvenaria aparente pode agravar-se devido à contaminação de tijolos por sais. Problemas na estrutura como recalques e o aparecimento de fissuras junto das aberturas são comuns. Nas alvenarias aparentes as argamassas de rejunte podem estar deterioradas, necessitando de manutenção.

7. CONCLUSÃO

As casas dos imigrantes germânicos e italianos em Santa Catarina apresentam um interessante legado de técnicas construtivas de influencia centro Européia adaptado, de forma excepcional, ao meio brasileiro. Na fase de fundação da colônia, as casas dos imigrantes ainda têm uma aparência provisória, mas logo, na segunda fase, aparecem as casas permanentes de características teuto-brasileiras. Nesta segunda fase, aparece tanto a tipologia construtiva do enxaimel com vedação em terra ou tijolo como a de alvenaria de tijolos maciços aparentes ou rebocados. Nestas tipologias, utilizadas, os imigrantes empregaram a terra crua para vedação dos tramos do enxaimel, argamassa de assentamento de tijolos e para os rebocos internos e externos.

A manutenção, acabamento e decoração destes sistemas construtivos em terra eram feitos através da pintura com argila branca, nas casas mais antigas de taipa, ou com a caiação de rebocos de vedações, alvenarias e estruturas de madeira, bem como com a aplicação de rejantes de argamassas de cal para proteger as argamassas de terra, presentes nos painéis de tijolos ou nas alvenarias de tijolos aparentes. Todo este sistema construtivo, então, se articula e forma um todo baseado em uma tradição construtiva de terra e cal que deve ser mantido para a conservação do mesmo.

A deterioração destas estruturas está muito associada ao abandono e à falta de manutenção das casas, e devido às mudanças sócio econômicas que a área tem passado. Também o esquecimento do conhecimento dos métodos construtivos tradicionais, principalmente aqueles que empregam a terra crua e a cal, na conservação de taipas, pinturas, rejantes etc. favorecem a deterioração dos sistemas construtivos tradicionais na região.

É de suma importância que o resgate dos materiais e técnicas construtivas tradicionais seja respeitado nos trabalhos de conservação e restauração deste legado. Estas técnicas e materiais dão valor e significado a estas casas e ajudam na conservação das mesmas. A difusão e a conscientização deste conhecimento junto aos proprietários, usuários e construtores da região é fundamental para a preservação deste patrimônio construído. Mais apoio a pesquisa e disseminação das técnicas e materiais tradicionais do patrimônio construído brasileiro deveria ser incentivado.

BIBLIOGRAFIA

KANAN, Maria Isabel. (1995) An analytical study of earth and lime based building materials: in Blumenau region southern Brazil. Bournemouth University, England. PhD thesis

KANAN, Maria Isabel. (2000) An analytical study of earth- based building materials in southern Brazil. In: The International Conference on the Study and Conservation of Earthen Architecture, Torquay, UK, Ed. Nicola Sterry, English Heritage, UK, p. 150-157.

KANAN, Maria Isabel e POLLI, Juliana. (2006) Tipologias arquitetônicas tradicionais no vale do Itajaí, Santa Catarina, Brasil: diretrizes para futuros projetos de preservação das técnicas construtivas em terra crua, In: TERRABRASIL 2006, Ouro Preto (Brasil). Belo Horizonte: UFMG;PUC MINAS; PROTERRA. 1 CD-ROM.

AUTORA

Maria Isabel Correa Kanan, arquiteto do IPHAN e docente de cursos em conservação do patrimônio edificado e arqueológico. MA 1992 e PhD 1995 em Conservação Arquitetônica, Inglaterra. Cursos: Craterre/ICCROM,1990; ICCROM, 1992. Investigadora visitante no Instituto Getty de Conservação, Los Angeles (2001-2002) e Instituto do Patrimônio Histórico Espanhol, Madrid (2005).



PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO EN TIERRA EN CUYO, ARGENTINA. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN Y DEL RESULTADO DE LAS INTERVENCIONES

Silvia A. Cirvini¹; José A. Gómez Voltan²

Programa AHTER – INCIHUSA – CCT CONICET– Argentina
Av. Ruiz Leal s/nº, Parque General San Martín, Mendoza, Argentina
Tel: 54 261 4983543/155745742 (1) scirvini@lab.cricyt.edu.ar; (2) gvoltan@lab.cricyt.edu.ar

Palabras clave: patrimonio construido en tierra, conservación, restauración

RESUMEN

Este trabajo apunta a evaluar la situación crítica en la que se halla en la actualidad gran parte de los Monumentos Históricos construidos en tierra cruda ubicados en la zona de Cuyo Argentina (con alta sismicidad). Identificados los principales riesgos a los cuales está sometido este conjunto de obras, la ponencia propone una metodología con procedimientos específicos para el tratamiento de este tipo de obras, que abarcan desde el mantenimiento hasta la restauración. Asimismo, se exponen casos concretos en donde pueden ponerse en evidencia las dificultades que presenta en la región la conservación del patrimonio de tierra cruda, en sus aspectos técnicos, operativos, legales, etc. Estos edificios presentan diferentes situaciones cuyo análisis crítico nos permite pensar en caminos alternativos (y creativos) que permitan superar las dificultades más frecuentes para la conservación del más antiguo y valioso patrimonio histórico de la región.

1. PARTE GENERAL

El patrimonio construido en tierra se halla afectado por factores que inciden en la conservación de las obras, tales como los materiales empleados, las tecnologías, el emplazamiento, el clima y los desastres naturales. En el caso de Cuyo la alta sismicidad local, la predominancia absoluta de los materiales y tecnologías de tierra cruda y la aridez del clima ubican a nuestros monumentos en una situación de particular vulnerabilidad interna y externa. En las provincias de Mendoza, San Juan y San Luis el 77 % de los Monumentos Históricos Nacionales están construidos con tierra sin cocer y más del 80% se halla en la franja de mayor peligrosidad sísmica.

Esta situación obligaría a ser más cautelosos en el mantenimiento de las obras, y sugiere actuar, en lo posible, en la faz preventiva. Los proyectos requieren de un estudio preliminar, que atienda a las características y circunstancias especiales de cada edificio y su ausencia implica a veces un deterioro en progresión geométrica que pone en riesgo la conservación de la materialidad física del bien. Por otro lado, cuando se interviene en estas obras (proyectadas y supervisadas por los entes oficiales respectivos) los resultados son pobres y poco duraderos, es más, y esto es lo más grave, suelen ser consecuencia de intervenciones invasivas, inadecuadas, desproporcionadas, agresivas y en muchos casos irreversibles.

En el campo disciplinar de la Conservación de edificios históricos es usual y hasta generalizada la aplicación de nociones provenientes de la ciencia médica. Así hablamos de síntomas, patologías, etiología o causas principales y secundarias del desarrollo de una determinada lesión, etc. Se habla también de diagnóstico o pronóstico del edificio “paciente”, de la vulnerabilidad que presenta tanto por el uso de determinados materiales y tecnologías como por las condiciones que impone el entorno, ya sean éstas de orden material, técnico o social y del posible tratamiento y pronóstico de las “dolencias” que lo degradan y que ponen en peligro su permanencia.

Siguiendo con el paralelismo con la medicina hablamos de intervenciones, de “cirugía mayor” cuando se requiere el reemplazo de componentes vitales o menor si es posible

reponer con mínimas operaciones el estado de salud previo a la condición de patología actual. Las intervenciones sobre los edificios históricos son, a medida que crecen en antigüedad, cada vez más numerosas y acumulativas, dejando huellas o efectos secundarios en el bien que frecuentemente son desatendidas.

En este marco nos parece útil aplicar la noción de *iatrogenia* o efectos *iatrogénicos*, tal como en medicina, a aquellos que puede manifestarse a partir de un diagnóstico equivocado, una intervención perjudicial o un tratamiento lesivo sobre un edificio.

En medicina se llama *iatrogenia* a cualquier tipo de alteración del estado del paciente producida por el médico. Se deriva de la palabra *iatrogénesis* que tiene por significado literal “provocado por el médico o sanador” (del griego *iatros* significa ‘médico’ y *génesis*: ‘crear’). La iatrogenia es un estado, enfermedad o afección causado o provocado por los médicos (u otros profesionales de la salud), por tratamientos médicos o por los medicamentos suministrados. Esta afección o enfermedad padecida como consecuencia de una intervención perjudicial puede llevar a la muerte o al agravamiento del cuadro inicial del paciente, situación que es trasladable al campo de la conservación de edificios.

Las principales causas que hemos identificado, a partir de casos concretos de la iatrogénesis producida en edificios históricos intervenidos son:

- ❖ Diagnóstico erróneo de las patologías y sus causas.
- ❖ Error profesional en general (inexperiencia, impericia, falta de evaluación científico técnica)
- ❖ Aplicación (sin reflexión crítica) de nociones y criterios de la construcción actual a edificios antiguos.
- ❖ Utilización (sin reflexión crítica) de materiales y tecnologías nuevas en edificios antiguos sin evaluar sus efectos a corto y mediano plazo.
- ❖ Negligencia profesional (mala praxis) o procedimientos inadecuados en materiales y tecnologías.
- ❖ No contemplar los posibles efectos negativos de la incorporación de componentes, elementos o prótesis.
- ❖ Desconocimiento (o des-actualización) de los criterios consensuados en el campo de la conservación patrimonial.

Estadísticas propias elaboradas a comienzos del milenio desde la Comisión Nacional de Monumentos nos mostraron la preocupante situación que presentaban los Monumentos Históricos Nacionales construidos en tierra cruda en todo el país. Entre los que se hallaban en regular estado las 2/3 partes habían tenido obras de mantenimiento en los últimos 8 años y de los que están en mal estado, 1/3 habían tenido obras en el mismo período. La situación en los últimos años ratifica esa evaluación. Esto sugiere que las obras realizadas fueron insuficientes o ineficientes, en función del deterioro seguido por los edificios. Es más, muchos edificios estaban en una situación de deterioro peor que antes de las intervenciones.

Entonces advertimos la importancia de garantizar no sólo un proyecto y obras adecuadas de restauración sino de un seguimiento posterior del estado del edificio y un plan de manejo mínimo que contemplara los aspectos clave que vinculan uso y conservación. El mantenimiento del buen estado de los monumentos luego de una restauración es un punto crucial que consideramos se debe evaluar para todo tipo de edificios pero en particular para los construidos en tierra.

Las causas que pueden conducir a un acelerado y prematuro deterioro de las obras restauradas son variadas y obedecen a distinto origen. Por una parte están las causas que podemos denominar de **orden técnico**, que hacen al proyecto, materiales y obras de la restauración. Con este conjunto de causas, en las que participan los profesionales y

técnicos, se enlazan los efectos iatrogénicos sobre los bienes en la medida que termina siendo *“pero el remedio que la enfermedad”*, como dice el refrán popular. Entre las principales hemos detectado:

- ❖ Carencia de diagnóstico preciso de las patologías y daños: En muchos casos se actúa sobre los efectos sin evaluar al edificio en su conjunto y a la situación contextual del entorno (físico y social) que en muchas ocasiones es el origen de los problemas.
- ❖ Falencias del proyecto de restauración: Los proyectos con los que se llama a licitación son muy generales e imprecisos a veces, dejando librado a la suerte del momento, del contratista y de los delegados y asesores (en el mejor de los casos) la resolución de dificultades o imprecisiones de los proyectos. En la mayoría de los casos la falla del proyecto está asentada en la falta de documentación precisa y de información acerca de la obra y sus aspectos valiosos. Esta situación es difícilmente reversible si no se dispone de relevamientos precisos, estudios preliminares (técnicos e históricos) y diagnósticos de los monumentos, *antes* de hacer el proyecto de restauración.
- ❖ Falencias en las obras realizadas: Se deben en general a la combinación de fallas por mala ejecución y por materiales inadecuados. Este punto está encadenado con el anterior ya que un proyecto elaborado con detalle da menor margen de posibilidad de error en la ejecución y en la elección y control de tipo y calidad de los materiales. También es común que las empresas no tengan experiencia en restauración y en el manejo de tecnologías no habituales en la práctica de la construcción actual.
- ❖ Insuficiente seguimiento de los trabajos realizados, aun después de la recepción de las obras, de manera de poder planificar un mantenimiento preventivo y no repetir obras en pocos años.

También hay causas que podemos denominar de **orden sociocultural** que corresponden al marco legal, los procedimientos de contratación de las obras, los programas de gestión y administración de los bienes. Las principales causas de este orden identificadas en los casos analizados son:

- ❖ Uso inadecuado del edificio del Monumento: Un uso inadecuado puede acabar hasta con una buena restauración en pocos meses. En este punto hemos sugerido desde entonces mayor control y la participación responsable por parte de los depositarios de las obras que deben asumir la función de custodios del mantenimiento del Monumento.
- ❖ Dificultades u obstáculos impuestos por la legislación ya sea falta de protección como bien cultural, prohibición del material tierra, imposibilidad de adecuación reglamentaria para usos públicos, falta de apoyo técnico oficial para intervenciones acertadas.
- ❖ Falta de interés en la licitación de obras de edificios de tierra. Las obras en los monumentos construidos en tierra, por lo general, requieren de buena calidad de mano de obra, de tecnología y artesanía pero cuyos montos de licitación son bajos por cuando en lo que respecta a materiales los costos no son significativos. Esto se deriva en un gran desinterés tanto de los funcionarios responsables como de las empresas constructoras para licitar estas obras. Es decir, la licitación de la restauración de un monumento en área urbana, de tipo neoclásico o ecléctico, de materiales “modernos” y terminaciones de alta calidad implican montos muy elevados (en muchos casos millonarios) mientras que un edificio de tierra en zona rural o suburbana presenta montos bajos y poco “tentadores”.
- ❖ Carencia de un plan de manejo del bien que permita efectuar un seguimiento del uso correcto del inmueble (funcionamiento) y del mantenimiento edilicio y de las instalaciones.

Vamos a analizar sintéticamente dos casos de intervenciones iatrogénicas que sirven para ejemplificar lo enunciado en términos generales.

2. EJEMPLOS ANALIZADOS

2.1. Caso 1: Escuelita de Sarmiento en San Francisco del Monte, San Luis

En 1826 llega a San Francisco, Provincia de San Luis, expatriado de la Provincia de San Juan por cuestiones políticas, el presbítero José de Oro, a quien se une poco después su sobrino Domingo Faustino Sarmiento. Se conserva en San Francisco el rancho donde según la tradición el autor de *Facundo* enseñó a leer y escribir a niños, jóvenes y adultos del lugar. El rancho, declarado monumento histórico en 1941, fue protegido por un templete en 1957, el cual está poniendo actualmente en peligro su conservación. En sus inmediaciones se levanta la ex Escuela Nacional N° 4 y un poco más lejos, en la zona noroeste de la plaza, la iglesia donde oficiaba misa el Presbítero Oro.

El monumento tiene un altísimo valor simbólico para la comunidad nacional en cuanto evoca uno de los pilares del proyecto modernizador argentino como fue la educación pública planteada por el proyecto sarmientino. Es el único monumento ubicado en la provincia de San Luis, referente a la historia del prócer sanjuanino.

En el ámbito local, el monumento está ligado a la historia del primer pueblo, llamado actualmente la Banda Sur, de algún modo el sector histórico del pueblo de San Francisco y con amplias posibilidades para el turismo.

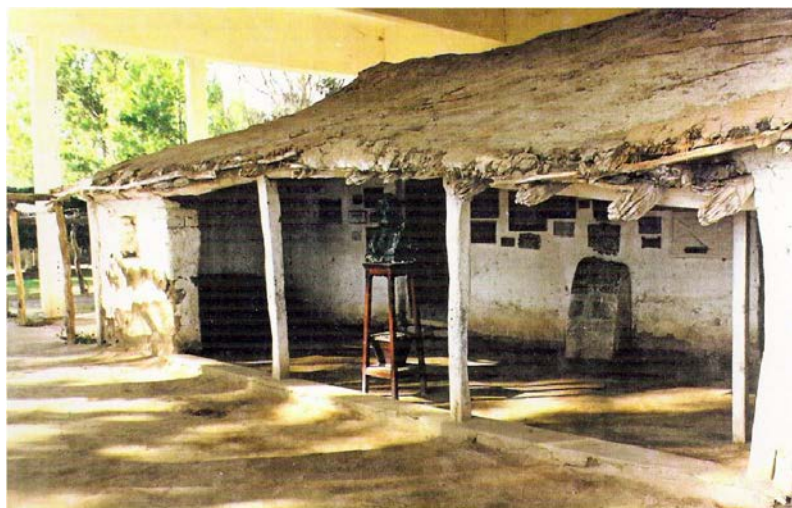


Figura 1 – Vista exterior de edificio histórico en 1999. Escuelita de Sarmiento (MHN), San Francisco del Monte, San Luis

La Escuelita es un simple rancho de adobes, cubierto por una importante estructura de hormigón armado a la cual se denomina Templete, construido para “proteger” el monumento, hacia fines de la década de 1950. En medio de un predio forestado, bastante sombrío y húmedo, este edificio, inicialmente cerrado con vidrios y luego solo un techo, ha producido un perjudicial (y acumulativo) efecto sobre la escuelita.

Desde el año 1992, cuando la DNA (Dirección Nacional de Arquitectura) procedió a apuntalar provisoriamente el muro Este, no se han realizado más trabajos autorizados en el edificio histórico (si en el predio, plaquetario, ingreso, etc., por cuenta de la asociación sarmientina que lo cuida).

El deterioro creciente y avanzado del edificio hacía necesario una definición en relación a cómo encarar la restauración. En agosto de 1998, la DNA Distrito Cuyo, nos solicitó un diagnóstico del monumento y los lineamientos y directrices para encarar la restauración. A pesar del apoyo científico técnico brindado, la repartición no logró alcanzar un proyecto viable y aprobarlo. A fines de 2002 la provincia (sin autorización de la Comisión Nacional ni la DNA) realizó trabajos que literalmente destrozaron el monumento sin mejorar sus condiciones y su lectura contextual. Nuestra evaluación anterior a esta última intervención puede sintetizarse en:

La Escuelita es un típico rancho de las pampas argentinas, de dos habitaciones contiguas con una galería al frente. Tiene un altísimo valor histórico cultural y en lo tecnológico es un ejemplo de arquitectura vernácula de la región. La construcción está realizada con muros de adobes de 0,45 m de espesor.

La estructura del techo de la escuelita está resuelto con triangulaciones de madera dura, del tipo español tan común en el período colonial, de "par y nudillo". La galería estaba sostenida con rústicos horcones de madera dura que habían sido reparados y reemplazados en tiempos recientes. La cubierta estaba resuelta con un tipo de quinchá de ramas de jarilla atadas con tientos de cuero a la estructura de madera, con una techumbre de paja (paja brava, empastada con barro).

El estado general del edificio era malo. Los muros manifestaban desacoples, desplomes grietas y humedad. Los techos tenían piezas de madera colapsadas y parcialmente apuntaladas.

La cubierta se encontraba en mal estado, sin impermeabilización. Su superficie estaba alabeada y presentaba en los aleros importantes deformaciones.

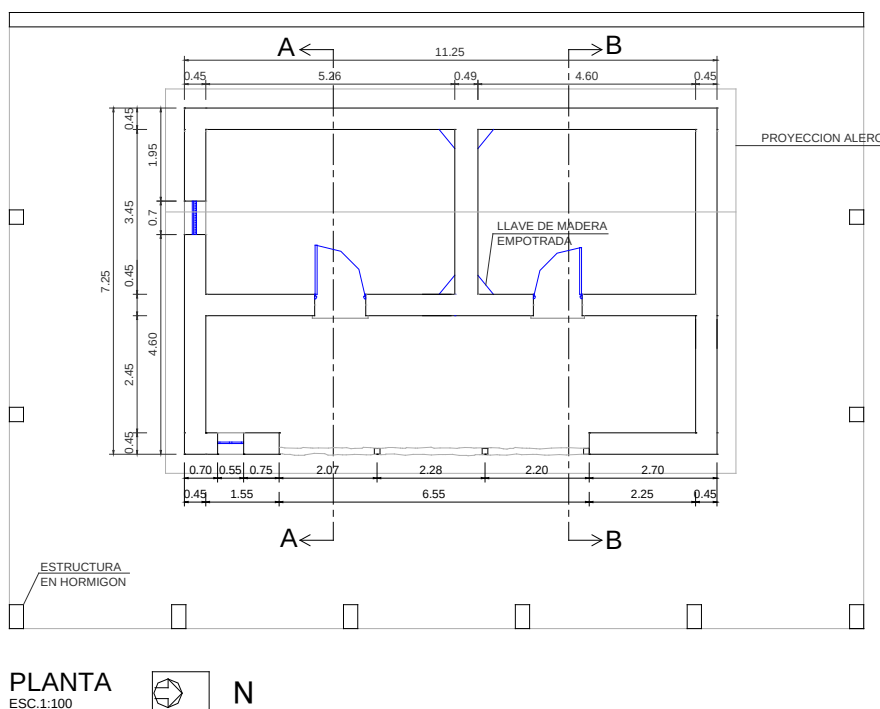


Figura 2 – Planta de conjunto (edificio histórico y pórticos del Templete, relevamiento propio 1999).
Escuelita de Sarmiento (MHN), San Francisco del Monte, San Luis

La humedad y la sombra que aporta la presencia del Templete han alterado las condiciones naturales de aireación, temperatura y humedad del monumento. Este hecho que hubiera afectado a cualquier tipo de mampostería fue fatal para el caso del adobe.

La estructura del Templete, construida hacia 1957, que cubre el edificio histórico, comprende seis desproporcionados pórticos de hormigón armado de 13 m de luz cubiertos por una losa también de hormigón armado, el conjunto así definido dificulta notablemente la lectura del monumento. Esta solución era ya retrógrada en los años '50, había sido empleada en el siglo XIX y en nuestro país hacia el Centenario de Mayo para proteger algunos "fragmentos" de lo que se consideraba el patrimonio histórico de la Nación¹.

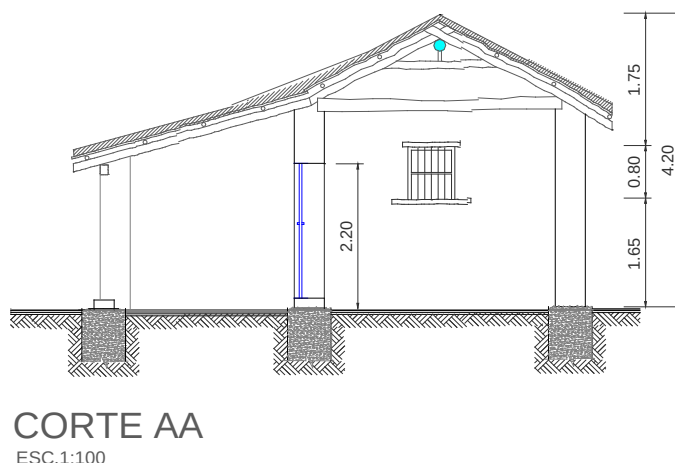


Figura 3 – Corte transversal del edificio histórico (relevamiento propio 1999). Escuelita de Sarmiento (MHN), San Francisco del Monte, San Luis

Inicialmente el Templete de hormigón armado era completamente cerrado con carpintería metálica y vidrio; desde 1988 se retiraron los cerramientos laterales y se abrieron tres de sus lados para permitir la aireación del monumento. La situación no se revirtió.

Con nuestro diagnóstico confirmamos que la presencia del templete alteraba seriamente las condiciones de humedad y asoleamiento requeridas para el monumento y que la persistencia de esta situación terminaría dañando irreparablemente al edificio de la escuela.

En ese momento (1999) planteamos varias soluciones posibles para resolver el problema: o se demolía el Templete (operación muy costosa y difícil técnicamente sin dañar el monumento) ó se desarmaba el edificio de la Escuelita y se lo rearmaba unos metros más allá dentro del mismo predio en un sitio alto y asoleado, protegido de la humedad de las acequias circundantes².

Para la toma de decisiones y optimizar la solución elegida desde el punto de vista técnico y económico, era necesario e imprescindible contar con un relevamiento preciso del monumento y un diagnóstico detallado de las características y estado de sus componentes, tanto del edificio histórico como de la mega estructura que la cubría para poder evaluar alternativas.

Formulamos una propuesta a la Comisión Nacional de Monumentos donde nos inclinamos hacia la realización de una anastilosis. Hicimos un relevamiento general pero el procedimiento de registro y catalogación de los componentes, que se requería para este trabajo debía contar con financiamiento que no teníamos. La anastilosis (no la reconstrucción) era el camino más adecuado ya que hacía posible recomponer la materialidad del edificio en condiciones mejoradas y permitía conservar la importante estructura del Templete adaptándola a usos museológicos y culturales.

Si bien en el sentido etimológico “anastilosis” significa volver a levantar las columnas o partes caídas de un edificio clásico, con el tiempo, el término *anastilosis* pasó a ser empleado para operaciones de recomposición de los edificios cuyos materiales originales se encuentran caídos y dispersos alrededor del edificio. La diferencia entre *anastilosis* y reconstrucción es que la primera se refiere a la utilización de material original y disponible en el lugar, mientras que la segunda trata de una estructura en que se utiliza material nuevo. Este tipo de intervención por anastilosis es poco común en la conservación de patrimonio en tierra.

El monumento parcialmente reconstruido se halla nuevamente en mal estado, por cuanto no han sido evaluadas las patologías del bien y las alternativas para su solución.

2.2. Caso 2: Naves de la Bodega Panquehua

Este conjunto monumental cuyo origen data de 1827 comprende cuatro naves de Bodega, la casa patronal, la casa del administrador, la capilla, la casa del cura y una serie de galpones anexos, construidos sobre los restos más antiguos de la Hacienda. La mayoría de los edificios que se conservan fueron construidos después del terremoto de 1861. Sin embargo los dos cuerpos más antiguos de la Bodega son anteriores al terremoto y tienen un altísimo valor histórico cultural.

Según datos suministrados por el propietario, los primeros días de febrero de 1999 en la Bodega Panquehua (parte del conjunto monumental por entonces en trámite de declaratoria como MHN) se derrumbó, una porción de un muro divisorio entre los dos cuerpos de bodega más antiguos, de 1854 y 1856. Cuando fuimos a la obra ya había sido demolida una superficie de 22 m de largo por 5 m de altura. Los propietarios realizaron un apuntalamiento provisorio (la Dirección Nacional de Arquitectura expresó que no podía colaborar por tratarse de un monumento en trámite aún) y contrataron obras de reparación con profesionales y empresas del medio local.

Cuando fuimos avisados de lo sucedido advertimos a los propietarios que la propuesta sugerida para la reparación no era la adecuada y era perjudicial para el edificio. Aún así las obras se realizaron como ellos deseaban. De las inspecciones oculares realizadas in situ en dos ocasiones luego del derrumbe hemos intentado determinar las causas posibles del daño y efectuar una evaluación muy general de la situación que expresamos en el punto siguiente.



Figura 4 – Vista exterior de los dos cuerpos antiguos en 1998. Bodega Panquehua, Las Heras, Mendoza

Diagnóstico de daños

Este es un caso de *iatrogenia por efecto cascada*. En medicina se define así a una serie de efectos graves provocados sucesivamente en la salud de los pacientes, por las intervenciones médicas aplicadas para resolver el problema anterior.

La situación actual del edificio es la resultante de una sumatoria de errores de evaluación y de intervención de la cual es responsable sólo el propietario, ya que la Comisión Nacional fue participada cuando los hechos estaban consumados. Veamos cómo los problemas se fueron sumando:

Mantenimiento deficiente: El edificio manifiesta en general un mal estado por un deficitario mantenimiento, lo cual en un edificio de adobes de 150 años y en área sísmica implica un alto factor de riesgo.

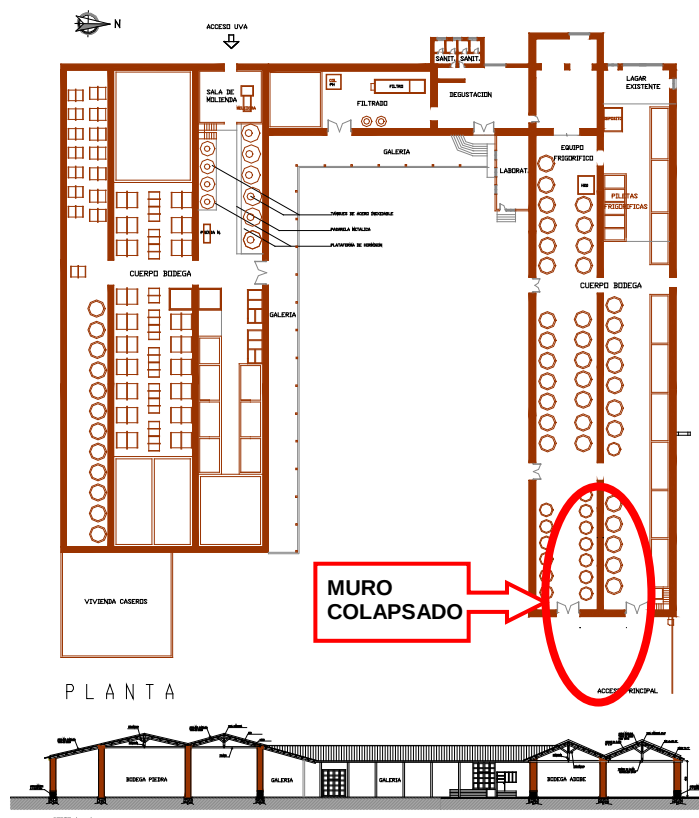


Figura 5 –Planta y corte del sector industrial (Bodega) de conjunto monumental (MHN) (relevamiento propio 1998). Se indica sector del derrumbe en muro divisorio entre los dos cuerpos más antiguos (1854-1896) Bodega Panquehua, Las Heras, Mendoza

Derrumbe previsible: La rotura y el colapso del muro no han sido producto de la casualidad o la fatalidad. La estructura dio "aviso" de su daño con la aparición de una grieta en la parte superior, probablemente provocada por el giro del muro. Nuestra intervención en ese momento hubiese sido oportuna pero no fuimos avisados: un diagnóstico preciso de la patología estructural del edificio podría haber evitado el derrumbe. Según el relato del capataz de la bodega cuando ellos advirtieron la grieta decidieron "apuntalar el techo" y colocaron importantes puntales por debajo del punto de apoyo de cada una de las cabriadas. Este apuntalamiento, realizado en horas de la mañana, descargó al muro del peso del techo y fue el detonante del colapso frágil y derrumbe producido a las cuatro de la tarde del mismo día.

Obras de reparación realizadas: La Comisión Nacional recién fue advertida de lo que había sucedido cuando ya los propietarios habían convocado a profesionales particulares para el diseño y las obras de reparación. Como Asesores de la Comisión expresamos que no eran convenientes y adecuadas las obras que se proponían realizar y que era recomendable reconstruir el muro con los mismos adobes (mejorados y estabilizados). Lamentablemente nuestras sugerencias no fueron atendidas.

Las obras que se realizaron consistieron en:

- ❖ Demolición completa de una porción del muro de 0.80 m de ancho, por 5 m de altura y 22 m de largo.
- ❖ Construcción de una gran viga de hormigón armado de 0.45 m de ancho por 0.30 m de alto, donde se han empotrado placas de acero de 0.20 m x 0.20 m para la fijación de columnas metálicas que sostendrán cada cabriada.
- ❖ Para darle rigidez al plano de las columnas colocaron tensores en diagonal.

- ❖ Se propuso ocultar la estructura metálica con metal desplegado y un revoque con barro para simular un muro de adobes.



Figura 6 – Vista interior del segundo cuerpo de la bodega de adobe en 1998. Bodega Panquehua, Las Heras, Mendoza.

La alternativa elegida es por demás inadecuada desde todo punto de vista de las teorías de la restauración, la practicidad y la economía. La intervención incorpora una rígida prótesis metálica en un edificio de tierra y madera, ocultándola con una escenografía de adobes mientras que la estabilidad del conjunto sigue estando comprometida.

Puede advertirse como se han ido acumulando una serie de opciones erróneas, desde un diagnóstico de los primeros síntomas hasta la elección de un apuntalamiento inadecuado y luego obras de reparación del muro caído también inadecuadas.

Como puede advertirse en los dos casos descriptos la vulnerabilidad de ambos bienes era muy alta pero no exclusivamente por motivos intrínsecos a la antigüedad y características materiales de los edificios sino por la situación contextual, las trabas operativas, los intereses en conflicto entre propietarios, depositarios, y funcionarios de diferentes jurisdicciones, la iatrogenia efecto de malos diagnósticos, etc.

Para finalizar, los avances en el campo de la conservación no han sido acompañados aún en nuestro país, por el desarrollo de una disciplina de la gestión y administración, que advertimos generan tantos daños a los bienes como los errores técnicos en la ejecución de proyectos y obras.

NOTAS

1. El caso emblemático es el de la Casa de Tucumán, que fue demolida y solo se conservó la Sala de la Declaración de la Independencia a la cual se cubrió con un Templete neoclásico
2. Una tercera alternativa era “mover” la estructura de hormigón armado del Templete, cortando los pórticos en la base y desplazando la estructura. Esta solución era inviable por cuanto requería de recursos tecnológicos fuera de alcance.

AUTORES

Silvia Augusta Cirvini, arquitecta (1978) Universidad de Mendoza, Doctora en Arquitectura, U.N. Tucumán (2003) Investigadora Independiente Conicet, INCIHUSA CCT Mendoza. Especialidad: Historia de la Arquitectura y el Urbanismo, siglos XIX y XX, Historia de la constitución disciplinar de la arquitectura en Argentina. Preservación Patrimonio Cultural. Conservación en áreas sísmicas. Dirige un equipo de trabajo de 7 integrantes (4 becarios) en el marco del Programa AHTER (Arquitectura

Historia, Tecnología y Restauración). Autora de libros, capítulos de libros, artículos, informes, en torno a temas de la especialidad.

José Alejandro Gómez Voltan, ingeniero civil (1990) UNCuyo. Especialidad en diseño estructural en áreas sísmicas, consolidación estructural de edificios históricos. Su perfil armoniza una especializada formación ingenieril en diseño de estructuras con la preservación del patrimonio cultural. Ha ganado por Concurso de Antecedentes (Convocatoria 1999) el cargo de Profesional Adjunto de CONICET en el INCIHUSA – CRICYT Mendoza, en una unidad de trabajos dedicada a la construcción con tierra cruda, la restauración de edificios históricos y el desarrollo tecnológico para esta labor en áreas sísmicas. Participa como miembro del grupo responsable en el PICT 13-14022 “Bienes culturales y desarrollo local en el área metropolitana de Mendoza” (2005-2008) y es co-director del PIP CONICET 05946 “Estudio histórico y evaluación tecnológica de sistemas estructurales y técnicas constructivas tradicionales en edificios de tierra cruda en áreas sísmicas, Cuyo- Argentina (2006-2008). Es responsable del gerenciamiento de los proyectos en marcha de su unidad, y de la supervisión de todas las tareas técnicas.



UNA APROXIMACIÓN A LA VULNERABILIDAD DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO EN TIERRA. EL CASO DEL MOLINO REYNAUD EN LUJÁN DE CUYO, MENDOZA

Fernando Javier Angeleri

INCIHUSA - CONICET - CCT Mendoza – Argentina
fangelieri@lab.cricyt.edu.ar; ferangelieri@hotmail.com

Palabras claves: patrimonio, vulnerabilidad, conservación

RESUMEN:

Entendemos por Vulnerabilidad el grado de susceptibilidad a experimentar degradaciones o deterioros que posee un determinado objeto. Para abordar el análisis de la vulnerabilidad del patrimonio arquitectónico construido en tierra elegimos un edificio como ejemplo, a través del cual se ensayará la pertinencia o adecuación de una serie de variables que nos señalan la predisposición que presenta el mismo al deterioro en un corto plazo. El edificio utilizado para aplicar este método es el Molino Reynaud, que presenta una arquitectura en tierra con características formales y tipológicas de mediados del siglo XIX, aunque su construcción data de 1870. Se encuentra ubicado en el Distrito de Carrodilla, en Luján de Cuyo; sobre el margen este del canal Zanjón Cacique Guaymallén. Este acercamiento para comprender la vulnerabilidad se organiza sobre factores como: la materialidad del bien, la historia, los sucesos vitales que afectaron su estado y el comportamiento del edificio en el tiempo; el estado de conservación y uso actual del bien; la relación que el edificio posee con su entorno social, natural y los riesgos inminentes que amenazan su conservación. En nuestro trabajo nos proponemos como objetivo aplicar un método de análisis de la vulnerabilidad de los edificios patrimoniales construidos en tierra y determinar el peso relativo de cada una de las variables analizadas, sean éstas variables intrínsecas (propias del edificio) ó variables externas (en relación con su entorno).

1. INTRODUCCIÓN

Para el tema de estudio definimos como vulnerabilidad a la cualidad de ser herido, o recibir lesión, física o moral que posee un objeto, un sujeto, o un grupo humano determinado. Otras definiciones la consideran como la condición de sufrir degradaciones o deterioros físicos del objeto o sujeto en trato.

También entendemos a la vulnerabilidad como las condiciones de un objeto o sujeto, para anticipar, sobrevivir, resistir y recuperarse del impacto de una amenaza natural o social. Implica una combinación de factores que determinan el grado hasta el cual la vida y la subsistencia del objeto o sujeto quedan en riesgo por un evento distinto e identificable de la naturaleza o de la sociedad¹.

Vamos a considerar que la vulnerabilidad de un edificio de valor patrimonial será la cualidad de sufrir degradaciones o deterioros físicos ante amenazas naturales o sociales.

Conocer esta cualidad de los edificios es importante, debido que, a través de la misma, se pueden adoptar medidas preventivas para anticipar la degradación del bien.

De esta manera se pretende probar aquellas variables que pueden permitir apreciar la vulnerabilidad que posee el edificio al deterioro inmediato.

Se debe reconocer que las afectaciones de cada edificio son diferentes según el lugar físico-geográfico en el que está ubicado y las características materiales que le son propias. Pretendemos comenzar este análisis por el estudio de la historia del edificio, para conocerlo y repasar aquellos elementos que lo hacen vulnerable por su materialidad y por los agentes externos que lo predisponen al deterioro.

Este estudio busca una alternativa al momento de analizar nuestros bienes culturales. Probando un análisis desde el comportamiento de su estructura y materialidad a través del tiempo, su estado actual y el de su entorno; de esta manera, poder reconocer las transformaciones producidas en el mismo edificio y en su entorno inmediato como respuestas a fenómenos naturales, al clima de la región y a las decisiones de los propietarios de adaptación y reutilización; también del comportamiento de los materiales ante los esfuerzos sometidos en estos actos, acercándonos a un entendimiento de la tecnología utilizada en el mismo.

2. ANÁLISIS DE BIEN: EL CASO DEL MOLINO REYNAUD EN LUJÁN DE CUYO, MENDOZA

2.1. Su historia

La provincia de Mendoza, en el centro-oeste argentino, posee un clima con escasas lluvias, razón por la cual los asentamientos humanos y el desarrollo agrícola sólo son posibles mediante el aprovechamiento, utilización y distribución de agua de los ríos que nacen en la cordillera de los Andes. La importancia del recurso hídrico se refleja en la creación temprana de una red de riego con raíces indígenas, expandida durante la colonia y el período independiente de consolidación de la Ciudad.

En la época colonial de Mendoza, el comercio con Chile y el Litoral argentino fueron los dos pilares de su economía; el primero consistía en el arreo de ganado en pie, y el segundo fundamentalmente en vinos, frutas secas y harinas (Ponte y Cirvini, 1998).

En Mendoza, la Industria molinera se inició utilizando el recurso hídrico como generador de la energía necesaria para movilizar la actividad, otorgándole rentabilidad al recurso hídrico disponible. Este desarrollo agroindustrial, dio origen a la denominada “Mendoza Molinera”², el cual, en forma conjunta con la Industria Vitivinícola, modeló una economía local con un fuerte crecimiento que requirió de obras arquitectónicas, urbanísticas, de equipamiento e infraestructura. Otro rasgo de los molinos de la época es que la mayoría de ellos eran subsidiarios de otros establecimientos productivos (panaderías o fideerías) (Kornblihtt, 2002).

El Molino Reynaud (figura 1) se construyó aproximadamente en el año 1875, según el año de instalación que proporciona el Censo Nacional de 1895.



Figura 1 – Fachada del edificio

Ubicado en la calle San Martín nº 6538 de la localidad de Carrodilla, de Luján de Cuyo (figura 2); sobre el margen este del canal Zanjón Cacique Guaymallén. Posee una toma de

agua del mismo, a 800 mts de distancia del edificio sobre el margen oeste, atravesando el canal por un sistema de sifón³.



Figura 2 – Ubicación del edificio en el terreno

Emplazado en un extenso terreno con forma de martillo, la fachada principal se destaca por estar fuera de la línea municipal, invadiendo la vereda. Posee un ingreso lateral por un callejón de servicio de 7,30 mts aproximadamente. Actualmente se encuentra en propiedad de la señora Marta Reynaud y su marido, el señor Roberto Cruz.

2.2 Sus características formales y funcionales

El edificio posee una forma subordinada a su función principal y original de molino hidráulico. Posee un cuerpo principal con un sector en tres niveles, (figura 3) en el nivel inferior se produce la toma del agua y transformación de la energía cinética a energía mecánica a través de una rueda y un motor antiguamente; modificando su fuente por energía eléctrica en una etapa posterior. Ésta energía movilizaba un eje o árbol de levas con cintas que transmitían el movimiento hacia las ruedas de molienda y las máquinas mazamorreras, moliendas, bancos de cilindros, zarandas y cernedores (tamizadores), y los elevadores de cangilones; los que además utilizaban la gravedad para mover el producto de las harinas y después sémolas, grip y maíz tostado. Las maquinarias se ubicaban en los niveles superiores según su función en la cadena productiva.



Figura 3 – Vista lateral norte

El molino presenta una arquitectura de características morfológicas postcoloniales, reconocibles en el uso de los materiales de tierra como el adobón o tapia y el adobe en las mamposterías, los dinteles de madera de las aberturas, el tamaño y la forma rectangular de las aberturas, la simple organización de la planta rectangular, con un crecimiento que mantiene la continuidad formal y la escasez de ornamentación en la fachada.

Las fachadas norte, este y sur se encuentran revocadas, mientras que la oeste se encuentra la tapia a la vista. Los muros poseen sectores sin revoques. Posee diferencias de muros, los muros del sector con tres plantas posee muros de tapia, con adobones y piedra, con un gran espesor que comienza a disminuir su sección a medida que se asciende al nivel superior.

No se observan deterioros por afectación de humedad ascendente, en algunos sectores se detectan chorreaduras y descacaramientos de revoques a nivel del borde superior por humedad descendente.

Funcionalmente la planta se encuentra dividida en tres sectores; uno de los cuales posee tres niveles con entablado de madera, destinado a albergar las maquinarias de producción; y un depósito con techo abovedado, la cubierta de todo el edificio es a dos aguas, con chapas metálicas.

El motor transformador de energía eléctrica se encuentra ubicado en el cuerpo en tres niveles, en el sector del subsuelo⁴. El edificio mantiene gran parte del equipamiento original y algunas incorporaciones de maquinarias posteriores (figura 4).



Figura 4 – Equipamiento del Molino

Todo el edificio posee una estructura de muros simples sin encadenar, con una cubierta sostenida por cerchas o cabreadas de madera de álamo; organizada en forma escalonada según los niveles de los cuerpos. El primer cuerpo del edificio posee dos escuadras diagonales a media altura colocadas posteriormente para evitar el desacople de los muros.

El uso actual del edificio es el de depósito y posee poco mantenimiento. Este uso es incompatible con el uso original. La falta de mantenimiento produce un lento deterioro, deja al edificio a merced de plagas como roedores y aves que dejan restos biológicos.

2.3 Análisis del entorno y determinación de riesgos que puedan afectar al bien

Reconocer el entorno es necesario para remarcar aquellos elementos que pueden afectar a un rápido deterioro del edificio.

En este caso el terreno, donde se ubica el Molino Reynaud, es un suelo visible local que presenta características lino-arcilloso uniforme (LC) bien graduado.

Dada la pendiente natural del terreno los constructores se vieron obligados a aterrazar el plano de fundación del edificio mediante la incorporación de material de relleno, conformado por suelo de características semejantes a las que encontramos en la zona.

Suponemos que los cimientos serían de piedra y se encontrarían a una profundidad que alcanzaría el nivel de resistencia natural del terreno.

El callejón lateral al edificio es de tierra y arena, de la misma forma que la explanada posterior al edificio. La calle San Martín posee una alta frecuencia de tránsito, lo que puede provocar un deterioro de la fachada por afectaciones del smog y las vibraciones producidas en el suelo por el tránsito (figura 5).



Figura 5 – Calle San Martín

El canal que conducía el agua hacia el edificio no se encuentra en uso, y no está anulado, por lo que permite la captación de aguas de lluvias, lo que sin el desagüe adecuado cede filtraciones al terreno y a los cimientos del edificio.

En el margen sur-oeste se encontraban dos grandes forestales (álamos blancos), que fueron erradicados, aún se encuentran las raíces en el terreno.

2.4 Sucesos vitales determinantes de su estado actual

Como sucesos vitales se consideran a aquellos hechos que puedan haber afectado la integridad formal y funcional del edificio.

Tomamos como punto inicial de esta sucesión de hechos a la fecha aproximada de construcción del edificio en 1875. Enumeramos la correspondiente serie de acontecimientos basándonos en la observación directa del bien patrimonial en estudio, puede haber más hechos de los cuales no tenemos registros.

- Construcción del Molino en un conjunto de edificios destinados a la elaboración de harinas y pastas. El edificio del Molino presentaba una planta rectangular con una gran altura y una cubierta a dos aguas con cerchas o triangulaciones de madera de álamo. Con aberturas pequeñas rectangulares con dinteles de madera. Posee tres plantas con entresijos de madera. Las vigas principales del entresijo se encuentran empotradas en los muros. Las escaleras son de madera.
- Construcción de la fábrica fideera. Con tecnología de tierra, muros de adobe y cubierta de caña y barro.
- Ampliaciones y modificaciones en el Molino inferidas del estado actual⁵:
 - Consolidación y definición del volumen original y sus materiales. Modificaciones en la creación de aberturas.

- Ampliación de una nave a continuación del cuerpo principal en dos plantas. A principios del siglo XX.
- Realización de intervenciones internas, ampliación de la sala de máquinas, trabajos de impermeabilización y depósitos en el subsuelo.
- Mutilación del contrafuerte del muro oeste eliminando la traba de los muros oeste y norte del edificio, probablemente por este motivo se erradicó el sector superior del muro oeste, dejándolo a la altura del entrepiso y se completó su cerramiento con una estructura metálica y chapa.
- Cambios internos, apertura de nuevos vanos; incorporación de silos internos utilizando estructura de hormigón armado y muros de mampostería de ladrillos.
- Cerramiento de las aberturas conectadas con el edificio adosado. Esto se correspondió con el cerramiento de la fideera e independencia del molino como productor independiente. Cambio de maquinarias.
- Colapso parcial de algunos muros y cubiertas en los edificios de la fideera, perjudicando la estructura del edificio del molino adosado a la misma.
- Reemplazo de la fuente de generación de la energía, pasando de la hidráulica a la eléctrica, lo que significó un cambio de maquinarias y un esfuerzo extra del edificio para resistir las vibraciones provocadas por el motor eléctrico.
- Ampliación sobre un lateral del molino. Realizado en construcción tradicional de mampostería de ladrillo con estructura de hormigón, adosado al muro norte del edificio existente, se construyó para albergar oficinas de una veterinaria.
- Funcionamiento continuo del molino a través de un poco más de 110 años (aproximadamente). El molino trabajó en la producción de harina de trigo casi exclusivamente, hasta principios del siglo XX, cuando también comenzó su etapa en la molienda de maíz, siendo esta última la materia prima utilizada casi con exclusividad hasta 1993 (Ponte, 2005). Este proceso llevó a los propietarios a invertir en la tecnificación de la maquinaria para aumentar su producción y de esta manera insertarla en el mercado, pero esta adaptación no fue fructífera y no se colmó las expectativas de los propietarios de esta manera se produce el cierre definitivo en 1993.

2.5 Estudio del comportamiento edilicio ante los sucesos vitales

La sucesión enunciada en el punto anterior nos permite hacer un breve análisis de cómo influyeron sobre el mismo.

- Las primeras ampliaciones se realizaron en el mismo período temporal, con materiales similares, como adobes, piedras en cimientos y madera para sus dinteles y estructura de la cubierta. Se aumenta la masa del conjunto y modifica el centro de gravedad, pero sin consecuencias mayores. El escalonamiento de las cubiertas proporcionó una ventaja, la de realizar modificaciones y reparaciones de manera independiente en cada uno de los sectores del edificio.
- Debilitamiento estructural debido al colapso de sectores de la fideera lo que afecta la integridad de la estructura. Al provocarse colapsos en los edificios de la fideera se perjudica la estructura del edificio del molino adosado a la misma.
- Los primeros colapsos de las cabreadas del techo provocan un debilitamiento en cadena de la estructura de la cubierta en un volumen del molino, lo que induce al cerramiento de ese sector del edificio.
- Para realizar la ampliación lateral con tecnología tradicional, se eliminó uno de los contrafuertes laterales, debilitando la resistencia del muro oeste ante los esfuerzos norte-sur, por lo que se produce un grave daño en el encuentro del muro norte con el muro oeste, provocando, además un desplazamiento del eje vertical, girando unos 3°

aproximadamente, demostrando un peligro de colapso del muro y de toda la estructura (figura 6).



Figura 6 – Encuentro de muros norte y oeste

2.6 Valoración socio-cultural

El edificio se encuentra en riesgo de desaparecer porque su identidad ha sido desvirtuada, y su valor no ha sido transmitido a las generaciones precedentes, ni por medios de transmisión oral, ni promovido por los agentes públicos y privados; actualmente se está realizando un lento proceso de redescubrimiento del valor del mismo, alentado por la recién creada área de Patrimonio de la Municipalidad de Luján de Cuyo y por la Dirección de Patrimonio de la Provincia de Mendoza.

El bien posee una Ordenanza Declaratoria de interés cultural a nivel municipal. (Ordenanza 045/2005). Pero no se han realizado aún ningún tipo de intervención para su restauración o consolidación estructural, desde la comuna o la Provincia.

Existe un proyecto de intervención, pero aún no se promueve su financiamiento ni ejecución.

Desde el punto de vista de la promoción y reconocimiento del bien se está integrando el bien en los catálogos de bienes culturales, a través de la página Web de la Municipalidad de Luján de Cuyo y desde la promoción a través de notas periodísticas, en diarios de tirada local y a nivel Provincial.

3. DETERMINACIÓN DE LAS VARIABLES

En relación a lo expuesto en los puntos anteriores podemos definir tres categorías de variables a través de las cuales evaluar la vulnerabilidad de edificios patrimoniales a partir del ejemplo del Molino Reynaud.

3.1 Materialidad

Comprender el tipo de material utilizado y el estado actual del edificio, su proceso de deformación y las zonas críticas con riesgo de colapso.

- Cimientos: El estudio de sus cimientos determina asentamientos, en este caso no es observable. Por lo que sólo se menciona para futuros casos de estudio.
- Muros: El material del muro y el tratamiento de sus aristas superiores, inferiores y laterales, como así también de sus primeras hiladas inferiores determinan la factibilidad de sufrir patologías por humedad ascendente y/o descendente. En el caso del Molino se detectan deterioros por humedad superior.

En el sector de los encuentros de muros oeste-norte se puede observar que es un punto crítico, vulnerable ante movimientos horizontales provocados por efectos sísmicos, ya que

no se observan vinculaciones, y a razón de este motivo se produciría el colapso de los muros.

- Estructura de techo: La estructura del techo no se ha estudiado en profundidad pero se puede determinar que las cabreadas se encuentran en regulares condiciones, exceptuando las que están en el sector oeste del primer bloque del edificio que han colapsado
- Cubierta: Se observan dos tipos de cubierta, en el primer cuerpo es de caña y barro con chapas galvanizadas; se encuentran en regular y mal estado. En el sector de tres plantas, la cubierta es de chapa, y se observa en buenas condiciones.

3.2 Función

La función actual puede estar adaptada al uso original o ser incompatible.

El edificio se utiliza como depósito por lo que se encuentra con poco mantenimiento, haciéndolo vulnerable ante la acción de plagas como roedores y aves que dejan restos biológicos. El sector este se encuentra sin uso

3.3 Entorno físico

A través de los cambios en el terreno y la ubicación del edificio, podemos determinar cuales son los elementos del terreno que pueden afectar directamente sobre el edificio. Además de conocer los posibles fenómenos naturales que son frecuentes en el sitio.

- Terreno: Se observan acequias y desagües que filtran agua en el suelo natural. Esto predispone a un aumento de la humedad en el mismo; y puede afectar al ascenso de humedad en los muros del edificio.
- Calles: El alto tránsito de la calle San Martín provoca movimientos vibratorios que afectan al edificio.
- Clima: Los cambios climáticos no han afectado al bien, aunque las constantes lluvias provocan el debilitamiento superior e inferior de los muros. Los vientos de la zona inciden en el edificio y pueden provocar fácilmente el desprendimiento de la cubierta por la falta de mantenimiento del mismo.
- Sismo: Los efectos sísmicos pueden provocar serios daños al haberse dañado la integridad del edificio. Para un mejor análisis deberían realizarse testeos de materiales y pruebas en base a modelos matemáticos.

3.4 Entorno Socio-cultural

Conocer su relación con la sociedad, su valoración patrimonial y cultural; a través de esta variable se puede promover su conservación.

- Relación del bien con el entorno: El edificio se encuentra sin uso (sólo usado como depósito de una ferretería adosada y como depósito de alimento para animales), y en un estado pobre de mantenimiento, por lo que no se reconoce en su entorno, esto lo hace vulnerable, ante el conocimiento general, a quedar en el olvido.
- Valoración Patrimonial: El reconocimiento del edificio como elemento de valor cultural e histórico es importante para disminuir la vulnerabilidad social. Ya que genera interés y comienza a promocionarse su valor como bien cultural. Actualmente no se encuentra difundido su valor.

4. CONCLUSIÓN

Para determinar la vulnerabilidad del edificio se han propuesto algunas variables que pretenden cubrir parte del amplio aspecto de relaciones que el edificio por su propia composición físico-formal presenta ante los agentes externos.

Consideramos que el estudio de las variables que afectan al molino nos puede permitir comprender la vulnerabilidad de la mayoría de los edificios en tierra, aunque siempre se puede ampliar sobre este tema e incluir análisis más detallados, principalmente en el estudio de la estructura a través de análisis instrumentados, muestreos y modelos computarizados de pruebas a impactos, por ejemplo.

Lo que se pretende es comenzar a desarrollar un punto de análisis sobre los bienes culturales que parta desde sus características formales-funcionales, su emplazamiento en el terreno y su reconocimiento social. También podemos definir diagnósticos de los sectores críticos y vulnerables para el bien sobre los cuales se debe apuntar una futura restauración y así garantizar su conservación.

BIBLIOGRAFIA

CENSO NACIONAL DE 1895. Bs. As. Publicación Oficial, Compañía Sudamericana de Billetes de Banco. 1896.

KORNBLIHTT, Juan (2002) "*La ley del más fuerte. Una aproximación a la centralización del capital en la rama harinera (1870 – 1920)*", en Razón y Revolución nro. 9, Argentina. <http://www.razonyrevolucion.org.ar/textos/revryr/economia/ryr9-06-kornblihtt.pdf> [Consulta: lunes, 11 de febrero de 2008]

PIES BLAIKIE; FERRY CANNON; IAN DAVIS; BEN WISNER (1995). "Vulnerabilidad – Entorno social, político y económico de los desastres". LA RED. Colombia

PONTE Jorge Ricardo (2005) "De los caciques del agua a la Mendoza de las acequias." Ediciones Ciudad y Territorio, INCIHUSA – CONICET

PONTE, Jorge R.; CIRVINI, Silvia A. (1998). "Mendoza, donde las acequias encauzan la historia. Obras hidráulicas coloniales y la cultura del agua." Mendoza: Zeta editores.

PONTE Jorge Ricardo, FIGUEROA Paola y ZEFERINO Carlos. (2002) "Donde hubo canales... molinos quedan. Estudios preliminares de un molino hidráulico en el departamento de Luján, Mendoza, Argentina". En: Arqueología histórica, Actas del 1º Congreso Nacional de Arqueología Histórica". Bs. As. El Corregidor.

NOTAS

1 – Cfr. Término de vulnerabilidad de: PIES BLAIKIE, FERRY CANNON, IAN DAVIS, BEN WISNER (1995).

2 – Adoptamos el término empleado por los autores, que la "*Mendoza Molinera es de 1609 y hasta 1912, es decir, desde la aparición de la primera referencia a un molino y la última señalización e un plano de la ciudad o territorial.*"(Ponte, Figueroa y Zerefino, 2002:259-271)

3 – Se recomienda para ampliar sobre la historia y las características formales del Molino Reynaud, ver los trabajos realizados por: PONTE, Jorge Ricardo y FIGUEROA, Paola.(1998, 2002, 2005).

4 – Para comprender el proceso de producción del molino y realizar un estudio mas detallado de la historia productiva del molino se recomienda leer PONTE (2005: Cáp. V: 282 – 290)

5 – Estas afirmaciones de las etapas de ampliaciones y modificaciones no son exactas, ni precisas, sino altamente probables en base a la observación directa del bien, no existen registros de que estos hechos hayan sucedido en la forma y orden que están enunciados. Algunos son tomados de la fuente oral del propietario actual.

AUTOR

Fernando Javier Angeleri, arquitecto, becario de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica. INCIHUSA - CONICET - CCT Mendoza – Argentina. Profesor Adscripto; Cátedra Historia 2, 3º Año C, Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño. Universidad de Mendoza, Argentina. Maestrando en la Maestría en Conservación y Restauración del Patrimonio Arquitectónico. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. fangeleri@lab.cricyt.edu.ar; ferangeleri@hotmail.com



EXPERIENCIAS DE REHABILITACIÓN DE MUROS DE BAHAREQUE EN VENEZUELA

Andrea Mara Henneberg de León

Universidad del Zulia. Apartado postal 35, 4001-A Maracaibo, Venezuela
Tel: (0058) 261-7598447, 0416-6601310 marahenneberg@yahoo.com

Palabras claves: bahareque, rehabilitación, patrimonio regional

RESUMEN

Desde 1602 hasta 1950, o sea, durante cuatro siglos, el bahareque ha sido la técnica constructiva predominante en la construcción de viviendas en las ciudades y pueblos del Estado Zulia, región occidental de Venezuela. Hoy día, su uso ha quedado relegado a las viviendas rurales. .

El bahareque es una técnica tradicional que, además de haber permanecido en el tiempo, ha sido transmitida de manera informal y oral. Por lo cual, debería ser conservada como legado para las futuras generaciones, como lo establece la Carta del patrimonio vernáculo construido (1999), de la UNESCO.

Actualmente existen en el país, escasas investigaciones que abordan el tema de cómo rehabilitar eficazmente el bahareque. En la mayoría de los casos en donde hay que rehabilitar dichos muros, las intervenciones consisten en sustituir los materiales originales y la técnica, por cemento, ladrillo y concreto. En estos últimos años, se han realizado en el Estado Zulia, varios proyectos de rehabilitación de muros de bahareque en los cuales se ha salvaguardado la técnica, dando el primer paso hacia su valoración.

El interés de esta ponencia es exponer dos de estas rehabilitaciones realizadas. La primera es la rehabilitación de la Capilla San Antonio (Sur del Lago de Maracaibo), en la cual se incorporaron materiales y aditivos actuales pero se empleó la técnica constructiva original. La segunda es la rehabilitación de la Casa Natal de Rafael Urdaneta en El Carmelo, la cual fue rehabilitada usando tanto la técnica como los materiales originales.

La exposición de estas experiencias cumple con un doble propósito. Primero, contribuir al conocimiento del bahareque y cómo abordar la rehabilitación de sus muros. Y segundo, fijar las bases para crear pautas que sirvan de fundamento para intervenir en el futuro de forma adecuada las edificaciones hechas de bahareque.

1. INTRODUCCION

El interés por la conservación del patrimonio que se inició en los años 90 del siglo XX en la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad del Zulia, generó investigaciones no sólo sobre la estilística y la historia de la arquitectura de la ciudad de Maracaibo sino sobre los materiales utilizados y su patología. Así surge el interés en investigar el bahareque, técnica constructiva predominante en la construcción de las viviendas del Estado Zulia durante 4 siglos, desde 1602 hasta 1950. Debido a que es una técnica que ha permanecido en el tiempo, a través de una transmisión informal y oral, debería ser conservada como legado a las futuras generaciones, como lo establece la Carta del patrimonio vernáculo construido (1999), de la UNESCO.

La investigación sobre el bahareque que se está realizando tiene como objetivo estudiar su evolución histórica, sus características técnicas-constructivas y su patología. Además contempla establecer el mejor procedimiento para rehabilitar estos muros, analizando para ello las intervenciones de restauración o rehabilitación de edificaciones hechas de bahareque en el Estado Zulia. En la mayoría de los casos las intervenciones consisten en sustituir los materiales originales y la técnica, por cemento, ladrillo y concreto. En estos últimos años, se han realizado en el Estado Zulia, varios proyectos de rehabilitación de

muros de bahareque en los cuales se ha salvaguardado la técnica, dando el primer paso hacia su valoración.

Esta ponencia expone dos de estas rehabilitaciones realizadas. La primera es la rehabilitación de la Capilla San Antonio (Sur del Lago de Maracaibo), en la cual se incorporaron materiales y aditivos actuales pero se empleó la técnica constructiva original. La segunda es la rehabilitación de la Casa Natal de Rafael Urdaneta en El Carmelo, la cual fue rehabilitada usando tanto la técnica como los materiales originales.

2. CARACTERÍSTICAS DEL BAHAREQUE EN EL ESTADO ZULIA, VENEZUELA

En base a lo establecido por autores como Arcilas Farias (1961) y Gasparini (1998), el bahareque puede desglosarse en cuatro partes: horconadura, enlatado, relleno y empañetado y enlucido final.

Las características que tiene el bahareque en el Estado Zulia, según investigaciones adelantadas por la autora (Henneberg de León, 2007), son las siguientes:

- **Horconadura:** Consistente en una serie de columnas que se encuentran separadas entre sí a distancias entre los 0,65 m y 2,40 m, sin intercolumnio fijo. Generalmente son de forma cuadrada de 12 cm a 15 cm por lado y la madera empleada es el curarire (*Tabebuia serratifolia*), el cual abunda en la zona.
- **Enlatado:** A ambos lados de cada horcón son fijados varas de caña u otro material, las cuales conforman el llamado enlatado o encañado. En el Estado Zulia predominó el uso de la caña brava (*Gynerium sagittatum*). Las varas, de aproximadamente 2 cm de diámetro, son colocadas horizontalmente con separaciones que oscilan entre los 8 cm a 19 cm. También se ubican entre los horcones varas verticales del mismo material que el enlatado, con el fin de evitar el pandeo y posibles deformaciones laterales. Los amarres entre las varas y el horcón son de fibras naturales de bejuco o hilachas de caña brava.
- **Relleno:** El espacio que se forma entre las varas del enlatado se rellena con piedras de ojo (piedra de la zona, de tipo sedimentaria híbrida, con una composición ferrífera), barro, cal y pedazos de otros materiales como piedrecitas de ojo, ladrillo de arcilla y ramas. En los pueblos cercanos al lago fueron utilizados también las conchas de coco.
- **Empañetado:** Para finalizar, toda la superficie del muro es recubierta con una mezcla de barro y cal, como protección. Esta mezcla se va allanando hasta darle un acabado liso.

Al final se acaba la superficie aplicándole un acabado de color. Antiguamente se utilizaba la cal para blanquear las fachadas, después se utilizaron pinturas de colores vivos y llamativos.

3. REHABILITACIÓN DE MUROS DE BAHAREQUE – EXPERIENCIAS

En el Estado Zulia se han realizado varias rehabilitaciones de edificaciones de bahareque, sólo que en aquellas efectuadas en los últimos años ha habido una preocupación por el rescate de la técnica y su valoración. Dos de estas experiencias se describen a continuación en esta ponencia. La primera es la rehabilitación de la Capilla San Antonio (al sur del Lago de Maracaibo) y la segunda es la rehabilitación de la Casa Natal de Rafael Urdaneta en El Carmelo (al sur de la ciudad de Maracaibo). Se describen de forma resumida las acciones preponderantes y los materiales usados en la rehabilitación de cada una de las partes que conforman el bahareque, tomando en cuenta también las fundaciones, como soporte de la horconadura.

3.1. Iglesia San Antonio (Sur del lago de Maracaibo)

Esta iglesia está ubicada en la población de San Antonio de Heras, al sur del Lago de Maracaibo. En 1872 existía en el poblado una iglesia de paja, la cual sufre cambios en las primeras décadas del siglo XX, al colocársele un techo de caña con láminas de zinc y reconstruyendo la fachada principal con mezcla de cemento¹.

Los muros de tres de sus fachadas y los muros internos son de bahareque. En la fachada principal fue sustituido el relleno y las varas por ladrillos de cemento y mezcla de concreto, dejando los horcones. Todos los horcones se encuentran apoyados en vigas perimetrales de cemento ciclópeo.

3.1.1. Antes de la Intervención

Antes de la intervención en el 2006 la iglesia se encontraba en uso y en estado regular.

Debido a su cercanía al lago de Maracaibo el nivel freático se encuentra a 30 cm del nivel del piso. Presentaba, a lo largo de todos los muros internos, manchas de humedad hasta una altura de alrededor 1,50 m. También existían desprendimientos de frisos por reparaciones mal hechas. Los muros exteriores presentaban humedad y suciedad hasta una altura de alrededor 60 cm y resanes con cemento en todas las fachadas.

3.1.2. Después de la Intervención

El proyecto de rehabilitación lo realiza en el 2005 la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad del Zulia, financiado por CORPOZULIA, empresa gubernamental dedicada al turismo de la región. Es ejecutada en 2006-2007 por la Empresa Arquiluz C.A., empresa rental de la Universidad del Zulia.

En esta intervención las labores más resaltantes fueron²:

Fundaciones

- Las vigas perimetrales existentes fueron frisadas con un producto impermeabilizante para protegerlas del alto nivel freático.
- Se construyó una zanja perimetral de 50 cm de ancho y 1 m de profundidad para drenar las aguas de lluvias y para que el agua del nivel freático se pudiera condensar. Esta zanja fue hecha de concreto con un aditivo hidrófugo. Tubos de 1" fueron colocados a cada 50 cm en la zanja para el drenaje del agua. Por último se rellenó todo con piedras de granzón.
- Entre el muro de la iglesia y la zanja se realizó una junta de dilatación de 1" con anime expansivo, sellándola luego con manto asfáltico.

Horconadura

- Primero se removieron todos los frisos de la iglesia (figura 1) y fue colocada una estructura de soporte tanto en el interior como en el exterior para que no colapsaran los muros.



Figura 1 – Iglesia San Antonio después de retirar los frisos. Fuente: Empresa Arquiluz, 2006

- La parte inferior de todos los horcones fue sustituida hasta 1,80 m. Para las prótesis se usó madera de vera, de 9 cm x 9 cm, con la misma medida de los horcones existentes. La unión entre horcón viejo y nuevo fue realizada a media madera fijándolos con dos pernos. Las prótesis fueron embutidas en la fundación existente cubriéndolos posteriormente de concreto hasta el nivel del piso.

- Todos los horcones tanto viejos como nuevos fueron tratados con un producto anti-xilófago. Además fueron cubiertos en su parte inferior con brea para impermeabilizarlos.

Enlatado

- Las varas que estaban deshechas y dañadas fueron removidas.
- Se usaron varas de caña brava de 2,5 cm de grosor para el nuevo encañado. Antes de su uso, las varas fueron sumergidas en un baño de gasoil y luego en un producto anti-xilófago.
- Luego se procedió a elaborar un entramado cuadricular de 15 cm x 15 cm con las cañas. Este entramado fue colocado por encima del piso base para que quedara prensado dentro del vaciado posterior del piso.
- El entramado de cañas fue colocado a ambos lados del horcón, de acuerdo a la técnica original (figura 2).
- En las partes del muro original que iban a ser recuperadas, se colocó encima el entramado pero cortado a la mitad en todo su largo, quedando asegurado el muro viejo.
- Para las uniones se utilizó el alambre dulce y clavos.



Figura 2 – Retícula hecha de cañas y fijada entre horcones – Iglesia San Antonio.
Fuente propia (2007)

Relleno

- En la parte inferior del muro, fueron colocados piedras de ojo con un mortero de cal hasta alcanzar los 60 cm de altura. Las piedras provenían del muro viejo y fueron recuperadas para este fin.
- Luego se realizó una mezcla con 8 partes de arena, 4 partes de arcilla, 1 ½ parte de cemento, 1 parte de cal, ¼ parte de aditivo hidrófugo y 1 ½ parte de agua. Esta mezcla fue amasada en forma de bola e introducida entre el espacio formado por los entramados de caña. Junto a esta mezcla también se introdujeron como relleno la piedra de ojo, reciclada del muro original y conchas de coco de la zona.
- Este relleno fue usado también para completar partes desprendidas del muro viejo.

Empañetado

- La misma mezcla del relleno fue utilizada para el friso base del empañetado.
- Luego sobre el friso base se aplicó una mezcla en base a marmolina, cal y cemento, en la proporción siguiente: 15 kg de marmolina, 10 kg de cal preparada, 11,5 kg de cemento gris, 1 litro de aditivo hidrófugo y 8 litros de agua.

- Esta mezcla fue aplicada tanto en el interior como en el exterior de la iglesia. Las enmarcaduras alrededor de las ventanas y puertas también obtuvieron este acabado.
- Por último, fueron pintados los muros en el interior con pintura látex color blanco. A los muros exteriores se les aplicó una lechada de cal y las enmarcaduras fueron pintadas con pintura de esmalte color azul (figura 3).



Figura 3 – Iglesia San Antonio después de la intervención. Fuente: Empresa Arquiluz, 2007

3.2. Casa natal de Rafael Urdaneta (El Carmelo)

Esta vivienda está ubicada en la población de El Carmelo, al sur de la ciudad Maracaibo. La fecha exacta de su construcción es desconocida pero se asume que allí vivió, en su temprana edad, el General Rafael Urdaneta, héroe nacional de la Independencia de Venezuela.

Presenta muros hechos con bahareque y con adobones. En una intervención realizada en 1990, fue construida una pared perimetral de bloques de cemento debajo de los muros. En la misma intervención fueron removidas las partes inferiores del muro de bahareque y sustituidos por ladrillos de cemento.

3.2.1. Antes de la Intervención

Antes de la intervención en junio del 2007, la vivienda estaba en desuso y en muy mal estado. (Ver figura 4)

Los muros presentaban desprendimientos de frisos, manchas producidas por humedad y faltantes en muros y techos. Todas las paredes tenían resanes de cemento.



Figura 4 – Fachada posterior antes de la intervención – Casa Rafael Urdaneta. Fuente propia, 2007

3.2.2. Después de la Intervención

Con el financiamiento de Carbozulia, organismo del Estado, se realiza el proyecto de rehabilitación de esta vivienda, por parte de RAN consultores y el Arq. Luis Otero en el 2006. En el 2007 es ejecutada por la Empresa Arquiluz, empresa rental de la Universidad del Zulia. Las acciones más resaltantes de esta intervención se describen a continuación³.

Fundaciones

- La pared perimetral de bloques de cemento debajo de los muros, se dejó igual. Adicionalmente fueron construidas zapatas debajo de cada horcón utilizando para ello cemento ciclópeo con aditivo hidrófugo.

Horcones

- Después de haber removido con cuidado el empañetado existente, se colocó a ambos lados de los muros unas estructuras de soporte para evitar el colapso de los muros.
- Los horcones presentaban pudrición, por lo que sólo se pudieron recuperar 3 de ellos. 29 horcones recibieron prótesis y fueron instalados 38 horcones nuevos. Tanto las prótesis como los horcones nuevos fueron de algarrobo de 14 cm x 14 cm. La unión entre el horcón viejo y nuevo se hizo a media madera apernándolos entre sí.
- Todos los horcones recibieron un tratamiento con producto anti-xilófago y fueron recubiertos con cemento asfáltico y plástico poliuretano de alta densidad hasta una altura de 80 cm. Luego se protegieron con hiladas de adobones de cemento colocados alrededor de cada horcón.

Enlatado

- Para las varas fueron utilizadas ramas de palo amargo, mismo material del enlatado viejo. Antes de su uso, éstas fueron sumergidas en un producto anti-xilófago.
- Las varas fueron fijadas a cada lado de horcón horizontalmente a cada 15 cm, igual que en el muro original. Al muro original que se iba a conservar, también se le colocó este enlatado.
- Entre los horcones fue colocada una vara vertical de palo amargo para evitar el pandeo lateral, igual como en el muro original.
- Para las uniones fue utilizado el nylon.

Relleno

- La mezcla usada fue de: 30% arcilla color gris, 20% de cal seca, 50% arena roja y agua.
- La mezcla fue amasada y en forma de bola fue siendo introducida en el espacio entre los enlatados (figura 5). También se colocó a la mezcla piedras de ojo.
- Con esta misma mezcla se rellenaron aquellas partes del muro viejo que se habían desprendido.

Empañetado

- La misma mezcla del relleno fue utilizada para el friso base del empañetado. Luego se le arrojó piedrecitas de ojo encima.
- Sobre el friso base se aplicó una mezcla hecha de: 31 % de arcilla, 31 % de arena blanca de playa, 31 % de cal seca, 7 % cemento gris y agua. Después de aplicada esta mezcla, la pared fue sobada con una esponja y agua.
- Luego se hizo un encamisado con 8 litros de cal seca, ¼ kg de cemento y agua.
- Por último se lijó el muro y se pintó con pintura de caucho blanca de tercera calidad (figura 6).



Figura 5 – Relleno de barro y cal - Casa Rafael Urdaneta. Fuente: Empresa Arquiluz, 2007



Figura 6 – Casa Rafael Urdaneta rehabilitada. Fuente propia, 2007

4. CONCLUSIONES

Las edificaciones de bahareque en el Estado Zulia han sufrido deterioros, más que todo por el desconocimiento de las mezclas adecuadas para su reparación y porque no existen acciones de conservación preventivas eficaces.

Aunque las experiencias de rehabilitación descritas en esta ponencia, respetaron la técnica en sí, hay diferencias en cuanto a los materiales empleados. Cada caso, ha introducido cambios de acuerdo a las condicionantes climáticas del lugar. Así tenemos, que debido al alto nivel freático en donde se encuentra la Iglesia San Antonio, se agregaron aditivos hidrófugos tanto al relleno como al friso, para aumentar la resistencia ante la humedad, eliminando la propiedad del barro de “respirar”. Aditivos que no fueron necesarios usar en el caso de la Casa Natal de Rafael Urdaneta. En la cual no sólo se respetó la técnica sino los materiales originales del relleno. En ambos casos fueron impregnados con productos anti-xilófagos las maderas y las varas, más como una medida preventiva que correctiva.

Ambas intervenciones agregan las impermeabilizaciones en las fundaciones, el tratamiento anti-xilófago de las maderas y varas, igual como utilizan material moderno para las uniones.

En Venezuela las edificaciones de barro no se rigen bajo ninguna norma, ni siquiera se aplican, aunque fuese de forma indicativa las normas de la construcción. Por lo que el conocimiento de estas experiencias de rehabilitación y su proceso constructivo sirven un doble propósito:

1. Contribuir al saber que se tiene sobre el bahareque, su proceso constructivo, y los pasos a seguir para abordar la rehabilitación de estos muros, y
2. Fijar las bases para poder desarrollar pautas que ayuden a acometer en el futuro,

rehabilitaciones de muros de bahareque, de forma adecuada y eficaz, asumiendo las decisiones correctas. A través de evaluaciones comparativas de los procesos y de los materiales utilizados.

BIBLIOGRAFIA

ARCILAS FARIAS, E. (1961). *Historia de la ingeniería en Venezuela*. Tomos 1. Caracas, Venezuela. Editorial Arte. 362 págs.

GASPARINI, G.; MARGOLIES, L. (1998). *Arquitectura de tierra cruda en Venezuela*. Caracas, Venezuela. Gráficas Armitano. 173 págs.

HENNEBERG DE LEÓN, A. (2007). "Invariantes y variantes del bahareque en el Estado Zulia". *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Zulia*. Vol. 30, N° 3, Diciembre 2007. Págs. 284-294

NOTAS

1 – Investigación histórica realizada en el marco del Proyecto "Proyecto de restauración de la Capilla de San Antonio", adscrito a la Coordinación de Extensión de la Facultad de Arquitectura y Diseño y financiado por CORPOZULIA a través de Convenio suscrito con la Universidad del Zulia. Coordinador Arq. Francisco Civitillo.

2 – Información extraída del documento realizado por la autora titulado: "Informe sobre proceso de rehabilitación de la Iglesia San Antonio ", en septiembre del 2007 y aprobado por el Consejo de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad del Zulia.

3 – Información extraída del documento realizado por la autora titulado: "Informe sobre proceso de rehabilitación de la Casa Natal Rafael Urdaneta en la Cañada " en julio del 2008.

AUTORA

Andrea Mara Henneberg de León, arquitecta en 1986, especialista en construcción en obras civiles, 2005. Doctorando del Doctorado en Arquitectura de la Universidad del Zulia. Profesora asociada a dedicación exclusiva del Departamento de Construcción y tecnología en arquitectura de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad del Zulia desde 1992. Investigadora acreditada.



EL TEMPLO DE SAN JERÓNIMO, PURENCHÉCUARO, MICHOACÁN, MÉXICO. UNA ESTRUCTURA DE ADOBE COLAPSADA Y RECUPERADA

Luis Alberto Torres Garibay

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Utume 329, Fracc. Lomas de Vista Bella, C. P. 58090, Morelia, Michoacán, México
Tel. Fax. 52 (443) 324 60 07 latg47@yahoo.com.mx

Palabras clave: estructura de adobe, colapso, reconstrucción con tierra

RESUMEN

En la tradición constructiva michoacana en México, ha estado siempre presente la arquitectura de tierra para edificar. Los edificios destinados a las grandes obras religiosas, la arquitectura civil y la vivienda rural, por lo general fueron elaborados con muros de adobes combinando otros materiales como la piedra y la madera. Esta tradición ha permanecido en la región, por lo que la existencia de artesanos hábiles en la elaboración de estos sistemas, hace posible la recuperación de componentes de la arquitectura, cuando se requiere hacer uso de las técnicas tradicionales para restaurar. En esta comunicación se presenta el estudio de caso relativo al templo de San Jerónimo de la población de Purenchécuaro, ubicado en la ribera del lago de Pátzcuaro, Michoacán. El inmueble corresponde al género religioso, construido con cimientos de piedra, muros de adobe y cubierta de madera. Se exponen sus antecedentes histórico culturales, los aspectos relativos a su constructividad, se explica el comportamiento estructural referente a esta tipología de edificios y las causas que originaron el colapso parcial del monumento. Se presenta también la metodología seguida para el análisis y la identificación de los agentes que originaron el siniestro, así como las acciones realizadas para su recuperación. Se concluye con reflexiones referentes al comportamiento del adobe, de las fallas de fábrica, de las causas y agentes factibles de propiciar deterioro y de la participación comunitaria en estas obras de rehabilitación de la arquitectura religiosa michoacana.

1. INTRODUCCIÓN

En el estado de Michoacán, México, durante la etapa virreinal, la arquitectura religiosa se desarrolló anclada a los conocimientos que los grupos indígenas tarascos dominaban¹. Hasta hoy se identifican expresiones culturales provenientes de esta cultura local que se estableció en las principales regiones del territorio; la cuenca del lago de Pátzcuaro y la zona de la Sierra, otras áreas complementan el panorama cultural: la Cañada, los Valles y Ciénegas del Norte, la Tierra Caliente, Sierra Madre del Sur y la Costa.

En el siglo XVI se formó el Obispado con las provincias de Michoacán, Colima y Chichimecas, curatos del clero diocesano, doctrinas de franciscanos y agustinos. Su mayor amplitud fue en el siglo XVII (Carrillo, 1993) y a fines del XVIII disminuyó su territorio (Vargas, 2006).

El centro del Obispado se ubicó en la Provincia de Michoacán; con altas cuencas en Pátzcuaro, Cuitzeo, Zacapu y Zirahuén, clima fresco y lluvias moderadas. En la Sierra, se cuenta con precipitaciones abundantes, bosques de encinos y pinos (Gerhard, 1986).

La variedad de climas, altitudes y suelos, desde la costa hasta la sierra, generó diversidad y exuberancia de ecosistemas en la región. Estos recursos fueron aprovechados ampliamente por los grupos tarascos y posteriormente, en la etapa virreinal, fueron de utilidad para la edificación de pueblos y ciudades (Fernández, 2004).

Para las obras, ya establecido el virreinato, la tradición constructiva tarasca participó con el dominio que se tenía sobre el medio ambiente: conocían a detalle las formas de explotación de los recursos, la manufactura y uso de los materiales como la tierra, la piedra y la madera.

A raíz de la evangelización e instauración del obispado de Michoacán en el siglo XVI, se procuró la construcción de recintos para el culto y ceremonias religiosas utilizando el potencial humano existente; en la cuenca del lago de Pátzcuaro se dieron los principales intercambios culturales de grupos indígenas purépechas y españoles, con lo cual se logró la edificación de grandes obras de arquitectura religiosa, la mayoría de ellas construidas principalmente con muros de adobe y cubiertas de madera. El mestizaje cultural es evidente, con fuerte arraigo a las tradiciones locales, ricas en cuanto a forma de organización social, tradición artesanal, costumbres y adaptación al medio ambiente y; la europea, que se integró al medio local e introdujo adelantos tecnológicos que coadyuvieron al desarrollo en el campo de la edificación.

Las construcciones de templos destinados al culto religioso utilizaron la obra de mano indígena, mezclando soluciones constructivas y estructurales, utilizando la tecnología tradicionalmente conocida por los artesanos michoacanos, acrecentada con las aportaciones técnicas y formales de los constructores españoles.

En las diversas regiones, cada poblado contó con edificios destinados al culto religioso y a las actividades sociales, construcciones que configuraron los núcleos centrales de los emplazamientos. Cada conjunto estaba constituido por el Hospital y el Templo grande. El Hospital con capilla, patio y recintos para las actividades sociales; el Templo con el gran atrio, la casa curial o convento y otras áreas para cultivos.

La arquitectura destinada a la vivienda, fue integral a los sistemas de construcción de las edificaciones religiosas; se utilizaron soluciones sencillas, elaboradas también con adobe, piedra y madera, formando caseríos implantados en grandes terrenos destinados para actividades diversas. Con el transcurrir del tiempo muchos poblados, en sus procesos de evolución, se han ido modificando; sin embargo, en las poblaciones michoacanas durante todo el virreinato y hasta nuestros días ha dominado el paisaje cultural edificado, con materiales tradicionales de volúmenes cuadrangulares, con techos de vertientes inclinadas recubiertas de tejas. Este paisaje generalizado, con algunas diferencias importantes como, la Sierra Purépecha, donde la vivienda se hizo de madera, dominando el paisaje los caseríos de cubiertas de “tejamaniles” (tejas de madera desgajada), ha sido herencia cultural integrada a los paisajes naturales del territorio.

Es en estos tiempos, que los procesos acelerados de cambio, están propiciando transformaciones negativas que alteran el equilibrio natural que la arquitectura de los poblados y ciudades históricas de Michoacán han conservado por muchos años; no obstante las modificaciones que se han generado, existe la posibilidad de aplicación de políticas de conservación que coadyuven a la recuperación y revalorización de la arquitectura. En este sentido, el conocimiento de las tecnologías tradicionales, es factor potencialmente favorable en la realización de estas tareas.

2. ARTESANOS Y SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN CON TIERRA

Para los artesanos michoacanos, hacer una casa con el sistema tradicional es tarea común que se realiza con todo cuidado; implica preparar el material de acuerdo a las condiciones que el medio ambiente establece, tomando en cuenta las características de los materiales que se tienen a disposición.

La técnica para el artesano michoacano, no tiene que ver exclusivamente con la destreza manual, sino que parte de una idea diferente y una connotación más amplia: está relacionada con la manera de pensar del artesano y no se contrapone con la naturaleza. Este aspecto se observa todavía en la técnica que se sigue para la elaboración de cualquier tarea a desarrollar. Para cortar un árbol, existe una primera contemplación de éste, con objeto de verificar y darse cuenta si el árbol seleccionado sirve o no para sacar el producto deseado, luego continúa con la observación del hilo del tronco, tratando de ver que su constitución sea recta y uniforme, de tal forma que le permita extraer el producto fácilmente y con la calidad deseada. Hasta que se encuentra seguro de que el madero cumple con los

requisitos necesarios, procede a cortar los troncos y a elaborar las piezas con la forma deseada y previamente establecida (Jacinto, 1988). La observación adquiere un significado especial y sólo es posible la realización de una tarea pretendida, si antes de su ejecución, se ha observado a la perfección el comportamiento de los componentes participantes. Las actitudes de tranquilidad, observación y meditación antes de realizar la actividad, son inherentes a la calidad y exactitud que se quiere alcanzar, el espacio temporal ocupado en este proceso, en cierta medida es irrelevante, lo que verdaderamente importa es la comprensión del fenómeno, adoptándolo y haciéndolo partícipe de las propias emociones.

Para la fabricación de las casas y recintos religiosos, los artesanos han seguido utilizando la tecnología tradicional, procedimiento que ha permanecido hasta nuestros días y que constituye conocimiento y dominio de los métodos adecuados a las tareas de conservación, ya que se trata de técnicas vivas que siguen siendo aplicadas.

En la construcción de las edificaciones religiosas michoacanas se utilizaron comúnmente tres componentes principales: cimientos y sobrecimientos de piedra asentada con lodo; muros de adobe y; cubiertas de madera y teja. La manufactura de los cimientos y sobrecimientos se realiza con “piedra de recinto negro” asentada con lodo (tierra con agua) preparando la mezcla de forma similar a la que se hace para elaborar adobe. Para la fabricación del adobe, dan seguimiento a todo el proceso de selección de la tierra, dosificándola con arena o arcilla, según sea necesario para que las piezas a preparar adquieran la consistencia adecuada; asimismo, se agregan los demás componentes como la paja, estiércol de burro o el “huinumo”, término tarasco que se refiere a las acículas secas del pino. Se busca la mejor proporción adecuando las piezas según las condiciones del medio ambiente y la consistencia estructural requerida. La construcción de los muros combina hiladas a soga y tizón para dar los espesores requeridos, asentando los adobes con la mezcla de lodo. El techo a dos o cuatro aguas cierra el sistema que utiliza vigas y tejamaniles; la madera forma parte sustantiva en toda la edificación, para la integración de elementos estructurales de cerramientos, arrastres y diafragmas de viguerías que, en unión con los muros de adobe dan la solidez conveniente a la edificación. La teja de barro, los tejamaniles de madera desgajada y las fibras vegetales, han sido los recubrimientos comúnmente utilizados para las vertientes; tejas de barro y tejamaniles para los climas templados o fríos, otros productos vegetales como palmas, carrizos, otates y paja para los climas cálidos.

La construcción con adobe responde eficientemente a las exigencias constructivas de las casas comunes y también a las solicitudes estructurales de las grandes naves de templos destinados al culto; sin embargo, se requiere en una edificación construida con este sistema, aplicar las precauciones conducentes a propiciarle amplia duración, de lo contrario, el adobe se puede deteriorar rápidamente. Los agentes que lo atacan y lo pueden deteriorar aceleradamente son el agua y el viento; así es que toda edificación construida con este material, ha sido preparada para evitar la incidencia del agua por cualquier vía y protegida contra la constante incidencia del viento.

El caso del templo de San Jerónimo Purenchécuaro nos muestra, ante la falta de cuidados de carácter protector, cómo un edificio con edad mayor a los cuatrocientos años, en dos o tres periodos de lluvias, generó deterioros que desencadenaron resultados desastrosos al desplomarse uno de los muros principales y provocando el colapso de un alto porcentaje del sistema. Este caso de deterioro radical permitió analizar y reflexionar sobre las prevenciones y características de los sistemas tradicionales de construcción; reflexiones inherentes a prevenciones referentes al trabajo estructural, a las fallas factibles de fábrica, a las condiciones ambientales dominantes en el entorno, a las características y comportamiento del suelo, etcétera.

3. EL TEMPLO DE SAN JERÓNIMO, PURENCHÉCUARO

3.1 Ubicación, antecedentes históricos y descripción arquitectónica

El poblado de San Jerónimo Purenchécuaro se ubica en una pequeña península en la parte norte del lago, al lado opuesto de la ciudad de Pátzcuaro y pertenece al municipio de Quiroga. La situación del templo es al extremo sur del pueblo, dando su espalda al lago y su frente a la plaza; al costado norte se adosa la torre de doble campanario y remate, sobre el mismo lado la casa cural, separada por el atrio (figura 1).



Figura 1 – Templo de San Jerónimo Purenchécuaro.
Fotografía: Ulises Chávez

El asentamiento urbano perteneció al señorío tarasco, fue partido de indios y administrado por franciscanos; en el lugar fue fundado un convento en 1580, del cual posiblemente sólo se construyó la nave de la iglesia, sacristía y una gran casa separada por el atrio (Alcalá, 1982).

La planta del templo es rectangular de 8,27 metros de ancho por 41,81 metros de longitud, con acceso central frontal al poniente y una comunicación lateral sur a la sacristía por lo que espacialmente es un recinto alargado. El techo es de viguería de madera con desplante en sus extremos sobre un juego de zapatas de madera a una altura de 8,65 metros al lecho bajo de la viguería. Los muros contruidos de piedra y adobe, alcanzan un espesor de 1,12 metros en la fachada principal frontal y el muro testero posterior, mientras que las paredes laterales longitudinales es de 1,40 metros.

A partir de los 8,11 metros de altura, inicia el arrastre inferior, las zapatas y el arrastre superior que coronan el soporte de las respectivas vigas que componen la techumbre. Sobre el lecho alto de las vigas se colocó la tapa de tablas de madera y sobre éstas las once gualdras de amarre (vigas de madera de gran sección y longitud de 0,35 metros por 0,12 metros), que en este caso se instalaron acostadas para funcionar estrictamente como tirantes; van enclavijadas en sus extremos y separadas entre sí a diversas distancias. Cabe señalar, que el área comprendida por la techumbre del presbiterio tiene cerramientos y tensores ensamblados a media madera con clavijas y cola de milano que propician un mejor trabajo estructural de enlace entre muros de apoyo y el sistema de cubierta (figura 2).

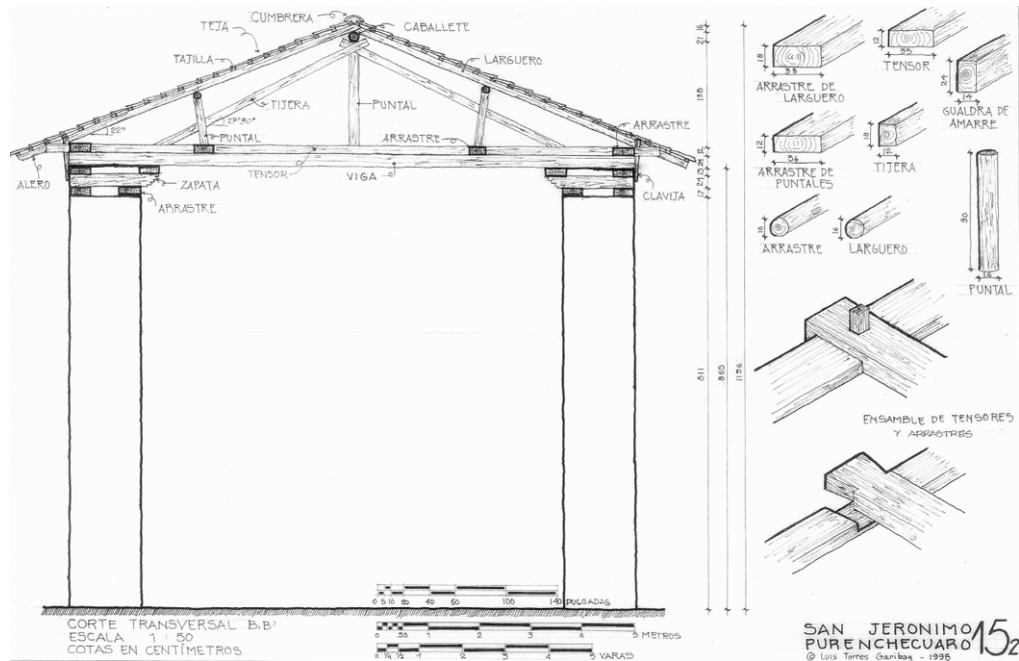


Figura 2 - Corte transversal de la nave.
Dibujo. Luis Torres

3.2 Características constructivas y estructurales

El sistema constructivo con cimientos de piedra, muros de adobe y cubierta de madera corresponde a la forma simple de construcción de naves de templos que se desarrolló en la región. El espesor de los muros, el sistema de cubierta con zapatas en saledizo para disminuir el claro libre y aliviar la flexión de las vigas y, la colocación de grandes maderos distribuidos a lo largo de la nave con la finalidad de lastrar los muros y evitar el flambeo de éstos, fueron soluciones agregadas al sistema, que posibilitaron la creación de estos espacios con claros mayores a los ocho metros. Desde la perspectiva estructural, el comportamiento ha sido satisfactorio, no obstante su ubicación en una zona considerada de alta incidencia sísmica, los casos de deterioro o colapso por estas causas no son relevantes.

El ejemplo de San Jerónimo responde cabalmente a estas características constructivas. Una de sus particularidades pertenece a la estructura formada por las grandes vigas de amarre ya que se colocaron acostadas, acompañadas de los arrastres y los tensores intermedios.

Otro aspecto peculiar es la eliminación de la porción de muro entre la vigería y las grandes vigas de amarre ya que, se sobreponen acostadas y enlazadas a manera de tensores con los arrastres. La solución estructural y la expresión del interior es un recurso decorativo con los juegos de sencillas zapatas en saledizo.

3.3 Colapso parcial y análisis de daños

No obstante las condiciones adecuadas en cuanto a diseño constructivo y estructural del edificio, por razones de adaptaciones inadecuadas, el 27 de septiembre de 2000, el inmueble sufrió un desajuste en su estabilidad, que lo condujo al colapso parcial de los muros y la cubierta.

En intervenciones anteriores a este acontecimiento, se habían realizado algunos trabajos de adaptación de áreas exteriores en el conjunto. Se llevaron a cabo, entre otros trabajos menores, la colocación de una banqueta (andador) de cemento en el costado norte del templo, adosado al muro longitudinal de la nave, sobre material de relleno que se había acumulado en el área y que superaba el nivel del sobrecimiento. Con el paso de tres temporadas de lluvias, se generaron separaciones entre el muro y el piso, lo que ocasionó el encajonamiento del agua de lluvia y el reblandecimiento del muro de adobe, perdiéndose la consistencia general de los componentes y la capacidad de carga a la compresión, lo que propició el desequilibrio y el aplastamiento total hasta el colapso.

El muro se desplazó hacia el interior de la nave, debido a la existencia de los contrafuertes que al no estar anclados a éste por haberse construido en tiempo posterior, sirvieron como carriles de deslizamiento. El sistema de cubierta al perder el apoyo del muro, descendió en forma de cortina, fracturándose los arrastres en la parte media y quedando colgado en saledizo, sostenido por el empotre del otro extremo de la vigería en el muro sur (figura 3).

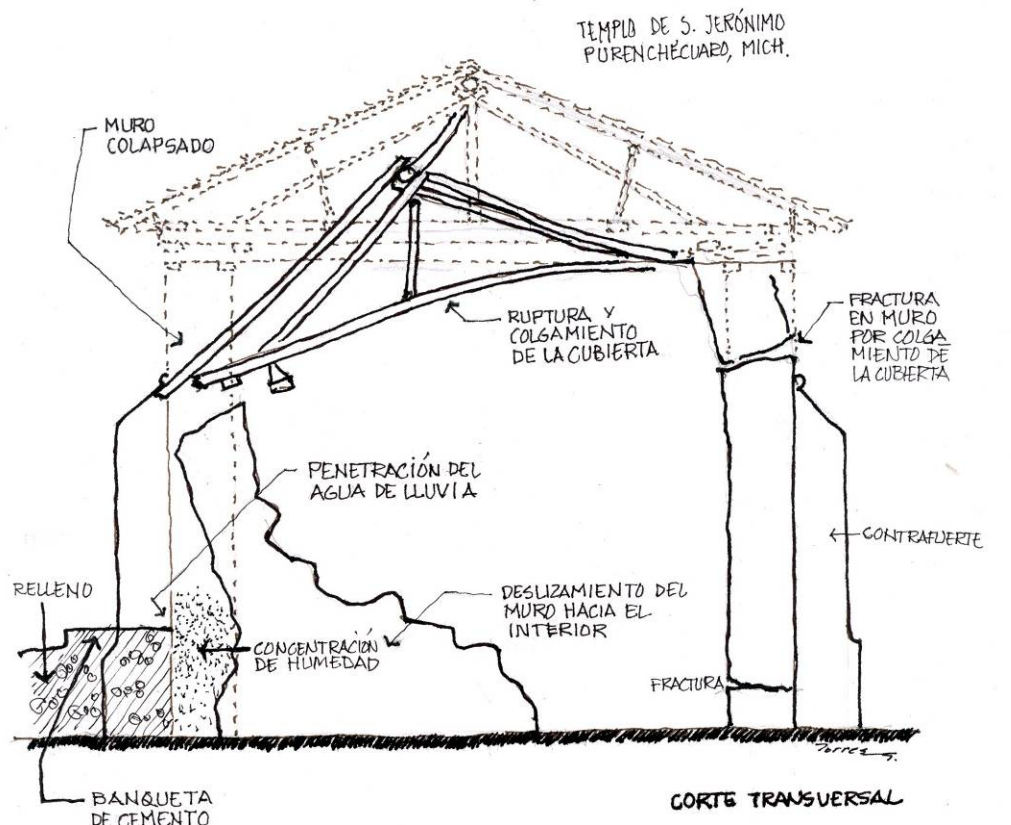


Figura 3 - Derrumbe del muro y cubierta.

Dibujo: Luis Torres

Las primeras observaciones hicieron pensar en una falla del terreno originada por la cercanía del lago, con posibles reblandecimientos del terreno a través de varios años de incidencia de las humedades por vía ascensional; sin embargo, los recorridos practicados en el entorno del conjunto, permitieron detectar que ésta no era la causa.

Al analizar las características del terreno en el lado norte, fue posible observar la capa de relleno sobre el cual se había colocado el piso de cemento y, el alto grado de saturación de agua contenida en los adobes colapsados, con lo cual fue posible concretar que el motivo del colapso había sido la penetración de agua de lluvia en el muro y por lo mismo su desmembramiento (figura 4).



Figura 4 - Vista general de la nave; se aprecia el muro derrumbado y el colgamiento de la cubierta. Fotografía: Ulises Chávez

La estructura del muro colapsado permitió observar también que aunado a lo anterior, hubo deficiencias constructivas que por sí mismas no hubieran sido motivo del siniestro; sin embargo, con la pérdida de resistencia estructural del muro por el alto grado de humedad, éstas colaboraron en el colapso. La falla de fábrica consistía en el deficiente traslape de los adobes, provocándose juntas muy alargadas en el sentido vertical, con lo que no se lograba la consistencia adecuada del muro.

3.4 Las obras de recuperación

Las obras de reconstrucción comenzaron de inmediato debido a que era necesario apuntalar la cubierta que estaba en peligro de desplomarse totalmente. Se procedió a realizar los apuntalamientos y a desarmar la estructura de madera de la cubierta, tomando las precauciones convenientes para registrar las piezas en cuanto a su ubicación original y las condiciones en que deberían ser reparadas.

Las obras de reconstrucción consistieron en el desmontaje total de la cubierta, recuperando un alto porcentaje de las piezas de madera con el fin de utilizarlas en la reconstrucción. Cada elemento de madera fue procesado en cuanto a limpieza, aplicación de sustancias desinfectantes y protectivas y consolidación completa de los elementos.

Se procedió a la reconstrucción de la cimentación de piedra de recinto y del muro de adobe colapsado (muro norte), elaborando los adobes en el sitio; desmontaje del muro sur y reconstrucción con adobes siguiendo la técnica tradicional; reconstrucción del sistema de cubierta a imagen y semejanza, utilizando las piezas recuperadas y complementando con madera nueva de pino los elementos faltantes (figura 5).

Los trabajos de recuperación del templo fueron posibles gracias a la colaboración de la comunidad de San Jerónimo que con recursos propios financió la adquisición de la madera, el pago de trabajadores de obra y la elaboración de los adobes en el sitio. No obstante que se contaba con el seguro que había tramitado con anticipación el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), institución responsable por el patrimonio, la comunidad decidió dar inicio a las obras, con la colaboración técnica del Gobierno del Estado de Michoacán y la asesoría de los peritos del INAH. La entrega de los recursos provenientes del cobro del seguro y destinados para la recuperación del edificio, tuvo lugar hasta dos años después de ocurrido el incidente.



Figura 5 - Obras de reconstrucción de muros y cubierta.
Fotografía: Ulices Chávez

La recuperación del inmueble en su totalidad se realizó siguiendo las técnicas y procedimientos tradicionales de la región, sin menoscabo de las garantías de estabilidad necesarias para asegurar la permanencia adecuada del monumento. Esto fue posible, precisamente por la existencia de artesanos que siguen trabajando estos sistemas constructivos y dominan la técnica a la perfección (figura 6).

El monumento en la actualidad está abierto al culto y ha retornado a sus actividades religiosas y sociales comunes de la localidad. Las obras de rehabilitación completa concluyeron en abril de 2001 y hasta este momento, el comportamiento estructural y la estabilidad del edificio son altamente satisfactorios. Complementariamente a los trabajos de rescate del inmueble, se hicieron obras para su regeneración como conjunto religioso. Por donación del propietario del predio anexo al muro norte, se le agregó en todo ese lado un área longitudinal de cinco metros libres con piso terminado y áreas ajardinadas para la protección y liberación de la nave. Asimismo, se realizaron actividades de restauración en la casa cural, rehabilitando las habitaciones con los sistemas constructivos tradicionales e implementando un núcleo sanitario, con sistemas constructivos actuales pero realizando la integración conveniente dentro del conjunto.



Figura 6 - Muro de adobe y cubierta de madera reconstruidos.
Fotografía: Luis Torres

4. CONCLUSIÓN

Se puede concluir que los templos michoacanos, son el refugio y prolongación de la cultura construida con tierra, piedra y madera, que evidencia el mestizaje generado por la fusión de conocimientos de dos culturas con raíces diferentes y objetivos comunes. En multitud de ejemplos elaborados con destreza, están presentes los conocimientos de sus constructores americanos y europeos. Los sistemas constructivos realizados con los materiales comunes como la tierra y la geometría de las edificaciones, dan evidencia del antecedente de conocimientos constructivos mesoamericanos, cuyo vehículo fue la obra de mano indígena. El conjunto de formas de las estructuras tiene un fondo constructivo anclado al manejo eficiente de los recursos naturales y a la organización adecuada del trabajo para la edificación.

Salta a la vista, como factor de mayor importancia, la permanencia cultural en cuanto las técnicas de construcción que se siguen aplicando comúnmente en muchas localidades del estado de Michoacán, procedimientos que, por su vigencia, son permanencias culturales de gran utilidad en cuanto a la preservación del paisaje construido y también, en lo referente a las posibilidades de aplicación de estos procedimientos en las tareas de restauración y rehabilitación del patrimonio edificado. El ejemplo de San Jerónimo Purenchécuaro hace evidente esta posibilidad ante la existencia de artesanos que aún manejan con habilidad los procesos tradicionales para construir.

La tecnología tradicional aporta también en el campo del diseño para la construcción, antecedentes importantes en las formas como se pueden observar los sistemas de construcción desde la visión estructural y geométrica de los componentes para la arquitectura, sin desligarlos de sus cometidos funcionales y distributivos.

La participación social en estas tareas, es otro ingrediente de primordial importancia, debido a que propicia entre la comunidad que participa, la apropiación del bien cultural como objeto que los identifica y por lo mismo, es adoptado con una razón de permanencia y orgullo para la comunidad.

BIBLIOGRAFÍA

ALCALÁ, Fray Jerónimo de. (2000). *Relación de Michoacán*, Coordinación de edición y estudios Moisés Franco Mendoza, Zamora (México): El Colegio de Michoacán, Gobierno del Estado de Michoacán.

CARRILLO Alberto. (1993). *Michoacán en el Otoño del Siglo XVII*, Zamora (México): El Colegio de Michoacán, Gobierno del Estado de Michoacán.

FERNÁNDEZ, Teresita. (2004). *Morfología del Territorio y de los Asentamientos Humanos en la Frontera Oriente de Michoacán Virreinal, siglo XVI*, Tesis de Maestría en Arquitectura, Investigación y Restauración de Sitios y Monumentos, Morelia (México): Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Arquitectura.

GERHARD, Meter. (1986). *Geografía histórica de la Nueva España 1519-1821*, México (México): UNAM.

GUEVARA, Fernando. (1989). Los factores físico-geográficos. In: Enrique Florescano, (coord.), *Historia general de Michoacán*, v. I, Morelia (México): Gobierno del Estado de Michoacán/Instituto Michoacano de Cultura.

JACINTO, Agustín. (1988). *Mitología y modernización*, Zamora (México): El Colegio de Michoacán, Gobierno del Estado de Michoacán.

VARGAS, Guillermo; NAVARRO, América. Evolución de los cambios territoriales del obispado de Michoacán, durante el periodo virreinal. En: AZEVEDO, Eugenia, et al. (2008). *Del Territorio a la Arquitectura en el Antiguo Obispado de Michoacán*, Morelia (México): Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

NOTAS

1 – Los tarascos o purépechas conformaron un imperio durante el posclásico mesoamericano, tuvieron como centro de actividades la cuenca lacustre de Pátzcuaro en Michoacán. Este grupo permanece aún en la región.

AUTOR

Doctor en arquitectura, restaurador de monumentos, profesor investigador de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, México, con publicaciones en revistas especializadas, libros, ponente en congresos, línea de investigación: Tecnología de la arquitectura histórica. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores del CONACYT, Nivel 2.



REPARACIÓN DE CUATRO MONUMENTOS HISTÓRICOS DE MARÍA ELENA

Patricio Arias

Surtierra Arquitectura Ltda
General Jofre 386-C, Santiago, Chile
Tel: 56-2-2221364 patricioarias@surtierrarquitectura.cl

Palabras clave: técnicas mixtas, adobe armado, patrimonio de tierra en zona sísmica, campamentos mineros en Chile.

RESUMEN

El conjunto de los edificios patrimoniales de la comuna de María Elena (al norte de Chile) que conforman el llamado barrio cívico, está concebido como construcciones de adobe. A primera vista se trata de edificios tradicionales de adobe, sin embargo, a raíz del terremoto del 14 de noviembre de 2007 y de los daños producidos en dichos monumentos se evidencia una realidad diferente: la presencia de mallas (escalerillas de malla metálica cada tres hiladas) y otros elementos metálicos como pilares y cerchas (estructuras de techumbre) que muestran un sistema particular e inusual en la manera de construir con tierra, una especie de “adobe armado”. Este reforzamiento demostró ser altamente eficiente en la estabilidad sísmica de los edificios, los cuales a pesar de los daños, se encuentran todos en pie.

Los edificios mencionados, se encuentran todos protegidos por la Ley chilena de Monumentos, y entre ellos se encuentran una iglesia, una escuela, los ex-baños públicos y un teatro.

En la ex Escuela Consolidada y la Iglesia, se encontraron estructuras metálicas y estructuras de madera respectivamente, ambas sumergidas en los muros de adobe, unidas a la estructura de techumbre descargando ésta directamente al suelo.

1. ATACAMA ZONA MINERA

El vínculo con la minería fue estrecho para muchas de las poblaciones precolombinas del norte de Chile, situación homologada durante tiempos de la colonia, los albores del siglo XX y hasta la actualidad, en que la principal fuente de divisas de nuestro país está proporcionada por las diferentes modalidades de la gran y pequeña minería, muy especialmente del cobre y su alto valor alcanzado en los mercados internacionales.

Chile fue para el imperio Inka un prodigio mineral. Diferentes estudios arqueológicos y etnohistóricos han revelado que más de la mitad de los asentamientos de ese imperio en nuestro país, están asociados con procesos productivos mineros-metalúrgicos con particularidad en el cobre, piedras semipreciosas, minería de la plata y el oro en menor escala. Los pueblos Diaguita, los Copiapó, y muy particularmente los Atacameños ya explotaban los recursos minerales desde el Período Formativo (1000 a.C. a 400 d. C. aproximadamente).

Un ejemplo de asentamiento de mineros Atacameños que trabajaban para el Inka, se encontró al noreste de Calama, muy cercano a Chuquicamata y San José del Abra, lugar en que se explotaban óxidos de cobre y una mina de turquesa, bajo un régimen de trabajo al servicio del Estado, conocido como mi'ta, que removió toneladas de tierra con una tecnología que incluía mazos, martillos, palas y cinceles de piedra y madera (Salazar, sd). Dichos territorios aportaron valiosos metales al imperio, significativos no por su valor económico, sino dados por su alcance en el ámbito del poder simbólico y prestigio. El oro y la plata estaban restringidos en su uso a las capas sociales superiores, (tanto el Inka y su esposa mamakolla eran venerados como descendientes directos del sol y la luna). A estos se sumaban algunos personajes de alto rango cercanos a la casta gobernante en el Cuzco a los que se les permitía la posesión de esos nobles metales.



Figura 1 – II Región de Antofagasta, Desierto de Atacama, Chile

Por contrapartida el cobre y el bronce, se asociaban míticamente al “pueblo”, al “hombre común”. Como fuere, para los estudiosos del tema existe una estrecha vinculación e interrelación entre la tecnología, la economía, la organización social y la religión andinas. Hoy existe mucha información acerca de la concepción sobrenatural que los pueblos originarios asignaban a los minerales (incluidas la fundición, representaciones utilitarias y/o artísticas), y del modo en que esto influía en la organización de la producción.

2. DEL IMPERIO INKA AL SIGLO XX

Habida cuenta de la desintegración del imperio Inka, el nuevo escenario socioeconómico irrumpe con la aparición del europeo y su conquista de territorios hacia el centro y sur de Chile. La explotación de los lavaderos en el siglo XVI explica la conformación del capital original que otorgó los excedentes que hicieron emerger otras actividades económicas y que hizo posible la empresa de la Capitanía.

Durante los siglos XVII y XVIII nuestro país conformó una tendencia hacia el agro (la Hacienda representó buena parte de la identidad de aquel período), sin embargo a pesar de encontrarse en un segundo orden la minería (especialmente del oro, plata y cobre de alta ley) siguió representando una gran fuente de recursos que contribuyeron decisivamente en el armado de un creciente comercio interno y externo. El desapego a la actividad minera para el siglo XVIII fue descrito por Juan Egaña (1803) en su informe al Real Tribunal de Minas. Chile vivía preferentemente de sus exportaciones agrícolas.

El resurgimiento de la minería en Chile sólo se logra durante el siglo XIX, en momentos de la independencia de España y en un escenario marcado por la Revolución Industrial y las nuevas libertades de comercio mundiales.

La minería se torna clave en el desarrollo del país especialmente a partir de los ciclos de producción con los descubrimientos de Chañarcillo (plata); del carbón (Lota) y luego de la Guerra del Pacífico, al ciclo del salitre (1880 – 1930), proceso con el que Chile ingresó a un siglo XX, marcado por la explotación del cobre a gran escala (el mineral de El Teniente comienza su producción en 1905; en 1915 el de Chuquibambilla y en 1920 el mineral de Potrerillos).

3. EL CICLO DEL SALITRE

El Caliche, aquella materia prima de donde se extrae el salitre, está constituido por una masa compuesta de nitrato de sodio mezclado con otras sales como cloruros y sulfatos y

otras substancias terrosas. La palabra deriva del vocablo quechua, que inicialmente denominaba "cachi" a este mineral. En su lengua, significa sal. El término fue derivando en "calchi", hasta que llegó a "caliche", que es como se conoce hoy en día¹. Ciertamente los inkas usaron el salitre como abono o fertilizante en su producción agrícola, pero es a partir del tiempo de la Colonia que cobra una vital importancia a nivel mundial².

El alemán Tadeo Haenke en 1809 inventa un procedimiento para extraer el salitre potásico desde el caliche y esto contribuye fuertemente desde 1830 a que el salitre tuviera un gran auge especialmente requerido desde Europa a condición de su impacto como abono y al empleo del vapor de agua para lixiviar. Entre los años 1872 – 1876 la explotación del Caliche se producía en un vasto territorio que derivó en la creación de más de 55 oficinas salitreras, en poder preferentemente de peruanos y chilenos, dueños del mayor depósito natural de yodo y nitrato del mundo. La situación mundial de entonces estaba condicionada por asuntos geo-políticos y geo-económicos que en el fragor de la aparición de estados nacionales (especialmente de Alemania e Italia), hacían posible escenarios de guerra, donde el nitrato era usado en la fabricación de explosivos, y dónde además se produjo un fuerte incremento de la población que requirió la búsqueda de nuevas formas para hacer rendir la producción agrícola. En ese contexto Chile sale victorioso de la Guerra del Pacífico y se transforma en el mayor productor de nitrato del mundo. Entre 1880 y 1930 las exportaciones salitreras constituyeron la principal área de la economía chilena.

Esta innovación realizada por el Estado chileno le permitió aumentar su participación en la economía. "Mientras en 1880 el gasto del Gobierno, como porcentaje del PIB, representaba una cifra del orden del 5% al 6%, para 1920 llegaba a un 14%, iniciando una fase de constante expansión que no se detendría hasta la década de los '80"³.

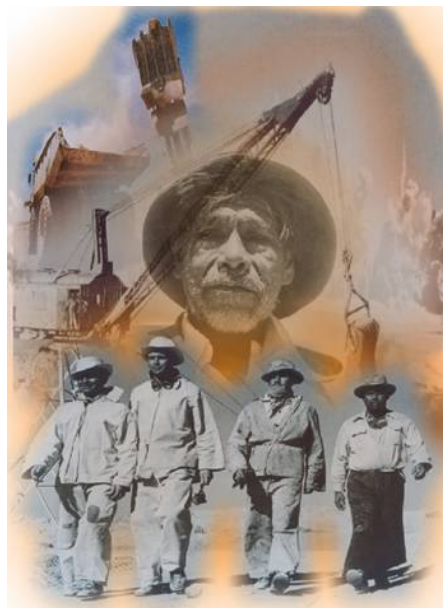


Figura 2 – Mineros del Salitre Fuente: Museo María Elena

Alemania fue el principal comprador de salitre chileno en la primera etapa de expansión del negocio. Las condiciones cambiaron abruptamente durante las primeras décadas del siglo XX momento en el cual se produce la Gran Guerra de 1914. Chile con su neutralidad en el conflicto, colaboró en el bloqueo comercial impuesto a Alemania, incluyendo el salitre y la producción de explosivos, que llevó al país europeo a inventar el salitre sintético. Fue el inicio de una debacle económica en nuestro país. Numerosas oficinas salitreras debieron cerrar y miles de trabajadores quedaron sin empleo. La obsolescencia del proceso Shanks⁴, junto con el agotamiento de las calicheras de alta ley, sumado a los altísimos costos de transporte del mineral terminaron por cerrar las oficinas antiguas. En 1924 "The Lautaro Nitrate Company Limited" cerraba las puertas de la oficina Chacabuco, la última gran oficina con tecnología Shanks. Se abría paso a una nueva estrategia en el sistema de elaboración

del salitre mediante la compra que hace la familia Guggenheim (de origen norteamericano) de terrenos en Tocopilla, cantón de El Toco, en la ex oficina denominada Coya Norte y que posteriormente en 1927 cambia al nombre de María Elena, en homenaje a la esposa de Elías Anton Cappelen Smith, creador del sistema Guggenheim. Este sistema, -en términos generales-, es una técnica que se basa en la utilización de caliches de baja ley, de alrededor del 8%. Para hacerse una idea, el anterior sistema Shanks requería caliches con al menos un 15% de ley para ser explotados. Otras de sus principales ventajas radican en una lixiviación a menor temperatura (30°C), ahorro de energía y mayor mecanización del sistema.

4. EL NACIMIENTO DE MARÍA ELENA

El campamento minero de María Elena⁵, diseñado por ingenieros y arquitectos ingleses y construido por manos pampinas entre 1925 y 1927, respondía al concepto de “ciudad ideal” para albergar a una ingente cantidad de trabajadores venidos de diversos lugares de Chile (muy especialmente de la IV y V regiones actuales) y de países limítrofes que se integraban a este nuevo impulso de la minería del salitre, en franco retroceso productivo. Hubo que planificar este gran asentamiento humano y dotarlo de infraestructura acorde a los nuevos tiempos. Aparecía en escena por aquellos años la construcción de la “vivienda obrera” en Chile (Garcés, 1999) y María Elena no era ajena a esta tendencia. La finalidad de este nuevo concepto era posibilitar que los mineros se identificaran con los espacios institucionales que la empresa Anglo-Chilean Consolidates Nitrate Corporation (dueña e impulsora de este proyecto), para que se arraigaran en ese espacio geográfico adverso, el de la pampa en el desierto más árido del mundo. De algún modo eso se consiguió ya que María Elena es la última Oficina Salitrera en funcionamiento de las más de 200 que existieron entre los siglos XIX y XX.

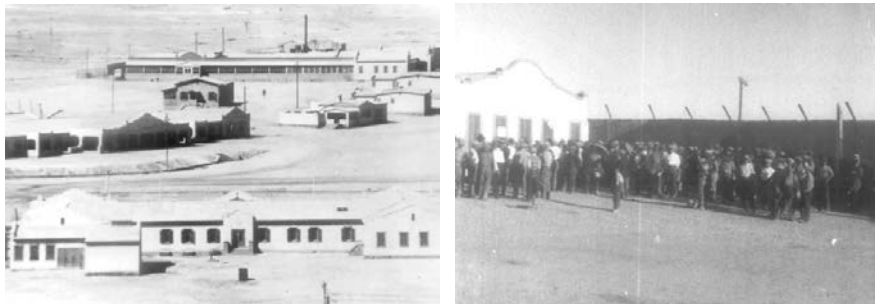


Figura 3 – Vistas del campamento de María Elena en sus inicios. Fechas desconocidas. Fuente: archivo personal Nelson Aranda León, habitante de María Elena



Figura 4 – Vistas del campamento de María Elena en sus inicios, donde se aprecian las primeras construcciones tipo “chalets”. Fechas desconocidas. Fuente: archivo personal Nelson Aranda León, habitante de María Elena

Al igual que todos los demás campamentos salitreros María Elena fue altamente estratificado y jerarquizado, donde la separación entre obreros y jefes se expresaba en barrios distintos. El “barrio americano” estaba constituido por 60 casas, y el resto de la población estuvo distribuida en unas 1500 viviendas y unas 350 habitaciones para solteros⁶.

El trazado original de María Elena es octogonal, con cuatro lados mayores y cuatro lados menores, desde donde surgen dos diagonales respondiendo al tradicional “company town” que tienen convergencia en el barrio cívico y en la plaza dividida en 8 jardines, además

dotada de Pimientos y Algarrobos que atenúan el calor pampino. Su diseño se asemeja a la bandera del Reino Unido.



Figura 5 – Vistas del campamento de María Elena en sus inicios. En la foto superior se aprecia el particular diseño urbano de la comuna, en forma de “bandera inglesa”. Fechas desconocidas. Fuente: archivo personal Nelson Aranda León, habitante de María Elena

La construcción de María Elena es distinta a la de las otras oficinas salitreras, partiendo por sus decorados que hablan de un estilo foráneo, probablemente mexicano. Estos ornamentos constructivos se presentan de manera extendida por las diferentes viviendas y edificios del barrio cívico que fueron declarados Monumento Histórico mediante el D.E. 400 del 22 de noviembre de 1999⁷. Dicha declaratoria se amplió recientemente a la de Zona Típica o pintoresca.

Desde un principio María Elena contó con un hospital, escuelas, iglesia, registro civil, correos y telégrafos, oficina bancaria, etc. Los barrios de obreros originalmente no contaron con servicios higiénicos ni agua potable, sino hasta la década de los 50 en que se implementaron servicios de alcantarillado adecuados⁸. Las viviendas de los obreros estuvo constituida por hileras de 12 casas pareadas, con un pequeño patio trasero y que conformaba un callejón con las casas de enfrente. Allí se producía (y aún) un espacio de interacción social.



Figura 6 – Vistas de la casa del director del campamento. Fecha desconocida. Fuente: archivo personal Nelson Aranda León, habitante de María Elena

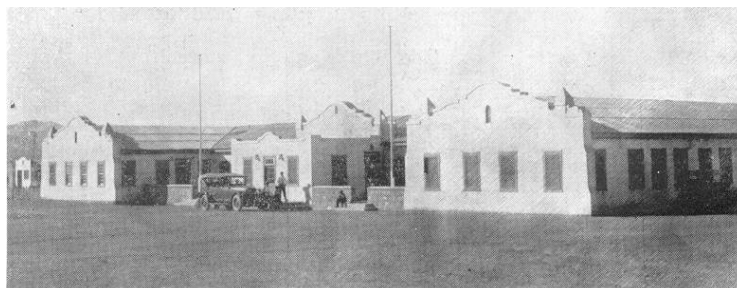


Figura 7 – Vista de la gerencia del campamento. Fecha desconocida. Fuente: archivo personal Nelson Aranda León, habitante de María Elena



Figura 8 – Vistas de la gerencia de María Elena en sus inicios. Fechas desconocidas. Fuente: archivo personal Nelson Aranda León, habitante de María Elena

La vida en la pampa se desenvuelve en un espacio muy definido llamado Campamento. En este lugar se recrean los más variados lazos de convivencia y relaciones de los pampinos que marcan una dinámica comunitaria muy difícil de eliminar. Hay una interacción socio-cultural donde se recrean por generaciones un habla particular que integra expresiones quechuas, españolas, inglesas o francesas⁹, donde también los pampinos establecen sólidas redes de cohesión social, en que a pesar de las diferencias étnicas y de clases todos se conocen y protegen.



Figura 9 - Vistas de la antigua estación de trenes, hoy en desuso. Fecha desconocida. Fuente: archivo personal Nelson Aranda León, habitante de María Elena



Figura 10 – Vistas de uno de los “buques” de María Elena. Fecha desconocida. Fuente: archivo personal Nelson Aranda León, habitante de María Elena



Figura 11 – Vistas de un conjunto de casas cercana a Avenida O’Higgins, hoy desaparecidas. Fecha desconocida. Fuente: archivo personal Nelson Aranda León, habitante de María Elena



Figura 12 – Vistas de un conjunto de casas cercana a Avenida O'Higgins, hoy desaparecidas. Fecha desconocida. Fuente: archivo personal Nelson Aranda León, habitante de María Elena

5. SISTEMA CONSTRUCTIVO TIERRA-METAL-MADERA

Los edificios patrimoniales de María Elena que conforman el barrio cívico están concebidos como construcciones de adobe. A primera vista se trata de edificios de adobe tradicionales. A raíz del terremoto del 14 de noviembre de 2007 y los daños en dichos monumentos se evidencia una realidad diferente, la presencia de mallas y otros elementos metálicos como pilares y cerchas (estructuras de techumbre) muestran un sistema particular e inusual en la manera de construir con tierra, las posteriores prospecciones del equipo de arquitectos de la oficina Sur tierra, evidenciarán la presencia regular de mallas en todos los edificios de adobe y adicionalmente la presencia de estructuras metálicas o de madera al interior de los muros.

Las estructuras de adobe del conjunto María Elena están conformadas por muros de adobe reforzados con escalerillas de malla metálica cada tres hiladas. Este reforzamiento demostró ser altamente eficiente en la estabilidad sísmica de los edificios. Adicionalmente se encontraron estructuras metálicas en la ex escuela consolidada y estructuras de madera en la Iglesia, ambas se encuentran sumergidas en los muros de adobe unidas a la estructura de techumbre descargando ésta directamente al suelo.

5.1 El sistema constructivo mixto de la ex escuela consolidada

La Ex Escuela consolidada, al igual que el resto de los edificios que conforman el Monumento Histórico del Barrio Cívico de la salitrera de María Elena, fue concebido con un sistema mixto tierra-metal-hormigón armado, muestra patente de la fusión entre un modelo extranjero –la arquitectura industrial de hierro- importado por los norteamericanos, y un modelo local: la construcción en adobe.

El edificio fue concebido como un gran galpón de estructura metálica, conformada por pilares y cerchas, todo remachado, salvando grandes luces en ambos sentidos, con una técnica y lenguaje propios de la arquitectura industrial que se usaba en Estados Unidos y Europa en los años veinte. Dicho galpón luego, se encuentra recubierto o “ahogado” dentro de gruesos muros de adobe, que confieren a los recintos la capacidad de apaciguar las grandes fluctuaciones de temperatura que afecta a la zona desértica de Atacama; este material además, es el único que se podía fabricar en la zona más árida del planeta, donde la tierra es lo único que hay a mano como recurso local. Existen además, escalerillas metálicas de malla desplegada, puestas cada tres hiladas de adobe –una constante en todos los edificios del barrio cívico de María Elena- que actúa como un refuerzo al sistema, haciéndolo eficiente al momento de enfrentar los sismos.

Todo lo anterior se conjuga, logrando un resultado único, que nos hace cuestionarnos sobre la materialidad del edificio al observarlo desde fuera ya que su volumetría está lejos de parecerse a lo que normalmente se entiende como un edificio de adobe.

Dicho modelo mixto, se ha mantenido a lo largo del tiempo, sin presentar el edificio grandes variaciones, además de unos refuerzos conformados por perfiles de acero, puestos en su fachada principal.



Figura 13 – Vista de la ex Escuela Consolidada. Fuente: Archivo personal Nelson Aranda

Como conclusión entonces, se puede afirmar que el edificio de la ex Escuela Consolidada, posee no sólo valores desde el punto de vista histórico, sino sobre todo desde el punto de vista constructivo, lo que lo hace mantenerse en pie –aunque severamente dañado en la actualidad- a pesar de los grandes sismos que ha debido enfrentar y de otros graves problemas como el asentamiento de terreno que ha ido debilitando sistemáticamente el inmueble.



Figura 14 – Modelo general estructura ex Escuela Consolidada

Por la complejidad del sistema, la ex Escuela Consolidada es un modelo a estudiar en profundidad, que se debe rescatar no sólo para su intervención, sino que puede también constituir un ejemplo de eficiencia estructural a aplicar en otras restauraciones de inmuebles construidos en tierra cruda

5.2 Historia constructiva iglesia San Rafael Arcángel

La iglesia San Rafael Arcángel, al igual que el resto de los edificios que conforman el barrio cívico de María Elena, posee un sistema constructivo mixto, conformado por muros de adobe, y estructura de madera -en pilares ahogados en muros y cerchas- y escalerillas de malla metálica desplegada, cada 3 hiladas de adobe. Se podría decir que nos encontramos frente a un “adobe armado”.

Esta historia constructiva, es reflejo del momento y contexto histórico en el cual fue construido el edificio: en un campamento minero de propiedad extranjera (norteamericana), donde se seguían los patrones arquitectónicos de la arquitectura industrial (uso de materiales prefabricados, estandarización, incorporación del acero, etc.) donde todo era proyectado e incluso en algunos casos fabricado, en el extranjero; así lo evidencian los primeros planos de la iglesia que datan de 1926, donde todo está especificado en inglés y escrito en pulgadas.



Figura 15 – Vista de la iglesia San Rafael Arcángel. Fuente: Archivo personal Nelson Aranda

En aquellos planos, se aprecian los detalles constructivos que evidencian que el edificio fue pensado como un todo estructural, enfrentando la obra de adobe a una realidad sísmica; esto es prueba una vez más, de la fusión de dos culturas: la foránea presente en la estructura industrial del “galpón” que conforma la nave, y la local, presente en la construcción de resto de los recintos en adobes y con un lenguaje que responde más a la arquitectura tradicional de casa patronal chilena, y que utiliza la tierra por ser el único material presente en un lugar tan árido como el desierto de Atacama, logrando un conjunto eficaz al momento de enfrentar los sismos, y de apaciguar la gran oscilación térmica de la zona.

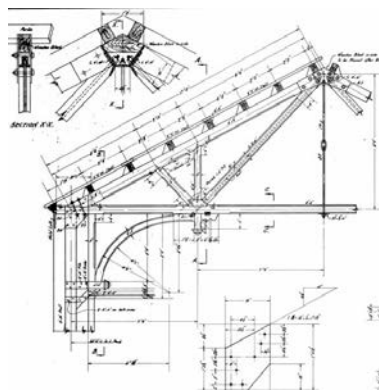


Figura 16 - Detalle estructura de techo, planimetría original. Archivo empresa minera SQM

La iglesia conforma un conjunto con la casa del párroco y otras construcciones que se han ido anexando a lo largo del tiempo, las cuales han ido conformando un conjunto armónico, hasta mediados de 1970, según lo evidencian los planos encontrados; sin embargo, en las últimas dos décadas se han ido anexando al conjunto, algunas construcciones de material ligero y escaso valor arquitectónico que menoscaban el valor total.



Figura 17 – Esquemas tridimensionales de estructura iglesia. Fuente: Oficina Surtierra arquitectura

La iglesia, a pesar del paso del tiempo y de los sismos que ha sufrido, se ha mantenido constructivamente en buen estado a lo largo de las décadas –sólo presenta daños puntuales- lo que deja de manifiesto la gran eficiencia del sistema.



Figura 18 – Síntesis estructura Iglesia. Maqueta virtual elaborada por Surtierra arquitectura

5.3 Historia constructiva Inchinor

El edificio Inchinor (Instituto Chileno Norteamericano), ex Baños Públicos de María Elena, al igual que el resto de los edificios que conforman el barrio cívico de la comuna, posee un sistema constructivo mixto, conformado por muros de adobe, y escalerillas de malla metálica desplegada, cada 3 hiladas de adobe, es decir, estamos hablando de “adobe armado”. El edificio posee también elementos de madera en ciertos puntos, como en la solera superior, aunque por sus pequeñas dimensiones, no alcanza a generar un real amarre del edificio.



Figura 19 –Vista general del ala sur-oriente del edificio Inchinor. Fuente: Oficina Surtierra Arquitectura



Figura 20 – Vista del ala sur-poniente del edificio Inchinor en etapa de construcción. Fuente: Oficina Surtierra Arquitectura

La historia constructiva de este edificio, al igual que los otros del centro cívico, es reflejo del momento y contexto histórico en el cual fue construido el edificio: en un campamento minero de propiedad extranjera (norteamericana), donde se seguían los patrones arquitectónicos de la arquitectura industrial (uso de materiales prefabricados, estandarización, incorporación del acero, etc.) donde todo era proyectado e incluso en algunos casos fabricado, en el extranjero; así lo evidencian los primeros planos de 1925 de Inchinor, donde está especificado en inglés y escrito en pulgadas. También el programa tan particular con el que fue proyectado el edificio (baños públicos en la plaza principal de la ciudad), tiene que ver

con la idea de estar en una ciudad industrial con servicios comunes, al estilo Falansterio de Fourier.

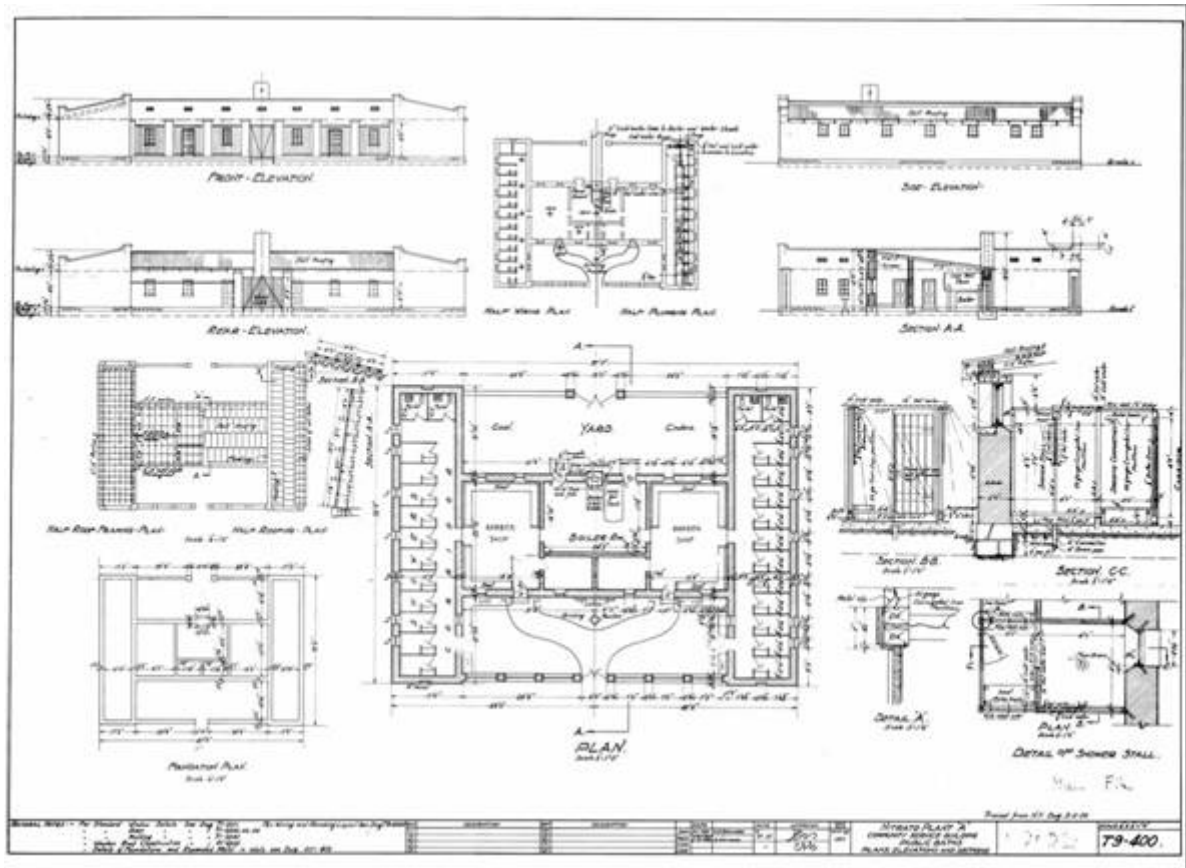


Figura 21 – Planos de Inchinor. Fecha planimetría: 1925. Propietario plano original: probablemente compañía salitrera Coya Norte. Fuente: Empresa SQM

En los planos de Inchinor, se aprecian los detalles constructivos que evidencian que el edificio fue pensado como un todo estructural, enfrentando la obra de adobe a una realidad sísmica, siendo una prueba más, de la fusión de dos culturas: la foránea presente en las piezas industrializadas, y la local, presente en la construcción en adobes, el único material posible en un lugar tan árido como el desierto de Atacama, logrando un conjunto eficaz al momento de enfrentar lo sismos, y de apaciguar la gran oscilación térmica de la zona.

De entre los edificios que conforman el encargo, es éste sin duda el que ha sufrido mayor cantidad de modificaciones, tanto en su uso, como en su arquitectura, sobre todo en lo referente a la apertura de vanos, lo que sin duda ha ido debilitando la calidad constructiva del edificio. Actualmente, cabe estacar, la presencia de un gran volumen adosado en la parte posterior del edificio, el cual está construido de material ligero (pies derechos planchas de alaminas) y escaso valor arquitectónico que menoscaban el valor total.

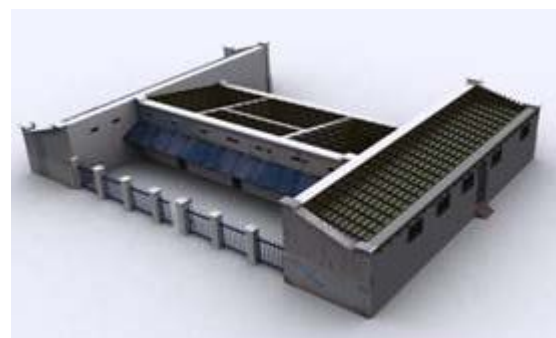


Figura 22 – Maquetas virtuales de sistesis de la estructura de Inchinor, producidas por Oficina Surtierra Arquitectura

Pese a lo anterior, Podríamos decir como conclusión entonces, que INCHINOR al igual que el resto de los edificios del barrio cívico, poseen grandes valores constructivos, donde a través de la comprensión de cómo fueron hechas las obras, se puede entender un momento de la historia de María Elena, la última ciudad salitrera con una población activa del país.

6. COMENTARIOS FINALES

El desarrollo y la comprensión de los sistemas constructivos de estos edificios, así como la correcta implementación de sistemas de estabilización y consolidación estructural se presentan como una oportunidad de indagar en nuevas maneras de entender la construcción con tierra contemporánea en un contexto de zona sísmica, abriendo el camino a un universo de experimentación y comprensión del trabajo con sistemas constructivos de tierra con estructuras mixtas.

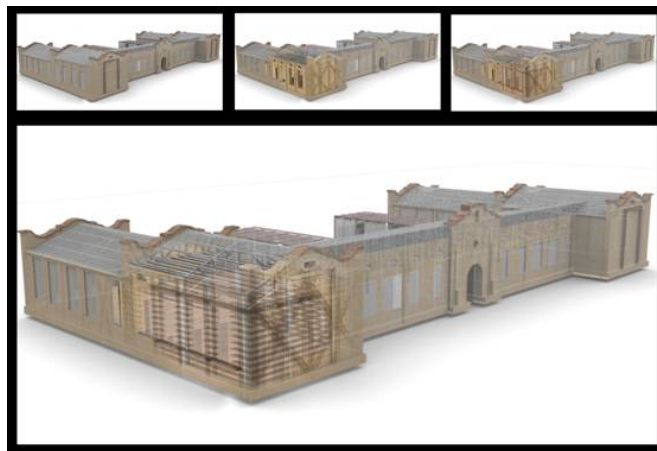


Figura 23 – Anteproyecto de consolidación ex Escuela Consolidada

Los edificios patrimoniales del centro cívico de María Elena entregan una nueva lectura sobre la arquitectura patrimonial contemporánea y sus posibilidades de intervención en sistemas más apropiados y menos invasivos. Esto significa sistemas que sean más compatibles con los trabajos estructurales propios de la estructura de tierra (adobes en este caso) que sean capaces de “acompañar” su movimiento sin reemplazarlo ni despreciarlo como sucede muchas veces con las intervenciones de reforzamiento que intentan “despreciar” el aporte estructural del adobe, reemplazándolo por elementos estructurales más resistentes que finalmente producen el efecto inverso de ser un agente de deterioro al momento del sismo.



Figura 24 – Anteproyecto de consolidación Iglesia San Rafael Arcángel**Figura 25** – Anteproyecto de consolidación INCHINOR

Finalmente resulta muy interesante poder indagar en edificios declarados Monumento Histórico por valores muy distintos a los constructivos siendo que es, en esta misma característica donde probablemente se abren los más amplios horizontes en la perspectiva del trabajo con y la investigación sobre la conservación y la restauración del patrimonio arquitectónico en zonas sísmicas.

BIBLIOGRAFIA

BURGOS, G. (sd). Fotografía del Salitre. Provincia de Antofagasta y Departamento de Tocopilla.

EGAÑA, Juan (1803).

GARCÉS, E. (1999). Las ciudades del salitre. Santiago: Editorial Orígenes.

SALAZAR, D. et al. (sd) "Minería y Metalúrgica: del cosmos a la tierra, de la tierra al Inka".

NOTAS

1 – www.sqm.com

2 - Los primeros embarques de salitre a Europa se realizan hacia el puerto de Liverpool en el año 1820.

3 – www.minmineria.cl

4 - El sistema Shanks requería de abundante mano de obra.

5 – María Elena esta ubicada a 22° 20' latitud sur y 69° 39' 00" longitud norte a 1240 metros sobre el nivel del mar.

6 – Burgos (sd), p.14.

7 – Incluyese el Teatro metro, la ex Pulpería, el Mercado, la Iglesia San Rafael Arcángel, la Plaza, la ex Escuela Consolidada de Experimentación y la Sede de la Asociación Social y Deportiva.

8 – Las casas del "barrio americano" disponían de avances tecnológicos modernos que incluían agua potable para el baño y de agua salada diferenciada para los excusados.

9 – Un ejemplo es el uso masificado de la palabra chalet, muy usada aún hoy en María Elena para referirse a aquellas viviendas unifamiliares usadas por los extranjeros de principios del siglo XX.

10 – Oriundo de María Elena fue el destacado boxeador "Cachetón" Ávalos.

11 – Forma coloquial de tratamiento entre los mineros.

AUTOR

Patricio Arias, arquitecto.





ARQUITETURA DA SUSTENTABILIDADE – NOVOS PROCEDIMENTOS

Marcia Macul¹; Sergio Prado²; Claudia de Andrade Oliveira³

Universidade de São Paulo – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
Rua Tomé Portes 1138, Brooklin, 04623-050 São Paulo, SP, Brasil Tel. (55 11) 5561 1498/9534 8854

(1) marmacul@usp.br; (3) ctao@usp.br

(2) Tel: (55 11) 3804 0571 / 8324 5844 sergioprado@curadoresdaterra.com.br

Palavras-chave: taipa de pilão, terra crua, reaproveitamento de embalagens pós consumo

RESUMO

O objetivo deste artigo é apresentar o processo de produção de vedos internos e externos usando a terra crua estabilizada (taipa de pilão e tijolos) e embalagens poliméricas pós-consumo. O trabalho está inserido em uma pesquisa que, na sua dimensão mais ampla, visa o desenvolvimento e aprimoramento de componentes e elementos de construção associados a tecnologias construtivas para edifícios urbanos e rurais, nas quais são priorizados o consumo sustentável dos recursos naturais e o reaproveitamento e reciclagem de resíduos plásticos, orgânicos e minerais. A terra crua estabilizada, física e mecanicamente, é transformada em espessas taipas e compõem a base estrutural que solidifica as construções. As embalagens pós-consumo, constituídas predominantemente de garrafas de poli(tereftalato de etileno) e resíduos de diversos polímeros sem tecnologia para reciclagem ("plásticos contaminados"), são base para construção de paredes de fechamento translúcidas que permitem o aproveitamento da iluminação natural proporcionando efeitos estéticos únicos. As embalagens pós-consumo e os resíduos descartados (plástico contaminado) são aglutinados com poliuretano vegetal biodegradável, derivado de plantas oleaginosas como o pinhão manso. Essas construções nascem dos materiais que se têm no próprio lugar, os denominados "materiais livres", fora de mercado. Combinados às paredes monolíticas de taipa, esses painéis plásticos compõem as novas superfícies plástico/orgânicas que podem ser denominadas *taiplástica*. Todos estes são procedimentos novos, permitindo um evento especialmente criador no tema da arte e arquitetura, fazendo surgir elementos e componentes construtivos inovadores. Como principais desdobramentos desta pesquisa podem ser citados os programas de capacitação de pequenas comunidades e populações quilombolas no litoral norte do Estado de São Paulo – transferência e difusão desses processos – o que tem se convertido em importante vetor de conscientização do conceito de inovação para as pessoas. Assim, permite-se à população o entendimento e análise dos problemas ambientais enfrentados e a classificação de recursos locais que podem ser acessados para a implementação dos princípios do desenvolvimento sustentável, incluindo a formação de recursos humanos e o incentivo do eco-turismo local.

1. INTRODUÇÃO

Consumo sustentável, arquitetura sustentável são derivações do termo desenvolvimento sustentável que ganhou notoriedade com a publicação da obra O Nosso Futuro Comum (WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT, 1988), onde o desenvolvimento sustentável é definido como aquele "que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações terem atendidas as suas próprias necessidades". O conceito de desenvolvimento sustentável começou a ser traduzido em ações com a publicação da Agenda 21 (1992), que constitui uma das mais ousadas e abrangentes tentativas de promover, em escala mundial, um novo padrão de desenvolvimento, conciliando ações nas esferas ambiental, social e econômica – estimulando métodos de proteção e conservação do meio ambiente, garantindo o crescimento econômico dos países, principalmente aqueles em fase de desenvolvimento ou subdesenvolvidos, promovendo, porém, a justiça social, a erradicação da pobreza e o acesso das populações à educação, cultura, moradia e infra-estrutura urbana e rural de qualidade. O foco inicial estava centrado em evitar a depredação dos recursos naturais extraídos de fontes não renováveis; reduzir a emissão de poluentes atmosféricos e a

contaminação do solo e dos corpos de água superficiais e subterrâneos e mitigar as mudanças climáticas, tentando reduzir a liberação de gases de efeito estufa na atmosfera terrestre. Paralelamente aos cuidados na especificação dos materiais, estimulava-se a adoção de soluções de projeto diretamente relacionadas à conservação de energia no uso e manutenção de edifícios. Mais recentemente, tem crescido a ênfase dada aos aspectos não técnicos, pois se reconhece que as dimensões econômicas e sociais do desenvolvimento sustentável não podem ser desconsideradas nesta análise, uma vez que o ambiente construído produzido pelo ser humano incorpora, na sua essência, características culturais e sociais da comunidade e é predominantemente influenciado pela condição econômica e poder aquisitivo dos usuários. Uma das premissas defendidas hoje nos modernos códigos de arquitetura sustentável é exatamente a de que a energia incorporada nos materiais deve ser usada da forma mais racional possível e que o consumo de energia na produção, uso e manutenção de edifícios deve ser minimizado. O homem, ao longo da sua história, passou de gerador a gerenciador de energia. Nas construções antigas, o uso da mão-de-obra operária era intenso e os materiais de construção tinham baixo grau de processamento e, portanto, baixa energia incorporada. A crescente competência do ser humano de usar a energia de forma intensiva para a produção de materiais, equipamentos e tecnologias mais complexas, não foi compatível com a sua capacidade de gerenciar a produção e o uso final desta energia. Na condição de um mau gerenciador de energia o homem hoje padece dos diversos impactos criados nesse processo.

Face ao exposto, o objetivo deste artigo é apresentar o processo de produção de vedos internos e externos usando a terra crua estabilizada (taipa de pilão e tijolos) e embalagens poliméricas pós-consumo. O trabalho está inserido em uma pesquisa que, na sua dimensão mais ampla, visa o desenvolvimento e aprimoramento de componentes e elementos de construção associados a tecnologias construtivas para edifícios urbanos e rurais, nas quais são priorizados o consumo sustentável dos recursos naturais e o reaproveitamento e reciclagem de resíduos plásticos, orgânicos e minerais. O que se propõe nessa pesquisa é a conservação de energia pelo uso de materiais locais e de práticas construtivas autóctones usando a terra crua e as embalagens plásticas pós-consumo.

As práticas sociais e capacitação de recursos humanos aqui relatadas foram desenvolvidas e testadas junto a comunidades localizadas no Litoral Norte do Estado de São Paulo e em Ilhéus na Bahia, onde várias obras foram edificadas nos últimos três anos e atualmente são usadas pelas comunidades que participaram na sua construção.

2. ANTECEDENTES

Essa proposta de trabalho surgiu das experiências técnicas, científicas e pessoais dos autores deste artigo com o reaproveitamento dos resíduos sólidos (industriais e residenciais) como materiais de construção, com uso das técnicas construtivas com terra crua na produção de habitações e com a análise de desempenho de elementos e componentes de construção civil. A sistematização dos conceitos do Projeto Aguazul (item 5), bem como o programa de capacitação de recursos humanos no uso dessas técnicas constam do programa de pós-doutoramento de Macul (2008).

Com base nas experiências prévias, optou-se por focar o trabalho na revitalização do uso da terra crua como material de construção criando-se uma nova estética para o uso do material. A revalorização da terra enquanto material de construção permite resgatar técnicas construtivas originárias da arquitetura colonial brasileira, que estabelecem fortes vínculos entre o local, o usuário e a tecnologia, visando humanizar e criar uma identidade própria para a construção. Resultados recentes de muitas iniciativas e projetos usando a terra para a produção de blocos e tijolos de solo estabilizado têm sido expostos à comunidade técnica e científica. Este trabalho colabora para o estudo de mais uma alternativa do uso da terra estabilizada por meio da produção de paredes monolíticas estruturais combinadas com paredes produzidas com componentes leves, técnica construtiva que possibilita variações projetuais ainda não abordadas por outros grupos de pesquisa.

A experiência da arquitetura com terra crua alia o projeto teórico à prática – ou seja, o desenho e o canteiro passam a ter estreita vinculação. Não há mais o projeto autoritário, que regula e comanda a obra, mas o projeto passa a ser um roteiro para o “fazer”, para o acontecer da obra. A experiência com o manejo do material, ou seja, o conhecimento do material a ser trabalhado e seus possíveis desenhos é significativo; tem relação com a aproximação do corpo e mente, sensibilidade e razão. Um dado importante ainda é que essa construção, caso demolida, não é entulho nunca; as paredes de taipa voltam a ser chão, a ser solo.

A experiência mostra que a relação com o suporte, o material, é uma relação superior, ela busca o conforto, a identidade com o ser. O material terra poderá ser a reconciliação homem/natureza, a materialização da arquitetura que se casa com a natureza, uma nova arquitetura que trata das energias envolvidas, da relação indivíduo/comunidade, contexto/identidade, projetar/fazer. É o respeito com o colocar a obra na paisagem, é a procura da delicadeza que o homem trás dentro de si, é o apropriar-se da natureza com dignidade como ela lhe é oferecida.

A busca por uma nova estética para as construções em taipa levou a equipe do projeto e incorporar novos materiais, entre eles as embalagens pós-consumo e os resíduos de polímeros termoplásticos, sem valor para reciclagem e conhecidos como “plásticos contaminados”.

Nesta proposta de materiais naturais e reaproveitamento dos resíduos, há uma situação singular de revitalização do ciclo produção/consumo, que insere o trabalho e a prática social no desenvolvimento sustentável de cada bairro e cada região. Os descartes são recolhidos pelas comunidades, levados a usinas locais ou ao próprio canteiro-de-obras, onde trabalham na sua transformação.

3. PROJETO AGUAZUL

A abordagem sistêmica das idéias arroladas nessa pesquisa permite a exploração de inúmeras interfaces de criação construtiva e de forma. A proposta é explorar ao máximo o potencial de cada material, de modo a utilizá-lo de forma eficaz. Ao final de 2003, começou a ser criado um processo muito peculiar para a construção de uma casa com paredes estruturais em taipa de pilão, na Praia da Almada, Ubatuba, SP. As taipas foram intercaladas com paredes de alvenaria de tijolos de solo estabilizado produzidos na própria obra, e também com paredes de garrafas poli(tereftalato de etileno) PET (figura 1). Com uma planta simples e corajosa, (figura 2) a casa resultou em uma construção de harmoniosas proporções, revelando um processo racional no uso de materiais locais de forma criativa.

Nesse processo a terra crua estabilizada, física e quimicamente, é transformada em espessas taipas e compõem a base estrutural que solidifica as construções. As embalagens pós-consumo, constituídas predominantemente de garrafas PET e resíduos de diversos polímeros sem tecnologia para reciclagem (“plásticos contaminados”), são base para construção de paredes de fechamento translúcidas (internas e externas), que permitem o aproveitamento da iluminação natural proporcionando efeitos estéticos únicos. As embalagens pós-consumo e os resíduos descartados (plástico contaminado) são aglutinados com poliuretano (PU) vegetal biodegradável, derivado de plantas oleaginosas como o pinhão manso. Essas construções nascem dos materiais que se têm no próprio lugar, os denominados “materiais livres”, ainda fora de mercado. Todos estes são procedimentos novos, permitindo um evento especialmente criador no tema da arte e arquitetura, fazendo surgir elementos e componentes construtivos inovadores. Combinados às paredes monolíticas de taipa, esses painéis plásticos compõem as novas superfícies plástico/orgânicas que podem ser denominadas *taiplástica*.

Nessa obra foi treinada uma pequena equipe de seis pessoas locais para a produção das taipas densas e dos tijolos esguios. As sete estruturas em taipas, feitas em apenas sete

dias, tornaram-se um “santuário” de visita  o; grossas paredes de taipa com 35 cm de largura, tornando-as potentes como estruturas, mostrando este valor próprio delas.



Figura 1 – Vistas externa e interna da casa do Projeto Aguazul, construída na praia da Almada, Ubatuba, SP

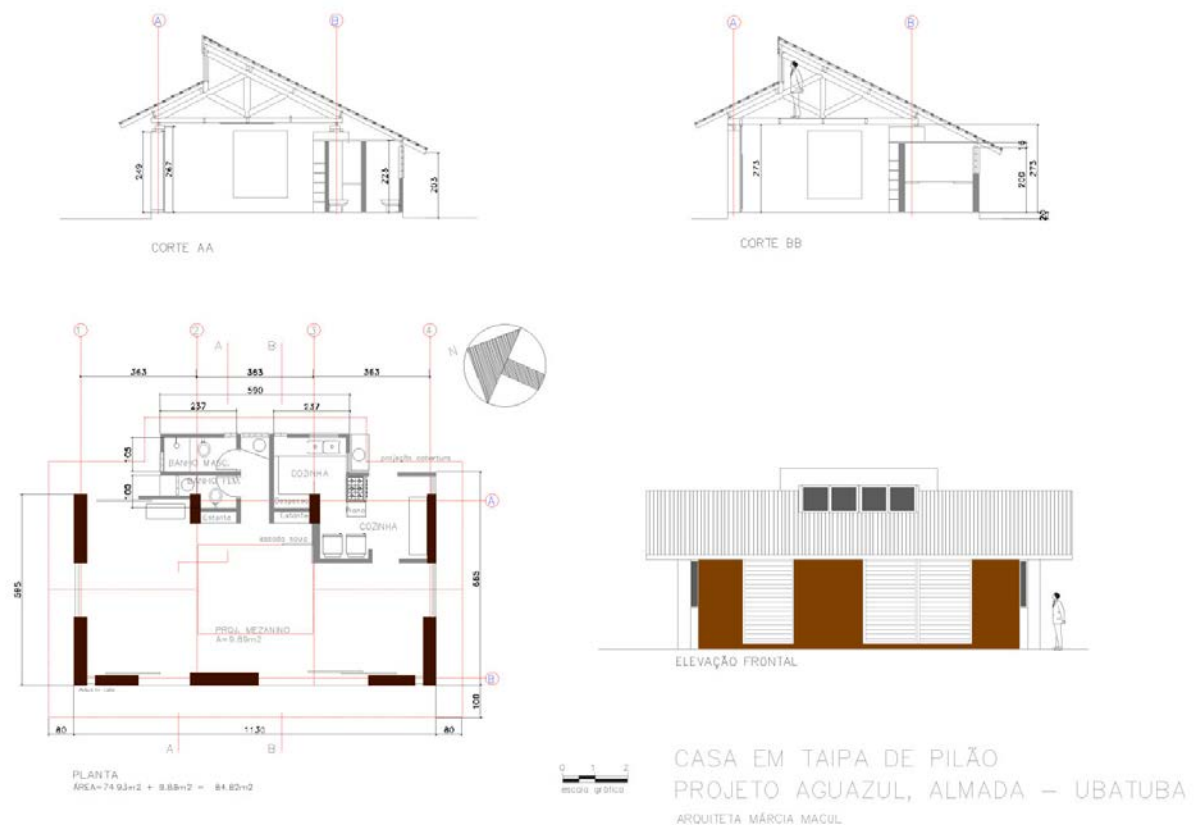


Figura 2 - Cortes, planta baixa e vista da casa do Projeto Aguazul

Paralelamente aos cuidados na especificação dos materiais, estimulava-se a adoção de soluções de projeto diretamente relacionadas à conservação de energia no uso e manutenção de edifícios. As grossas paredes de terra permitem um microclima interior agradável no verão e no inverno, dispensando o uso de energias paralelas (aquecedores, ar condicionado), como também são feitas manualmente, sem uso de eletricidade.

Nos itens a seguir são descritos os pormenores técnicos da produção dos vedos com taipa de pilão, tijolos maciços de solo estabilizado e embalagens pós-consumo.

3.1 Fundação

Feita em brocas (2 m a 3 m de profundidade) com diâmetro aproximado de 30 cm e sapata corrida em concreto armado. A sapata deve ter um desenho especial, com saliências nas duas alas laterais para acomodar as fôrmas de madeira onde a taipa é produzida. Para o dimensionamento do baldrame deve-se considerar a energia para compactação da terra. A geometria da sapata deve garantir que a taipa esteja a uma altura de aproximadamente 30 cm do piso (interna e externamente), como medida preventiva para evitar o contato da parede com água de lavagem e respingos da água de chuva.

3.2 Fôrmas para a taipa

A montagem das fôrmas, onde a taipa é compactada, é um quesito importante – elas devem ser exatas, aprumadas, bem niveladas e muito resistentes, para que a forte compactação da terra não resulte na abertura ou desmonte da fôrma. Devem ser usadas placas de madeira compensada plastificada; para evitar esforços na desfôrma que possam provocar fissuras na parede e para garantir uniformidade da superfície da taipa deve ser usado um agente desmoldante em todas as superfícies internas das fôrmas. As fôrmas produzidas com madeira compensada plastificada para as taipas, têm índice de reaproveitamento de 10 vezes. Para evitar cortes e desperdícios na produção das fôrmas, a largura das paredes deve ser modulada de acordo com as dimensões da chapa usada, comumente chapas com dimensões comerciais 1,22 m x 2,44 m. A espessura final da parede de taipa deve ser de aproximadamente 10% da sua altura, porém a espessura não deve ser inferior a 30 cm em razão da necessidade de acomodação do taapeiro no interior da fôrma.

3.3 Misturas de solo

Testes expeditos, também denominados testes de campo ou testes sensoriais conforme orientações de Neves (2000), Minke (2001) e Macul (2007), são feitos no próprio canteiro-de-obras e determinam a necessidade de correção do solo encontrado no local da obra. Pode haver necessidade do controle do teor de umidade do solo, do uso de agentes químicos estabilizantes em diversas proporções, bem como a necessidade do acréscimo de areia quando a terra tem alto teor de argila. As frações consideradas ideais de argila e areia no solo estão por volta de 30% e 70%, respectivamente. Os estabilizantes comumente usados são cal hidratada (CHI) e uma resina feita a base de óleos vegetais de marca comercial DS-328[®]. Essa resina é destinada à estabilização de solos utilizados predominantemente na pavimentação de estradas, logradouros públicos, pátios de estacionamento, entre outras aplicações. A dosagem da cal hidratada varia entre 1% e 3% em massa de solo seco; a resina DS-328[®] é usada na proporção de 1:2000 em massa de solo seco.

3.4 Produção das paredes de taipa

As camadas da mistura são depositadas nas fôrmas em espessuras de 15 cm. Após a compactação manual a camada resultará em uma massa coesa e firme com espessura aproximada de 5 cm a 7 cm. As fôrmas são desmontadas logo após terminada a compactação. A cura das taipas é feita ao ar, sendo necessária a proteção contra intempéries (sol e chuva) por um período de 15 dias. A textura da terra compactada é o retrato da distribuição das suas partículas, está determinada pela predominância de uma fração específica dessas partículas; ela pode ser mais argilosa, mais arenosa (figura 3). Uma imagem bem próxima de uma parede em taipa pode revelar texturas bastante expressivas (figura 4).

3.5 Produção das paredes de garrafas

As garrafas PET, coletadas em cooperativas locais de catadores de lixo, são limpas e preenchidas com água e cloro. O assentamento é feito com auxílio de um molde de madeira, usando massa de resina poliuretânica de origem vegetal (a base de óleo de pinhão manso) e agregado composto por pequenas partículas de polímeros sem tecnologia de

reciclagem (“plásticos contaminados”) (figura 4). São usadas 100 garrafas, em média, para a produção de 1 m² de parede.

3.6 Produção dos tijolos

Os tijolos com dimensões de 10 cm x 20 cm x 5 cm são moldados em máquinas manuais e curados à sombra, usando a mesma mistura usada na produção das taipas. A produção é feita no próprio canteiro-de-obras e o assentamento é feito com argamassa de cal e areia.



Figura 3 – Detalhe das fôrmas e das paredes de taipa durante a cura



Figura 4 – Produção da parede de garrafas PET; cor e textura dos materiais taipa de pilão e garrafas PET

4. DEMAIS PROJETOS

Outros projetos foram desenvolvidos e construídos em demais localidades e são apresentadas a seguir.

4.1 Centro Comunitário em Ilhéus

Em novembro de 2005, a equipe foi convidada a fazer o projeto de um novo Centro Comunitário, do Movimento Liberdade e Terra em Ilhéus, Bahia. O trabalho consistia em capacitar e treinar mão-de-obra durante a construção do centro comunitário de modo a viabilizar a futura construção de moradia para 25 famílias, que recentemente haviam recebido a posse de uma antiga fazenda após oito anos ali assentados. A tecnologia foi transferida com sucesso e permitiu a construção das habitações com o valor de cinco mil reais destinado a cada família pelo Instituto Nacional da Reforma Agrária – INCRA. A idéia

da sustentabilidade, reconhecidamente, seria a única possibilidade de viabilizar estas construções. Toda a comunidade participou ativamente do trabalho (figura 5).



Figura 5 – Construção do Centro Comunitário em Ilhéus

4.2 Centro Comunitário Camburi

No princípio de 2006 a comunidade do Camburi no Estado de São Paulo, na divisa com o Rio de Janeiro, foi treinada para a construção de um Centro Comunitário com a tecnologia anteriormente apresentada. O Centro Comunitário (figura 6) projetado para abrigar sala de teatro, biblioteca, e um futuro telecentro foi construído em parceria com o arquiteto belga, Sven Mouton, com recursos da Organização Não Governamental internacional “Arquitetos sem Fronteiras”. A cobertura desse edifício foi construída com bambus tratados.



Figura 6 – Centro Comunitário Camburi

4.3 Coluna civilizatória

Ao final de 2006, os arquitetos Marcia Macul e Sergio Prado receberam o Prêmio da Secretaria de Cultura no concurso PAC 13 com o projeto Midiarte Urbana – Obra sem sobra - Coluna Civilizatória (figura 7). Construída em junho de 2007 em praça aberta na cidade de São Paulo, no campus Armando de Salles Oliveira da Universidade de São Paulo – USP, a Coluna Civilizatória com 1 m de diâmetro e 7 m de altura foi construída com taipa e resíduos plásticos picados. A construção, per si, formalizou um processo pedagógico para o ensino e divulgação das práticas voltadas ao consumo racional e sustentável de materiais e recursos naturais na produção da arquitetura. Diversos alunos, professores e funcionários não docentes desta Universidade visitaram a obra diariamente e puderam constatar o potencial do uso da terra crua na produção de paredes autoportantes com taipa de pilão e do bom reaproveitamento técnico-artístico de materiais descartados como lixo. No âmbito desse projeto foram capacitados três operários no ensino destas tecnologias limpas.



Figura 7 – Coluna Civilizatória construída no campus Armando de Salles Oliveira da Universidade de São Paulo

4.4 Templo

Em fevereiro de 2007 teve início, junto ao projeto Aguazul na praia da Almada, Ubatuba - SP, a construção de paredes monolíticas de taipa de pilão e paredes translúcidas de garrafas PET, dando origem à edificação ao espaço luminoso, o Templo (figura 8).

Nesse projeto, a busca por tecnologias apropriadas possibilitou o uso de uma cobertura orgânica de guaricanga, um tipo de palmeira local, mais resistente às intempéries quando comparada ao sapé, uma cobertura típica e de uso muito difundido na região. Como material natural e nativo, a guaricanga cresce normalmente no alto das montanhas em todo o litoral, e é praticamente um recurso inesgotável. Ainda, em nível experimental, foram utilizados cinco superfícies de tecido intercalado entre as guaricangas, recobertas com uma demão do poliuretano vegetal transparente. Essa técnica resulta na produção de superfícies impermeáveis e translúcidas.



Figura 8 – Templo construído na praia da Almada, Ubatuba, SP

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A concepção do espaço, em se tratando de uma construção em taipa, tijolos de terra estabilizada e embalagens plástica, deve considerar a lógica construtiva. Por meio de exercícios projetuais, que analisam a organização e a seqüência de trabalhos na obra, é

possível uma criatividade bastante peculiar. É possível afirmar que cada material tem uma linguagem própria, resultando em uma composição inusitada.

Como principais desdobramentos desta pesquisa podem ser citados os programas de capacitação de pequenas comunidades e populações quilombolas no litoral norte do Estado de São Paulo – transferência e difusão dessas tecnologias – o que tem se convertido em importante vetor de conscientização do conceito de inovação para as pessoas. Deve-se destacar o conceito de inovação para toda a comunidade, que permite à população o trabalho em pequenas usinas nas próprias localidades/bairros, e com a própria população que recolhe os dejetos e os reaproveita, gerando emprego, renda e melhor qualidade de vida. Assim, permite-se à população o entendimento e análise dos problemas ambientais enfrentados e a classificação de recursos locais que podem ser acessados para a implementação dos princípios do desenvolvimento sustentável, incluindo a formação de recursos humanos e o incentivo do eco-turismo local.

Esse trabalho também deu origem ao projeto de lei 1269/07 – Lixo Zero, Arquitetura Sustentável, Energia Renovável, proposta da deputada Célia Leão em outubro de 2007 e protocolada na Assembléia Legislativa de São Paulo. Nesse projeto de lei são enumeradas sete Secretarias indicando, a cada uma, tarefas específicas capazes de propiciar o bom êxito do programa todo. O projeto de lei pode ser acessado no endereço www.curadoresdaterra.com.br.

Os resultados do uso do processo construtivo ora apresentado, cuja factibilidade tem sido comprovada experimentalmente, têm encorajado estudos de validação mais profundos. Trata-se de conhecer melhor as propriedades dos materiais envolvidos, de avaliar o desempenho dos elementos construtivos de forma integrada e de elaborar a base teórica para o detalhamento do projeto e pormenores construtivos para a futura normatização do processo.

BIBLIOGRAFIA

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. Agenda 21 global. 1992.138p. Disponível em <http://www.mma.gov.br>. Acesso em 10/08/99.

MACUL, Márcia Simão. Construções vivas sustentáveis. Apostila. Fundação para a Pesquisa Ambiental. 26p. 2007.

MACUL, Márcia. CECS – Centro de estudos de construções sustentáveis – PROJETO AGUAZUL. Relatório técnico-científico Final - Bolsa Fapesp Pós-doutorado 2005/2008, Processo 04/02800-5, 60p, 2008.

NEVES, C. M. M. A terra como material de construção, ensaios de campo e de laboratório. In: Jornada Iberoamericanas de Diseño y Construcción de Vivienda Popular Considerando Condiciones Sísmicas, 1. Anais. Guatemala, Rede Habiteria. 2000.

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT – WCED. Our common future. Oxford, UK: Oxford University Press. 1987.

AUTORES

Marcia Macul, arquiteta, doutora pela FAUUSP com pesquisa pós-doc Fapesp sobre o projeto em questão. Especialista em construções com terra crua, tem trabalhado com várias comunidades do Litoral Norte de São Paulo (juntamente com o arquiteto Sérgio Prado).

Sergio Prado, arquiteto pela Universidade de Veneza, ambientalista e artista plástico. Especialista em reaproveitamento de todos os tipos de resíduos. Endereço: Rua Tomé Portes 1138, Brooklin, 04623-050 São Paulo, SP, Brasil, Tel: (55 11) 3804 0571 / 8324 5844.

Claudia de Andrade Oliveira, engenheira civil, professora doutora do Departamento de Tecnologia da Arquitetura da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo – FAUUSP, tem experiência de 15 anos em análise de desempenho do ambiente construído, no estudo e aplicação do reaproveitamento de resíduos industriais e na pesquisa e desenvolvimento de materiais e componentes de construção civil.



EL IMPACTO DE LA GLOBALIZACIÓN EN LA ARQUITECTURA DE TIERRA

Mirta Eufemia Sosa

Centro Regional de Investigaciones en Tierra Cruda CRIATiC
Facultad de Arquitectura y Urbanismo FAU, Universidad Nacional de Tucumán
Av. Roca 1800 – 4000- San Miguel de Tucumán
mirta_sosa@hotmail.com

Palabras claves: modernidad, identidad, desarrollo

RESUMEN

En la actualidad, el desarrollo de la economía de mercado, la evolución de la tecnología de los medios de comunicación y el consumismo, generan nuevas actividades, conductas y transformaciones que alteran la vida y el contexto espacial de la sociedad; situación que no deja de estar presente en los pueblos tradicionales del interior de las provincias, en aquellos, que despiertan un interés tanto productivo como turístico. Los países de mayor desarrollo imponen este sistema de globalización, y como consecuencia, su cultura global atenta contra la identidad de una comunidad: su forma de vida, creencias y tradiciones; su cultura. El objetivo de este trabajo es, en el contexto de la región del Noroeste Argentino NOA, exponer como la mundialización está influenciando las culturas locales y, como consecuencia de esta manifestación, de que manera en la arquitectura de tierra: modelos arquitectónicos y tecnología constructiva. Se pretende identificar como los valores y aspectos de la cultura mundial se manifiestan y se incorporan en las culturales locales; reconociendo en ellas el vínculo esencial y espiritual que mantienen las comunidades autóctonas con la "madre tierra", la que adquiere dentro de su cosmovisión del mundo, diferentes dimensiones y significación. La nueva arquitectura, en el marco de un pluralismo resultante de la incipiente globalización en la región, intenta y persigue una reinterpretación y re valoración, conjugando tecnologías autóctonas, desarrollo y turismo y diversidad cultural. El cómo es, es el resultado de una identidad que evoluciona?

1. INTRODUCCIÓN

La región del Noroeste Argentino NOA, con su paisaje de llanuras, montañas y altiplanicies, es reconocida por el rico patrimonio cultural. Rasgos identitario que se manifiestan a través de los aspectos tangibles y intangibles de sus modos de vida, costumbres, tradiciones y su arquitectura de tierra mimetizadas con el color y la textura de su geografía. El patrimonio que data de la época de la colonia lo constituye en una buena parte las iglesias y casonas señoriales de adobe y los propios poblados históricos de las áreas rurales.

El NOA abarca el territorio de las provincias de Jujuy, Salta, Catamarca y Tucumán, con una superficie de aproximadamente 335.000 km² que representa el 12% de la Republica Argentina. Demográficamente, con una población de casi 2.800.00 habitantes¹, casi el 9% del total y una densidad de población del 7,4%, se constituye en una de las regiones menos poblada de la Argentina. La distancia a recorrer de los principales centros urbanos de la región, a la ciudad capital del país, la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, supera los 1.100 km. La ruta Nacional N° 9, ramal de la Carretera Panamericana une esta ciudad con la República de Bolivia atravesando las provincias de Buenos Aires, Santa Fe, Córdoba (en la región económicamente mas rica del País) Santiago del Estero y Tucumán.

Este eje de comunicación e intercambio, por la Quebrada de Humahuaca y la altiplanicie de Jujuy, es utilizado desde que el territorio fuera habitado hace más de 3000 años². Las culturas agro ceramistas fundaron sus ciudades sobre este camino y sobre el que recorre, por el oeste de la región, los valles y puna, más conocido como camino el inca, porque por allí penetró esta cultura desde el Cuzco y construyó una estratégica red de camino el *Capacñam*, que unía los distintos centros del imperio inca desde Ecuador hasta Chile. Esta

vía de comunicación y acceso fue utilizada por los españoles, a mediados de siglo XVI, para ingresar, dominar y colonizar el territorio para la corona de España.

Hoy, estas dos rutas enlazan los distintos centros urbanos y rurales de la región y, la región con el resto del país. La ruta nacional 9, pavimentada, por el este, une a las ciudades con mayor desarrollo productivo y de población. La provincia de Catamarca, al oeste se vincula con la ruta 38. La ruta 40, el otrora camino utilizado por los incas, en una serpenteante traza con tramos pavimentados, otros consolidados y otros que son solo una huella, une los pueblos más antiguos, contruidos con tierra, de los valles, quebrada y puna de la región, recorre paisaje con altitud de varía de 1200 a 4000 m.s.n.m.

La globalización con sus acciones y efectos ha llegado a nuestras ciudades urbanas y poblados rurales. El avance de las comunicaciones y de la información, nos permite de una manera rápida estar conectado al día con el mundo. Hemos comenzado a vivir con las políticas liberales y de mercado, el modelo socioeconómico y de cultural occidental que cada vez con más poderío, se implanta y se instaura en la vida y las actividades económicas-productivas y socioculturales de las nuestras sociedades. El desarrollo e inserción de nuevas actividades y servicios, resultantes de este régimen, se deviene problemático en los pueblos, los cuales marginados de los mercados regionales, distantes de los principales núcleos productivos, con regulares rutas de acceso, han mantenido, superlativamente, sus modos de vida, costumbre y manifestaciones culturales.

La mundialización en su proceso principalmente de expansión de intereses comerciales que al imponer su dogma, no considera a estas culturas locales. Y el impacto que los nuevos valores, los avances tecnológicos, el contacto con otras diferentes culturas -residentes estacionales y visitantes- como consecuencia de la movilidad que provoca el turismo, genera e imprime cambios a la comunidad a una celeridad no totalmente asimilable por esta y muchas veces sin su participación.

2 . LA IDENTIDAD Y LA ARQUITECTURA, ENTRE EL PASADO Y LA MODERNIDAD

El concepto de identidad cultural entraña el sentido de pertenencia que tiene una comunidad, socialmente unida por su modo de vida, creencias y tradiciones, y vinculada a través de su historia, a un entorno físico, su territorio. Sus actividades cotidianas y festivas: economía agrícola y de pastoreo, música, danza, artesanía, cerámica y el saber tecnológico ancestral de su arquitectura de tierra, transmitido oralmente de generación en generación, constituyen las distintas manifestaciones de ese sentir³.

La cultura de los pueblos del NOA, es resultado de la simbiosis de las dos etnias que lo habitaron, la nativa, que se destacó por su organización político-social⁴, su economía de subsistencia, tecnología de la alfarería, de los textiles y la metalúrgica, y la europea, que llegó al territorio a mediados del Siglo XVI. El conocimiento tecnológico que detentaban las culturas agro ceramista y los recursos naturales, apropiado al medio -materiales y técnicas constructivas-, la geografía y el clima, fue determinante en la configuración y materialización de la arquitectura que el español transfirió, con su saber y modelos arquitectónicos europeos a nuestro territorio.

La construcción de muros gruesos y lisos, prácticamente sin ornamentación, volumetría compacta con pocas aberturas, techos con caída libre (figura 1), arcadas y galería, habitaciones a patio en las viviendas, definió la arquitectura colonial de los siglos XVI, XVII y XVIII. En las primeras épocas, se construyó con la técnica de mampostería de adobes y cubierta vegetal y de tierra, (Groussac, 1981), que era la tecnología conocida y utilizada por los nativos.

Hacia el siglo XVII, con la aparición de molinos y hornos para cerámico se comenzó a fabricar ladrillo y la cal, utilizada primero en los revoques y después en las juntas. Asimismo, el techo de paja y torta de barro es reemplazado por la teja cerámica. (Pioseek Prebisch, 1985)

A fines del Siglo XVIII, la arquitectura colonial da paso al estilo italianizante (figura 2), con fachadas con cornisas ornamentadas, canaletas de desagües que ocultan los techos, gárgolas, vanos de mayores dimensiones. Se sigue utilizando el adobe en la construcción de los muros (Sosa, 2006b).



Figura 1 – Casa de adobe y techo de torta.
San Carlos, Salta

Figura 2 – Casa de adobe y techo de torta.
Tilcara, Quebrada de Jujuy

Pero estas innovaciones y evoluciones de la tecnología constructiva y de los modelos arquitectónicos se dieron principalmente en los edificios públicos y en las casas de los pudientes de los principales centros poblados; en las áreas rurales se siguió utilizando la tierra como principal material de construcción en muros y techo, generando e imprimiendo el carácter identitario de pueblos mimetizados en el paisaje natural.

La *madre tierra* es la esencia de la cosmovisión de las culturas andinas, es la inspiradora de sus expresiones artísticas, quién le provee los alimentos y los recursos para la materialización de su hábitat. Los pueblos de la puna y quebrada de Jujuy y Salta, y en algunas comunidades calchaquíes de Tucumán y Catamarca se celebran, desde hace siglos, todos los 1º de agosto, el tributo a la “pachamama”, (*Pacha*: universo, mundo, tiempo, lugar, y *Mama*: madre que engendra la vida, la nutre y la protege). Se da de comer a la tierra, se entierra comida, hojas de coca, granos y harina de maíz, vino, cigarros y chicha para alimentar a la Madre Tierra y pedirle permiso porque comenzará la época de la siembra. La integración e interacción con la naturaleza es una constante.

Esta dinámica de expresiones culturales a lo largo de la historia, pone de manifiesto que la cultura y el patrimonio material o inmaterial no es estática, a través del tiempo se recrea con nuevos contenidos y se nutre de la propia evolución de los valores y significados de la comunidad en el encuentro con otras culturas⁴. Por ello, si bien la mundialización plantea una cultura global, porque sólo busca los intereses y el poder comercial y no reconoce la particularidad e individualidad de cada sociedad, se debe aprovechar sus acciones en beneficio del desarrollo con miras a mejorar y enriquecer el nivel de vida de las comunidades.

3. LA IDENTIDAD, PATRIMONIO Y TURISMO EN EL DESARROLLO REGIONAL

Paisajes, pueblos históricos, arquitectura, música, colores y texturas son expresiones del patrimonio cultural de la región y es la materia prima que generó que la industria del turismo se constituya en la actividad productiva de mayor desarrollo en los últimos años⁵.

Múltiples factores son los que detonaron esta tendencia: la búsqueda de nuestra identidad en los lugares en donde aún se preserva la historia y las tradiciones, en donde pareciera que el tiempo no ha pasado; la búsqueda de escapar del stress y la velocidad de nuestras ciudades, para permanecer en lugares que nos ofrecen tranquilidad y armonía; el desarrollo de nuevas actividades productivas, principalmente la extracción de minerales por parte de consorcios extranjeros; la apertura y pavimentación de rutas; entre los más determinantes. Estos hechos fomentaron el desarrollo de una mayor capacidad competitiva de mercado y

de intensificación del turismo, los que con actividades principalmente de servicios influyen directamente en las economías locales y regionales.

Las posibilidades de crecimiento y progreso que brinda la mundialización con las comunicaciones, información y el transporte, provoca una fuerza presión al cambio a las poblaciones que no están preparadas y que no disponen todavía de los recursos para desarrollar el turismo planificado. En este panorama de organización, planificación y captación de recursos surgen grupos de poder foráneos que asumen acciones por el bien de la comunidad

La construcción y el emplazamiento de los servicios de consumo: viviendas de vacaciones, hostales, restaurantes, locales de comercio de ventas de artesanía, cyber, etc, están produciendo una transformación del paisaje arquitectónico vernáculo en los poblados y sus cercanías. El turismo puede ser uno de los mayores recursos para el desarrollo local pero también el peor enemigo, cuando prima el bienestar de privados y no de la comunidad, el mercado inmobiliario se mueve con celeridad y especulación, prueba de ello son por ejemplo: la demolición de construcciones, que si bien no estaban declaradas como bien patrimonial eran edificios con valor histórico, el loteo de terrenos que ancestralmente, eran zonas de cultivos, la venta de propiedad pertenecientes a comunidades indígenas y la construcción de nueva arquitectura que en ocasiones son extrapoladas de otro contexto.

La identidad del lugar tiene que ver con los valores y significados de quienes los habitan, sea tanto el bien construido como el contexto en donde se emplaza este, en su escala.

El turismo y la nueva arquitectura

En toda la región pero con mayor presencia en los Valles calchaquies y en la Quebrada de Humahuaca⁶, se observa un gran desarrollo de la construcción, en los últimos 4 años el crecimiento inmobiliario se ha duplicado prácticamente. Pero el diálogo de esta nueva arquitectura con el entorno, ha generado en algunos casos el vínculo y en otros el impacto con el sitio de emplazamiento a punto de producir una ruptura del perfil arquitectónico del poblado (figuras 3 y 4), porque no se aprecia al patrimonio como un ente aislado, sino una armoniosa relación edificio y contexto.



Figura 3 – Calle tradicional. Tilcara, Jujuy



Figura 4 – Nueva arquitectura en el Poblado hitórico de Pumamarca, Jujuy

Hay obras nuevas que se construyen interpretando e incorporando elementos tipológicos de la arquitectura colonial (figura 5), que a veces son copias aisladas en el conjunto (figura 6), desprovisto de su significado y función; otras son mezcla de estilos y de materiales. Las remodelaciones y ampliaciones es otro ítem importante, porque los edificios de viviendas, con adobe, al adaptarlos a los nuevos usos se intervienen sin el conocimiento tecnológico del material y, sin considerar sus cualidades y sus limitaciones. La sustitución y en algunos la incorporación de materiales diferentes al original, producen alteraciones con consecuentes deterioros; la falta de homogeneidad constructivo-estructural se traduce en fisuras, agrietamientos, disgregación o desprendimientos (por analogía a construcciones de

ladrillo y/o piedra, muchas veces se incorpora cemento y/o hormigón, desconociendo el comportamiento de estos materiales añadidos a una construcción de tierra).

Asimismo, el conocimiento transmitido por generaciones entre los pobladores de la región, que permitió la supervivencia de edificaciones de tierra en áreas rurales, ha experimentado en los últimos tiempos –lamentablemente- una pérdida progresiva en el manejo de las técnicas constructivas autóctonas. Resulta fundamental entonces, recuperar y mantener el conocimiento tradicional y sus distintas expresiones, posibilitando su revalorización tanto en las nuevas generaciones de pobladores, así como el vacío de conocimiento de los técnicos y profesionales que actúa en el medio, sea que deban intervenir en la conservación del patrimonio construido, como en la construcción de nueva arquitectura.



Figura 5 – Tipología de resolución del comercio en esquina, Humahuaca, Jujuy



Figura 6 – Tipología Resolución de esquina entre medianera. Pumamarca, Jujuy

4. REFLEXIONES

La identidad supone un reconocimiento y revalorización de la memoria. La protección del patrimonio, construido en tierra, implica la salvaguarda de la identidad y con ello, no solo de los bienes y valores materiales sino también de los rasgos distintivos y tradiciones, que involucran directamente el buen saber construir –material y técnica constructiva-. Es un hecho que el patrimonio, al ser reconocido en su dimensión, se presenta como un recurso potencial para el desarrollo.

La dupla cultura y turismo también debe ser aprovechado para optimizar las condiciones y modo vida de los pobladores, y no quedar al margen de los hechos que se originan justamente a partir de su patrimonio.

Es difícil pensar que habrá progreso territorial sino se respeta y considera la identidad y no se incorpora en la discusión, las reales necesidades, recursos y atributos de la comunidad. La experiencia ha permitido apreciar que el desarrollo sostenible de un territorio implica una decisión que pasa por una acción colectiva, que involucra a gobiernos locales, regionales, sector privado y sin duda al propio grupo social. Será necesario no sólo definir políticas y estrategias que garanticen y permite la Interacción y la integración Comunidad-Identidad-Turismo-Desarrollo, sino también asumir la lucha, defensa y contralor de las acciones e intervenciones que se realicen.

BIBLIOGRAFÍA

GROUSSAC, Paul. Ensayo Histórico Sobre el Tucumán. Tucumán: Ediciones Fundación Banco Comercia del Norte. Colección Historia. 1981.

PIOSEEK PREBISCH, Teresa. La ciudad en Ibatin. La primera San Miguel de Tucumán. Tucumán: Edición Fundación Ordeñana, 1985.

RAFFINO, Rodolfo. Poblaciones Indígenas en la Argentina. Urbanismo y Proceso social-precolombino. Buenos Aires: Tipográfica Editora Argentina, 1988.

SOSA, Mirta E. Arquitectura Religiosa y Tecnología Patrimonio e Identidad Cultural del NOA. In: Seminario Iberoamericano de Arquitectura de Tierra, Memoria. Mendoza, 2006a.

SOSA, Mirta. Identidad y Expresión cultural. La Arquitectura y Tecnología en el Noroeste Argentina. In: Congreso CICOP, Memoria. 2006b.

NOTAS

- 1 – Un tercio de la población se encuentra en la provincia de Tucumán, que tiene poco más de 1.200.000 habitantes. Densidad de población por provincia, Tucumán: 50,7%; Salta: 5,6%; Jujuy: 9,6%; Catamarca 2,6%.
- 2 – La región del NOA fue el área más poblada y de mayor desarrollo cultural durante la época prehispánica; actualmente es una de la menos poblada, presentando un alto porcentaje de ascendencia nativa, sobre todo en los poblados de la Puna y la Quebrada de Humahuaca. La lejanía entre estos pueblos y los centros urbanos les generó una situación de marginalidad, que los llevó a experimentar muy pocos cambios en su forma de vida y a mantener casi intactas sus pautas culturales (Sosa, 2006a).
- 3 – La UNESCO definió al patrimonio oral e inmaterial como “las creaciones de una comunidad cultural fundadas en las tradiciones expresadas por individuos que responden a las expectativas de su grupo, como expresión de identidad cultural y social, además de los valores transmitidos oralmente.
- 4 – Al inicio el patrón poblacional fue el de comunidades dispersas (El Alamito, Saujil) que progresó a través de los distintos períodos históricos (Formativo, Desarrollo Regional e Inca en los siglos XI al XIV) desde trazado lineal (Yavi Chico) a concéntrico (Tastil, Quebrada del Toro) y en damero (Pucará de Fuerte Quemado, Tilcara, Quilmes), ya fuere con un crecimiento espontáneo o planificado e irregular dependiendo del sitio de emplazamiento (Raffino, 1988).
- 5 – El 79% de los turistas que realizan turismo rural son argentinos y el 21% son extranjeros, básicamente europeos.
- 6 – La Quebrada de Humahuaca, en la provincia de Jujuy, fue declarada en Julio de 2003 por la UNESCO, Patrimonio del Humanidad en la categoría de Paisaje Cultural.

AUTORA

Mirta Sosa, Arquitecta, profesor e investigador de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Argentina. Miembro del CRIATiC. Participa de Proyectos de Investigación CIUNT y ANPCyT en la temática de Patrimonio y Tecnología del hábitat, en sectores rurales del NOA argentino.



UN BARRIO ECO-SOSTENIBLE – DISEÑO MODULAR DE CONSTRUCCIÓN MIXTA CON TIERRA (SISTEMA BAHAREQUE PRE-FABRICADO). PROYECTO EXPERIMENTAL BIOTÉCNICO

Lucia Esperanza Garzón

Av. Calle 24, nº 82-51. Modelia, Bogotá, Colombia.

Tel: (57 1) 2635342

luciagarzon@gmail.com; luciaegarzon@hotmail.com

Palabras clave: bahareque, técnica mixta con tierra, construcción ecológica y sostenible, diseño urbano y arquitectónico bio-técnico

RESUMEN

La urgente situación global frente a la problemática energética, ambiental y el cambio climático exigen de la arquitectura y la construcción nuevas propuestas para la producción de ambientes construidos dentro del marco de la bio-arquitectura y de las tecnologías no convencionales.

El concepto de sostenibilidad en la construcción, además de los conocimientos técnicos, científicos y estéticos propios de la de arquitectura y el diseño; implica acercarse a nuevos materiales, conocer procesos constructivos, explorar innovaciones en su comportamiento, en su ciclo de vida y estudiar el diseño bio-climático para aportar al ahorro energético de la edificación e introducir energías renovables, dentro de una visión integral y holística.

Los sistemas constructivos con materiales naturales, y específicamente el uso de las técnicas con tierra, tienen la oportunidad ahora de ofrecer dentro del mercado una opción al construir de forma ecológica y sostenible, al disminuir el impacto ambiental, dejando una huella ecológica menor y usando recursos renovables y naturales de forma racional, con un sistema constructivo que cumpla con los ciclos biológicos y técnicos. En este caso, el bahareque, sistema mixto de construcción, cumple con exigencias técnicas, sísmicas, bio-climáticas y culturales para el desarrollo tecnológico de este proyecto.

El barrio eco-sostenible es un pequeño sistema donde se puede demostrar de forma concreta la eficiencia de un diseño sustentable que integra aspectos ambientales con la ecología, factores sociales con equidad y variables empresariales; dentro de la economía, incluso energética, que mejore la calidad de vida de todos.

El proyecto dentro del diseño urbano y arquitectónico propone principios sustentables con reciclaje de aguas grises, re-uso de aguas residuales con sistemas químicos orgánicos, manejo de desechos y disminución de residuos de la construcción, minimización de vías vehiculares y diseño de vías permeables, aplicación de algunas energías alternativas aprovechando la economía a escala, uso de materiales naturales, aplicación del sistema de bahareque prefabricado y otras innovaciones que aportan a una cultura amigable con el medio ambiente, respetuosa con el mismo, que propicien una nueva forma de hábitat conciente del entorno y de construcción de vida en comunidad.

1. ANTECEDENTES

Desde los años 70s y a partir del surgimiento del movimiento ecologista, el hombre empezó a darse cuenta de lo vulnerable que es la atmósfera y la afectación que ella tiene en el calentamiento global. Los estudios han demostrado cómo se ha venido incrementando los niveles de CO₂ (bióxido de carbono) en la tierra y cómo el cambio climático se hace cada vez más evidente.

La presencia de inundaciones, sequías, variaciones en los mares, huracanes, tifones, calentamiento y derretimiento de los casquetes polares, que incrementan los niveles de agua de los océanos, nos hacen reflexionar sobre la causas de estos fenómenos. Si bien es cierto que algunos ciclos pertenecen a la naturaleza, lo preocupante es que a partir de la era

industrial esta situación se ha incrementado y se está poniendo en riesgo el único hábitat que el hombre tiene para vivir: nuestro planeta TIERRA.

Durante el último siglo los graves efectos ocasionados al planeta por la industria de la construcción, con la emisión de bióxido de carbono, son muy altos, además del impacto del mismo en los indicadores y la huella ecológica: los efectos irreversibles causados al planeta ya son hechos científicamente comprobados.

El alto consumo de energía y el impacto de los residuos vertidos en las aguas y en el aire son factores donde la industria de la construcción ha contribuido y estas acciones exigen una reflexión, con un cambio profundo al modelo de desarrollo y a la forma de actuar del sector.

Los materiales constructivos convencionales (aluminio, cobre, vidrio, productos cerámicos, productos de cemento y concreto, entre otros) están causando altos daños ambientales desde su inicio del ciclo, hasta su final. Esto acentúa un compromiso profesional consciente y propone el uso y aplicación de nuevos materiales que consuman menos energía y causen un menor impacto. Por ello materiales como la tierra, la madera, las fibras vegetales, como las cañas, los pétreos y algunos minerales como el yeso, entre muchos, deben ser objeto de investigación y tecnificación, ya que los materiales convencionales que estamos consumiendo hasta hoy, sobrepasaron la capacidad de carga del planeta y nos están demostrando su insostenibilidad a futuro.

El concepto de sostenibilidad en la construcción, además de los conocimientos técnicos, científicos y estéticos, propios de la arquitectura y el diseño, implica acentuar principios éticos y políticos, replantear el uso y mercado de los materiales, analizar los ciclos de vida, el comportamiento y funcionamiento de los procesos constructivos, con una visión y formación holística que podría denominarse bio-técnica; que permita al profesional tener instrumentos para pensar la edificación como un organismo vivo (Freire, 2000).

2. PRINCIPIOS DE LA CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICA

Según Menéndez (2006), se ha de entender a la arquitectura ecológica como aquella que programa, proyecta, realiza, utiliza, recicla y construye edificios sostenibles para el hombre y el medio ambiente. Propone 10 principios básicos:

- Valorar las necesidades. La construcción de un edificio tiene un impacto ambiental por lo que se deben analizar y valorizar las necesidades de espacio y superficie distinguiéndose aquellas indispensables de las optativas, priorizándolas.
- Proyectar la obra de acuerdo al clima local. Se debe buscar el aprovechamiento pasivo del aporte energético solar, la optimización de la iluminación y de la ventilación natural para ahorrar energía y aprovechar las bondades del clima.
- Ahorrar energía. Significa obtener ahorro económico directo. Los más importantes factores para esto son la relación entre la superficie externa, el volumen y el aislamiento térmico del edificio. Ocupar poca superficie externa y un buen aislamiento produce menos pérdida de calor. También se puede ahorrar más usando sistemas de alto rendimiento y bajo consumo eléctrico para la ventilación, iluminación artificial y los electrodomésticos.
- Pensar en fuentes de energías renovables. En la proyección de un edificio, se debe valorar positivamente el uso de tecnologías que usan energías renovables (placas de energía solar, biogás, leña, entre otras). Es conveniente la producción de agua caliente sanitaria con calentadores solares, o la producción de calor ambiental con alto rendimiento y bombas de calor, la energía eléctrica con sistemas de cogeneración, paneles fotovoltaicos o generadores eólicos.

- Ahorrar agua. El uso racional de agua consiste en la utilización de dispositivos que reducen el consumo hídrico, o que aprovechan el agua de lluvia para diversos usos (baño, ducha, lavado de ropas y riego de plantas).
- Construir edificios de mayor calidad.
- Evitar riesgos para la salud. Los riesgos para la salud de los trabajadores no depende sólo de la seguridad en la obra, sino también de los materiales utilizados durante la producción y levantamiento de obra. Las grandes cantidades de solventes, polvos, fibras y otros agentes tóxicos son nocivos, incluso después de la construcción y por un largo tiempo contaminan el interior del edificio y provocan dificultades y/o enfermedades a las personas y animales que habitan el lugar.
- Utilizar materiales obtenidos de materias primas generadas localmente. El uso de materiales obtenidos de materias primas locales (abundantemente disponibles) y que usen procesos que involucren poca energía reducen sensiblemente el impacto ambiental. El uso de materiales locales redundaría en menor tiempo de transporte, reduce el consumo de combustible y la contaminación ambiental.
- Utilizar materiales reciclables. La utilización de materiales reciclables prolonga la permanencia de los materiales en el ciclo económico y ecológico, por consiguiente reduce el consumo de materias primas y la cantidad de desechos.
- Gestionar ecológicamente los desechos¹.

3. RECURSOS

Madera

Las viviendas de bahareque prefabricado se proyectan en un 80% con estructura en madera, material local aserrado y pre-dimensionado que permite, en su ciclo inicial de vida, ser sumidero de carbono mientras existe como árbol, consume poca energía en su producción y su uso. Además, la explotación y mercadeo ya se realiza de forma racional, facilitando procesos de reciclaje. Al final del ciclo de vida, retorna de forma equilibrada a la Naturaleza, sin causar perjuicios al planeta, produciendo humus y con un proceso análogo a lo que ocurre en los bosques donde se aprovecha al máximo toda la materia.

La urgencia de modular y estandarizar los productos es una nueva exigencia para optimizar el uso de los materiales tanto en la vida útil, como en brindar mejores alternativas en el re-uso de los mismos (García et al, 2007).

La aplicación de las tecnologías blandas es amigable con el medio ambiente, y especialmente fortalece la mano de obra local, generando empleo en el lugar y por lo tanto aporta a un crecimiento económico y social con equidad.

El diseño modular arquitectónico y la prefabricación permiten el racionamiento en el uso de energía. La experimentación al aplicar un sistema prefabricado al partir de una técnica ancestral como el bahareque propicia un ascenso en la escala tecnológica, que se inicia desde el proyecto de diseño, al realizar modularmente el plano arquitectónico y buscar que el sistema de prefabricación racionalice procesos, introduzca un ahorro de materiales, facilite el tiempo de los montajes, de la programación y de los rendimientos de la construcción.

Tierra

La tierra como material cumple con varios de los diez principios para realizar la construcción ecológica: ahorra energía, utiliza materiales obtenidos de materias primas generadas localmente, utiliza material reciclable, gestiona ecológicamente los desechos, produce edificios de mayor calidad, evita riesgos para la salud y, adicionalmente, al servir como piel en la envoltura, no es tóxico y está libre de emisiones, no es inflamable, provee una gran

masa térmica, con excelentes propiedades de aislamiento, de bajo costo energético, con un clima interior balanceado, manteniendo el confort con una temperatura superficial.

Adicionalmente, la tierra como material cumple con diversas funciones en el confort que muy pocos materiales proporcionan, como:

- Regulador térmico: debido a la masa del material en la construcción, funciona como acumulador de temperatura o es aislante, dependiendo del espesor de las paredes y de la técnica aplicada; adicionalmente es aislante acústico o de baja transmisión de sonido.
- Es regulador de la humedad relativa ambiental dentro de la vivienda a un nivel permanente, especialmente para países tropicales donde este factor afecta la calidad de salud de sus habitantes; adicionalmente y por su constitución, es un excelente purificador de aire. Es un material vivo.

Guadua y/o bambú

Otro de los materiales que se aprovechan en la propuesta es la guadua (*Angustifolia Kunth*), material que puede ser aplicado en algunas envolturas de los espacios de muros y especialmente a las cubiertas con esterillas, también con latas (o secciones cortadas pre-dimensionadas), y usada integralmente en algunas estructuras.

La guadua es un recurso que se produce en la región, es muy económica y actualmente está siendo sembrada de forma sostenible; adicionalmente es aceptada culturalmente; cada vez está mejor posicionada y valorada por las grandes obras que se están realizando y en el país tiene una presencia desde hace mucho tiempo en la construcción.

“Para mucha gente del país y del Antiguo Caldas existe una absoluta sinonimia entre bahareque y la guadua. Es común que cuando se habla de bahareque de la región el interlocutor traduzca el término como “casas de guadua” y hasta se ha intentado explicar el conjunto de los sucesos regionales enmarcándolos en la llamada *civilización de la guadua*” (Robledo, 1993).

Posee cualidades en su resistencia, estructura y estética (figura 1) que merecen ser exaltados y fortalecidos.



Figura 1 – Investigación de domo techo- Universidad Nacional del Lima, Perú

4. NUEVOS MATERIALES Y CADENAS PRODUCTIVAS

Dentro del potencial y las fortalezas de los países de la región sudamericana, están los recursos naturales y humanos, por ello el desarrollo sostenible con la creación de cadenas productivas y tecnología pueden generar un crecimiento con equidad.

Como lo dice el estudio de *World Consumption Cartogram de 2005*² al ser naciones que tenemos muchas oportunidades:

“América Latina y el Caribe no tiene grandes poblaciones como Asia, ni la miseria de África, ni los hábitos desbordados de consumismo de Europa o Estados Unidos, por ello se encuentra en un punto ideal para posicionarse en lo que se podría llamar un mundo responsable con el planeta, basado en una relación favorable entre la oferta y el consumo ambiental”.

Los sistemas constructivos con materiales naturales, y específicamente el uso de las técnicas con tierra, hoy tienen una mayor oportunidad. Ofrecen dentro del mercado una opción al construir de forma ecológica y sostenible, al usar recursos renovables locales y naturales, con un desarrollo tecnológico que deja una huella ecológica menor.

Un sistema constructivo basado en una técnica local, pertinente a la cultura, puede cumplir con ciclos biológicos y técnicos dentro de una cadena productiva. En este caso, el “bahareque” en Colombia, sistema mixto ancestral, cumple con exigencias tecnológicas, sísmicas, bio-climáticas y culturales.

5. EL BARRIO ECO-SOSTENIBLE COMO PROYECTO DEMOSTRATIVO

Un barrio eco-sostenible es un pequeño sistema donde se puede demostrar, de forma concreta, la eficiencia de un diseño sustentable que integra aspectos ambientales con la ecología, factores sociales con equidad y variables empresariales dentro de la economía para mejorar la calidad de vida de todos, entendiendo *“calidad de vida como la conjunción de condiciones objetivas desarrolladas por una cultura para atender las necesidades de sus miembros en congruencia con valores auténticamente humanos, y con la mira de expandir y enriquecer las actividades de su vida y potenciar su significado”* (Reyes Ibarra, 1999).

El proyecto en el diseño urbano propone principios sustentables que incluyen reciclaje de aguas grises, re-uso de aguas residuales con sistemas químicos orgánicos, manejo de desechos y disminución de residuos de la construcción, minimización de vías vehiculares y diseño de vías permeables, aplicación de algunas energías no convencionales aprovechando la economía a escala y otras innovaciones que aporten a una cultura amigable con el medio ambiente, respetuosa con el mismo, que propicien la construcción de vida en comunidad.

El diseño arquitectónico se proyecta con materiales naturales, locales y ecológicos en su ciclo de vida, de reducida emisión de CO₂ en su producción y en su consumo. Además, objetivamente disminuye el uso de materiales contaminantes en su producción, tales como el acero, hierro, cobre, cemento, o materiales tóxicos para los seres humanos, como los inmunizantes, polivinilos, polímeros, pinturas y materiales plásticos.

6. LA TECNOLOGÍA PROPUESTA: “BAHAREQUE PREFABRICADO MODULAR”

El uso del bahareque tradicional en Colombia se remonta a varios siglos, hace parte de la cultura constructiva del país. En los tiempos de la colonización a la zona cafetalera; entre el siglo XIX y XX, tuvo un gran auge. Al lado del desarrollo industrial, el sistema constructivo evolucionó con la fusión de elementos importados, como las láminas metálicas de zinc y aluminio, para envolverlo al usarlas como protección externa y ornamental; de forma paralela se usó la madera y la guadua (bambú).

“Y está por verse también si su segundo ‘redescubrimiento’ de la historia de Colombia le abrirá un puesto entre las nuevas construcciones del futuro....” (Robledo, 1993)

Hoy después de muchos años, el bahareque sigue siendo un sistema presente en varias regiones del país. La aceptación de la tecnología y de los materiales facilita su presencia por las actitudes menos prejuiciadas, pero también se refuerzan negativamente al ser considerado el bahareque por algunas instituciones oficiales como las “más apropiada para los pobres” (Robledo 1993).

Una de las principales razones para promover la tecnología es el avance en la legislación. La Norma de Sismo resistencia NSR 98 en el Título E (Asociación, 1998) incorporó el tema de requisitos mínimos para el diseño y construcción de casas de uno y dos pisos con bahareque encementado de madera y guadua. Adicionalmente se han realizado algunos estudios de sismo resistencia en nuestro contexto. Desde el año 2000, la norma de bahareque encementado es difundida a través del Manual de construcción sismo resistente de viviendas y diversas pruebas y recomendaciones de uso están difundidas por la AIS - Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica en el Boletín Técnico N° 56 (2001).

La norma define el:

“bahareque encementado como un sistema estructural de muros que se basa en la fabricación de paredes construidas con un esqueleto de guadua, o guadua y madera, cubierto con un revoque de mortero de cemento que puede apoyarse en esterillas de guadua, malla de alambre o una combinación de ambos materiales.

Está conformado por dos partes principales el entramado y el recubrimiento. Ambas partes se combinan para conformar un material compuesto que trabaja a manera de emparedado. La armadura se construye con un marco de guadua o preferiblemente madera aserrada, constituido por dos soleras, inferior y superior, y pie derechos conectados entre sí con clavos y tornillos, adicionalmente puede contener riostras o diagonales. El recubrimiento se fabrica de mortero de cemento aplicado sobre malla de alambre, la malla puede estar directamente clavada al entramado sobre esterilla de guadua o sobre un entramado.”

Si bien la norma indica que debe ser un mortero de cemento, debido a que el financiamiento de los estudios y laboratorios fue realizado por las empresas productoras de cemento, el recubrimiento puede ser también un mortero elaborado de suelo cemento, o suelo cal; la técnica de bahareque tradicional ha realizado el mortero con suelo arcilloso -arenoso con estabilizantes de fibras vegetales, que tienen buena adherencia sobre la esterilla de guadua, cuando está bien elaborado y no requiere la malla de alambre, pero es importante reconocer que un poco de cemento o cal mejora la resistencia, los acabados y la impermeabilidad de la pared.

Otra variable a tener en cuenta ha sido el desarrollo en la transferencia tecnológica que ha venido realizando sobre el tema. El SENA – Servicio Nacional de Aprendizaje de Colombia aporta con el trabajo de formación técnica a obreros y personal técnico en el uso y manejo de la guadua, tanto para capacitarlos como mano de obra en el sector de la artesanía, como para la construcción del bahareque; es así como lentamente se empieza a tener un gremio de obreros calificados y conocedores de este material, componente importante en las innovaciones tecnológicas.

Para masificar estos sistemas y generar mayor información se necesita profundizar en diversos tópicos de investigación. Como filosofía, esta propuesta de realizar transferencia tecnológica, paralelo a la concreción de un proyecto urbano y arquitectónico, implica sistematizar la experiencia de forma minuciosa, que permita financiar los estudios y conocer de forma más concreta el material, la tecnología, demostrar los resultados con un sistema constructivo garantizado y óptimo.

La propuesta de financiar el desarrollo tecnológico con un estrato socio-económico medio alto, nos permite capacitar una mano de obra especializada, que en un inicio incrementa costos, pero a futuro nos acerca al sector social donde se originó este sistema constructivo; el tema de capacitación en las técnicas de guadua, madera y tierra, nos exige buscar nuevas estrategias de colectivización para que la técnica evolucione y se difunda como

tecnología, y a futuro se cuente con el conocimiento colectivo para expandirlo a sectores menos favorecidos.

Tecnológicamente los sistemas prefabricados implican un cambio en la cultura constructiva y por ello hay que dar énfasis y proyección en áreas de formación y mano de obra especializada, para que puedan evolucionar como sistemas no convencionales.

En este siglo en Colombia, el recurso material de la guadua y los árboles maderables pueden ser cultivados de forma sostenible con nuevos valores agregados, ya que permite a los productores y agricultores, venderlos como “bonos ambientales” a otros países y su producción incrementa los sumideros de bióxido de carbono, mejorando la situación atmosférica.

Teniendo todos estos factores a favor, lamentablemente aun sigue siendo incipiente la cantidad de soluciones habitacionales con estos recursos, sólo a nivel de algunos proyectos puntuales demostrativos y de algunas bellas obras particulares (figura 2).



Figura 2 – Domo techo experimental de 7 metros con latas de guadua - Arq. Clara Ángel Gachantiva, Boyacá, Colombia

En la región no hay incentivos políticos y muy poco apoyo técnico para que estos sistemas se desarrollen y difundan de una forma masiva dentro de cadenas productivas. Es necesario, para que estas tecnologías se multipliquen, demostrar y evidenciar las fortalezas de la producción de estos sistemas, que como se intuye son más accesibles culturalmente y tienen resultados más holísticos para el hábitat.

Como parte de nuestra misión como proyectistas, arquitectos e ingenieros y todos los que diseñamos y manejamos estas técnicas constructivas con sistemas no convencionales, incluye potenciar y promover estos recursos y adicionalmente formar un amplio gremio de mano de obra especializada con calidad, que garantice rendimientos, costos y calidades en la obra con estos generosos materiales, además sensibilizar a los organismos responsables, para que estimulen con políticas sociales y aporten a la evolución de los sistemas constructivos hacia tecnologías que demuestren las bondades, aprovechando que ya está avalado legalmente.

7. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El Barrio está diseñado por un equipo multidisciplinario de profesionales (urbanista, arquitecto, paisajista, economista y abogado). Está localizado en Puente Nacional, Santander, Colombia, en la zona andina, cordillera oriental, con topografía quebrada, zona de sismicidad media, pluviosidad 1.000 mm anuales, clima templado promedio de temperatura 22°C. Es un sector con biodiversidad, mucha vegetación y área de alta fertilidad.

El Barrio es un terreno de 6 Ha, localizado en una zona suburbana, próximo a una vía de carácter intermunicipal, con acceso indirecto por vía secundaria entre Barbosa y Puente Nacional.

De acuerdo a la normatividad (plan de ordenamiento territorial), estudio de pre-factibilidad y conceptos sostenibles, se proyectan 30 viviendas con terrenos de 1.000 m² cada unidad, con un espacio amplio comunal, un bosque secundario dentro del proyecto y servicios complementarios de uso comunal.

Las viviendas están proyectadas en el sistema constructivo de Bahareque prefabricado, avalado bajo la Norma de sismo resistencia NS 98 (Asociación, 1998).

La tipología de vivienda va de 150 m² a 250 m²; su diseño es contemporáneo y con unidad y control dentro de la urbanización, altura: un piso con altillo y dos pisos (figura 3).

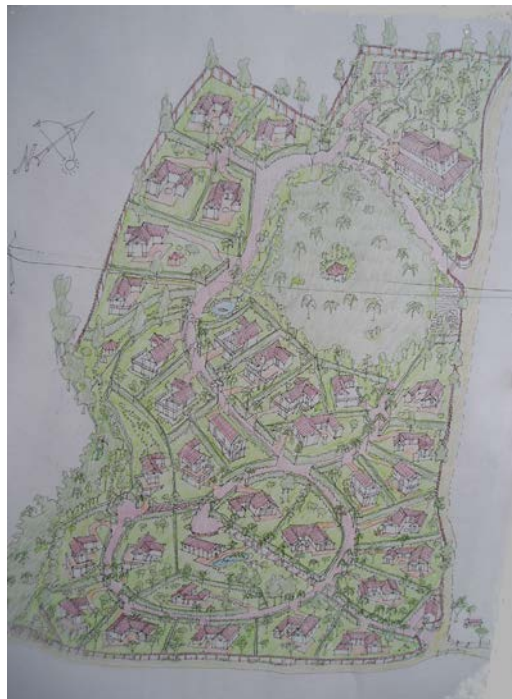


Figura 3 – Anteproyecto urbano, actualmente en proceso

7.1 Especificaciones técnicas

Cimentación: ciclópea con piedra, anillos en concreto armado, sobre pilotes y a una altura de 30 cm mínimo del nivel del piso.

Estructuras: columnas y vigas de madera.

Tabiquerías: madera aserrada prefabricada y como relleno material vegetal, cañas, guadua en esterilla y listones de madera aserrada del retal de la fábrica.

Envoltura: tierra con fibras vegetales y cal (bahareque).

Cubierta: estructura y revestimiento con fibras vegetales, sistemas tipo domo techo, latas o listones de guadua o esterilla de bambú, con la piel de tierra por capas y cal. Impermeabilización industrial.

Carpintería y mobiliario: madera

Pisos: madera, piedra y bloques de tierra comprimida impermeabilizada (BTC).

Instalaciones: tuberías estándar.

Revestimientos y pinturas: pañetes de tierra con cal y fibras vegetales, minerales de color.

Energías alternativas como paneles de energía solar para calentamiento de agua y producción parcial de la energía.

7.2 Cronograma y etapas del proyecto

Estudios previos

Pre-factibilidad: Febrero/ Abril 2008

Factibilidad: Mayo 2008

Diseño Urbano: Mayo - Julio 2008

Diseño Arquitectónico (1ª etapa): Mayo a Diciembre 2008

Construcción

Urbanismo: Septiembre 2008 /Proyecto modelo / Primera Vivienda: inicia Octubre 2008

Construcción del barrio: 2008- 2010

8. COMETARIOS FINALES SOBRE EL PROYECTO

Esta propuesta de diseñar y construir un barrio eco-sostenible con diseño modular de construcción mixta con tierra, propone diversos objetivos. En un inicio existen algunas metas técnicas y tecnológicas, pero también están los objetivos socio-culturales, especialmente experimentales y científicos, para comprobar diversas hipótesis y brindar una respuesta de hábitat con calidad y economía, respetuoso con el medio ambiente, coherente y con un menor impacto ambiental.

Paralelo a ello existen otros objetivos específicos que también aportarán de forma tangencial a otros tópicos como:

- Quebrar los prejuicios culturales y con este barrio se pretende generar una nueva cultura que respalde estos conceptos, y paulatinamente se masifiquen los principios y niveles de conciencia de los consumidores del hábitat dentro de un marco de confort.
- Posicionar la eficiencia ambiental y el ahorro económico de este sistema no convencional, al demostrar las posibilidades y fortalezas que se tiene en nuestra sociedad, de generar un desarrollo tecnológico acorde a la realidad social y cultural.
- Enfatizar en el desarrollo tecnológico soberano, demostrar cómo se puede realizar un barrio desde otro paradigma, potenciar las soluciones sostenibles de proyectos colectivos de vivienda, planteando de forma racional los recursos, con propósitos acorde a nuestra realidad, con un consumo ambiental mesurado, mayor armonía y sinergia.
- Estimular las políticas oficiales y hacer evidente la aplicabilidad de modelos de producción de hábitat de forma sostenible, con recursos locales y naturales, que estimulen el crecimiento socioeconómico y asciendan las escalas tecnológicas, con pasos acordes al momento histórico y promuevan un desarrollo integral.
- Retomar algunas técnicas ancestrales y promover la evolución tecnológica constructiva que armoniza con el entorno y evite la depredación de recursos.
- Investigar nuevos temas que aun no se han realizado en Colombia, a partir de una experiencia y de la ejecución del proyecto como éste, calcular los costos energéticos, las calidades de confort y estimular las cadenas productivas existentes.
- Demostrar con indicadores específicos un modelo constructivo para disminuir la huella ecológica, al usar estos recursos y planificar holísticamente la experiencia.

- Generar confianza con la tecnología de “bahareque prefabricado”, realizando una producción integral con controles de calidad, seguimiento del ciclo de vida y mantenimiento progresivo.
- Planificar el proyecto desde su inicio hasta su ejecución, con una propuesta urbana integral a pequeña escala, manejable y prudente en las innovaciones, que estimule la apertura tecnológica.

Al usar estos materiales en las viviendas de este barrio, se reduce el uso de acero y hierro en un 70%, y de cemento en un 80%; estos materiales convencionales y de mercado sólo se usan en los cimientos.

En las viviendas convencionales de todo el planeta se está causando un alto impacto ambiental al perpetuar el modelo convencional. El uso de nuevos materiales permite promover con proyectos demostrativos como éste, un cambio de paradigmas.

El proyecto tiene adicionalmente un objetivo investigativo puntual en CONSUMO ENERGÉTICO del proyecto con un seguimiento de la calidad del sistema, la producción sistemática y racionalizada, el análisis del ciclo de vida (ACV) (figura 4), la consolidación de un modelo de mantenimiento, la aceptación cultural de los materiales y la aplicación y ensamble de un diseño contemporáneo y funcional dirigido a un mercado de estrato medio.



Figura 4 – Análisis del ciclo de vida de bahareque prefabricado

BIBLIOGRAFÍA

ASOCIACIÓN Colombiana de Ingeniería Sísmica – AIS (2001). Comportamiento sísmico de bahareque encementado de guadua y madera. Boletín Técnico N° 56. Bogotá: AIS. 42 p.

ASOCIACIÓN Colombiana de Ingeniería Sísmica – AIS (1998). Norma de diseño y construcción sismoresistente colombiana. NSR 98 Título E. Bogotá: AIS. 25 p.

FREIRE, Juan (2007). Sostenibilidad urbana y arquitectura: del contenido al contexto. (en red): http://nomada.blogs.com/jfreire/2007/03/sostenibilidad_.html

GARCIA, Víctor; ROUX, Rubén; ESPUNA, José, ARVIZU, Eduardo (2007). Diseño modular una alternativa sustentable. In: Anuario de investigación de construcción con tierra y del diseño sustentable, Tampico, Tamaulipas, México, p. 30-34

MENÉNDEZ, Pedro Pablo (2006). Eco vivienda en Latinoamérica. Foro iberoamericano y del Caribe sobre mejores practicas, Aprendiendo de la innovación. HS/965/085, Fundación Hábitat Colombia.

REYES IBARRA, Horacio (1999). Desarrollo sustentable y calidad de vida. Centro México: Universidad Iberoamericana Plantel Golfo.

ROBLEDO Jorge Enrique (1993) Un siglo de bahareque en el Antiguo Caldas. Bogotá: Ancora Editores.

NOTAS

1 - www.ecosofia.org

2 – [www.worldconsumptioncartogram](http://www.worldconsumptioncartogram.com) 2005

AUTORA

Lucía Esperanza Garzón, arquitecta, que investiga, diseña, construye y enseña técnicas de construcción sostenible; coordina el diplomado de Ecosostenibilidad y Arquitectura con tierra de Fedevivienda y Escuela Colombiana de Ingeniería/ECI. Actualmente coordina el diplomado “Construcción sostenible y arquitectura con tierra” en la Universidad Gran Colombia, Bogotá. Ha sido invitada a participar como tallerista y conferencista en diversos eventos internacionales en España, Portugal, Estados Unidos, México, El Salvador, Costa Rica, Panamá, Venezuela, Brasil, Colombia entre otros.



AS CASAS DE TAIPA NA REGIÃO DE LUMIAR: O BARRO CULTURAL NA ARQUITETURA VERNÁCULA E COMO PIGMENTO PICTÓRICO NAS CONSTRUÇÕES DAS OBRAS DE ARTE

Anita Fiszon

(1) Universidade Federal do Rio de Janeiro
Rua Senador Euzébio nº14 apt. 102 22250-080 Rio de Janeiro, RJ, Brasil
Tel. 5521 2551 6167 e 5521 8840 7989 anitafiszon@uol.com.br

Palavras-chave: casas de taipa, obras de arte, barro cultural, transformação

RESUMO

A comunicação que pretendo apresentar é uma tentativa de construir um percurso a partir do barro cultural como elemento aglutinador da estrutura aparente das minhas obras de arte e da pesquisa sobre casas de taipa.

As imagens desta apresentação não são meras ilustrações, são textos imagéticos independentes e complementares ao meu discurso no qual o leitor poderá ler as imagens e imergir nos ambientes em que a pesquisa foi realizada. Pretendo que a experiência dessa leitura imagética leve o leitor à construção do espaço, que faça sentir e dar sentido aos ambientes. Desta maneira, o leitor conquista a oportunidade de conhecer personagens, casas, nuances do lugar, assim como são, as imagens que falam das transformações, deformações pela ação do tempo. Foucault (2002) ilustra com precisão o meu pensamento em relação à imagem/palavra:

Não que a palavra seja imperfeita e esteja em face do visível num déficit que em vão se esforçaria por recuperar. São irredutíveis uma ao outro: por mais que se diga o que se vê não se aloja jamais no que se diz, e por mais que se faça ver o que se está dizendo por imagens, metáforas, comparações, o lugar onde estas resplandecem não é aquele que os olhos descortinam, mas aqueles que as sucessões da sintaxe definem¹.

Vocês verão imagens referentes às minhas poéticas. Pretendo perceber as similitudes do pigmento natural nas casas e nas obras e a relação com o espaço. A trajetória da obra em si e o processo de construção e desconstrução das casas.

Essas casas encontram-se em Lumiar, 5º Distrito de Nova Friburgo no Estado do Rio de Janeiro, onde a pesquisa foi realizada.

Para Tuan (1974), lugar é uma “pausa no movimento” – o movimento de busca de um lugar termina quando o encontramos. A pausa poderá ser o encontro com o lugar, mas dentro dos lugares existem outros lugares, outras pausas, com significados próprios. O lugar “implica uma atribuição de significado eminentemente referenciado no indivíduo” (Tuan, 1974), portanto, para o caminante que se identifica com o lugar, existem pormenores distintos entre si dentro do próprio lugar que irão revelar visualidades diferentes, porém, com certas similitudes.

O lugar, e assim o devo chamar por ser singular, os habitantes, naturalmente estão investidos de sentido no fazer cotidiano, que facilita a leitura dos observadores externos a este lugar, quer seja na paisagem, quer seja nos habitantes e na cultura. Portanto, existe também a relação entre os construtores da paisagem do lugar.

Segundo Sauer (1998), os fatos do lugar são que irão contextualizar os fatos geográficos que, associados, dão o conceito de paisagem.

O estudo de qualquer espaço onde habitam pessoas tende a resultar nos somatórios da ação do cotidiano dos indivíduos e do coletivo, relacionado à análise dos sentimentos e idéias espaciais das pessoas e grupos de pessoas. Um complexo de idéias que serão somatórias das experiências que irão resultar em diferenciais com sentidos que tem características próprias.

1. PERCURSO NO CAMINHO DO CAMPO: 1º MOVIMENTO

O percurso que realizei tem como referência o “O Caminho do Campo”, de Heidegger (1969). O autor faz um percurso e reflexões do ser num caminho “do portão do Jardim do Castelo até as planícies úmidas do EHNRIED”. Heidegger (1969), ao entrar por este caminho, passa por pontos como “um banco quadrado de madeira crua abrigado por um alto carvalho”, e completa “quando os enigmas se acotovelavam e nenhuma saída se anunciava, o caminho do campo oferecia boa ajuda”.

O caminho que iremos percorrer através das imagens, no qual seremos parceiros, partirá de minha casa em Boa Esperança, até a cachoeira Poço Belo, que distam 800 m entre si. Percorro este caminho há quase 20 anos. Hoje, como pesquisadora de *Casas de Taipa*, caminho atenta a esta proposta. Esta caminhada, pelas possibilidades de escolhas de um determinado objeto ou assunto, permitiu um ponto de partida para a ordenação de fatos e fantasias sobre esta natureza.

Percebia, durante esses anos, que havia apenas uma casa nesta trajetória. Com este propósito comecei a pensar na paisagem. Tal caminho remete a momentos remotos, um desenho que se refaz com o passar do tempo; ela, a casa de taipa, está lá para ser revelada, apreciada. Essas casas inseridas na paisagem são paisagem, são organizadoras do olhar que nos remetem a uma liberdade existencial, expressam-se no espaço, estão abertas ao mundo. Estão em extinção, refletem a cultura que as gerou, restringem-se à simplicidade dos meios, e se nutrem com a seiva bebida da terra.

Heidegger (1969) lembra que “o caminho recolhe aquilo que tem seu ser em torno dele e dá a cada um dos que o percorrem aquilo que é seu”. ²

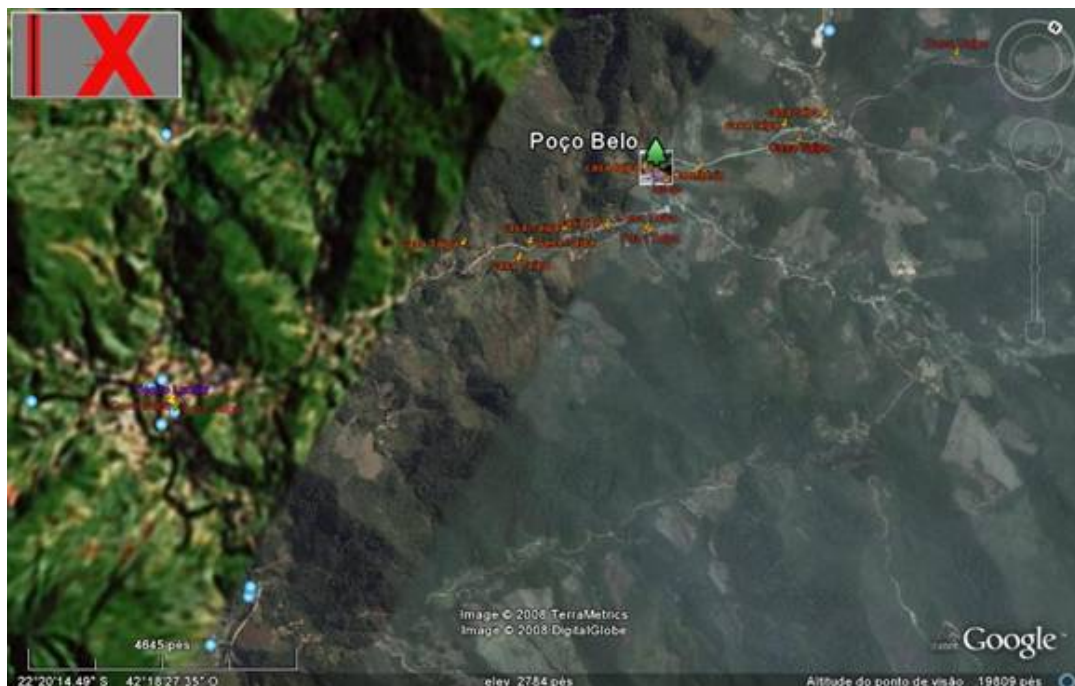


Imagem 1 – Percurso do caminho do campo

No caminho....



1. A neblina que vejo da janela da minha casa, cedinho pela manhã, “sombria massa sobre o vale, sempre e de todos os lados fala em torno do caminho do campo, o apelo do mesmo”



2. Ponto de partida, a casa, onde duas mangueiras saúdam e abrigam quem nela entra, o onde posso “conhecer o simples”



3. Escreve Heidegger (1969): “A serenidade que sabe é uma porta abrindo para o eterno. Seus batentes giram nos gonzos que um hábil ferreiro forjou um dia com os enigmas da existência”⁴



4. As mangueiras que se observa foram plantadas pela minha família, e as vi crescer.



5. Heidegger (1969) nos fala do odor do carvalho, da lentidão e constância do crescimento da árvore



6. “... crescer significa abrir-se à amplidão dos céus, mas também deitar raízes na obscuridade da terra



7. Que tudo que é verdadeiro e autêntico somente chega à maturidade se o homem for simultaneamente ambas as coisas



8. Disponível ao apelo do mais alto céu e abrigado pela proteção da terra que oculta e produz “⁵ Vista lateral da casa do Bel.



9. “O pensamento sempre de novo”⁶



10. Um espaço protegido pelo contorno instável.



11. Um espaço limitado, protegido pelo contorno estável, águas calmas.



12. “Esse campo tem clareiras, matarias e, nas clareiras que são ensolaradas,”⁷ lembrança que já remete ao tempo passado, assim como este texto todo fala do tempo “quando no coração, no interior, no centro da floresta, um carvalho tombava a golpe de machados”⁸

Imagem 2 – Caminhando

Percorrendo a estrada, depois do Poço Belo, iremos encontrar a casa de uma senhora, que tem, no cotidiano, hábitos peculiares. A chaminé da casa avisa que o fogão está em funcionamento quase o dia inteiro.

A moradora da casa vive solitariamente apesar de ter filhos e netos que a visitam. A idéia nos traz uma referência em Certeau (2003), que escreve sobre as “máquinas celibatárias”⁹ e cita personagens, entre outros, Robinson Crusoé, Marcel Duchamp (*Le Grand Verre: A casada desnudada por seus celibatários, Mesmo, 1911-1925*). Os animais que convivem com ela, seres palpáveis, obedientes aos indícios de marcas passadas, vividas num sistema coberto por ocupações em que o texto de viver, o modo de ser, é constituído no cotidiano, da necessidade de sobreviver solitariamente ou solidariamente, fabricando sonhos, próprios da sua essência, e existindo. Na *Casada Desnudada* de Duchamp, existe o “logro da comunicação que é prometida pela transparência do vidro”¹⁰. A casa (esta casa) se torna transparente quando se está dentro e as janelas enroladas estão sempre com as abas abertas, há um misto de interior/exterior paisagem assim como na obra de Duchamp que através da promessa de comunicação que se dá através do vidro, material transparente. A janela como promessa de intermediação com o mundo. Tanto o vidro na obra de Marcel Duchamp como a janela de dona Dinésia, o olhar casual do fruidor, a articula somando-se aos sonhos pessoais do fruidor/caminhante. Eu, por mais que me esforce, não consigo

agora perceber mais uma casa que não seja sonhadora, esvaziada do real ou dos seus sentidos peculiares.



Imagem 3 – Casa que pertence aos sonhadores.

Janela, palavra linda.

Janela é o bater das asas da borboleta amarela.

Abre pra fora as duas folhas de madeira à-toa pintada,
janela jeca de azul.

Eu pulo você pra dentro e para fora, monto a cavalo em você,
meu pé esbarra no chão. (Prado, 2006)

2. 2º MOVIMENTO

Eu os convido a uma visita.



Imagem 4 – Habitante da casa dos meus sonhos que provoca poesia (D. Dinésia)



Imagem 5 – Objetos do sonho: a primitividade, lembranças e sonhos.



Imagem 6 – Pano que são dois iguais, sempre limpos, um mais gasto que o outro



Imagem 7 – Pano que cobre o bujão de gás embaixo da pia



Imagem 8 – Lugar de guardar açúcar



Imagem 9 – Porta-retratos: a família de D. Dinéia, (com neném no colo)

Carga de poesia diante deste porta-retrato em que as pessoas estão estáticas. Os que estão vivos trabalham intensamente na lavoura. A foto não revela a intensidade do cotidiano; as cores produzem um movimento, cercados pelo porta-retrato enfeitado.



Imagem 10 – O armário que guarda solventes e óleos e a peneira na janela



Imagem 11 – Lenha para o fogão, armazenada no canto especial, galinhas passeiam



Imagem 12 – Ovos que são postos no porão para chocar



Imagem 13 – Antena parabólica no quintal



Imagem 14 – Senhora chega da plantação de palmas para novembro



Imagem 15 – Planta as palmas 29 de julho para que, no dia 2 de novembro, homenageie os mortos



Imagem 16 – Casa que não existe e seus objetos de uso cotidiano

Segundo os proprietários, a casa “brocou”. Esta casa não existe mais. Foi desmanchada.

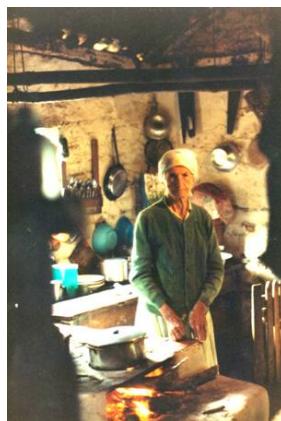


Imagem 17 – Interior da casa, iluminação remete às obras de arte do período medieval

3. 3º MOVIMENTO: Minhas poéticas: barro como matéria

Pretendo relacionar a produção das minhas poéticas à paisagem do lugar pesquisado a partir das casas de taipa. As obras serão apresentadas aqui através de registros imagéticos. Estas imagens não traduzem o potencial que as obras contêm, apenas intermedeiam o leitor e a obra. As obras e paisagens nesta forma se tornam precárias.

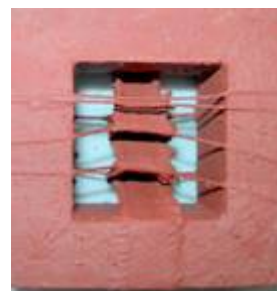


Imagem 18 – Casa construída com adobe. As madeiras estruturais horizontais e o barro que remetem à poética das minhas obras

Quando vi a imagem desta casa de taipa há anos fiquei muito impressionada com o paradoxo complexidade/simplicidade da construção, em que todo processo parecia revelado: ela estava nua. Relacionei esse material à minha produção artística na qual já vinha trabalhando há alguns anos. A meu ver, há uma poética nessa passagem do mundo natural para o mundo cultural, do minério para a paisagem arquitetônica sensível.

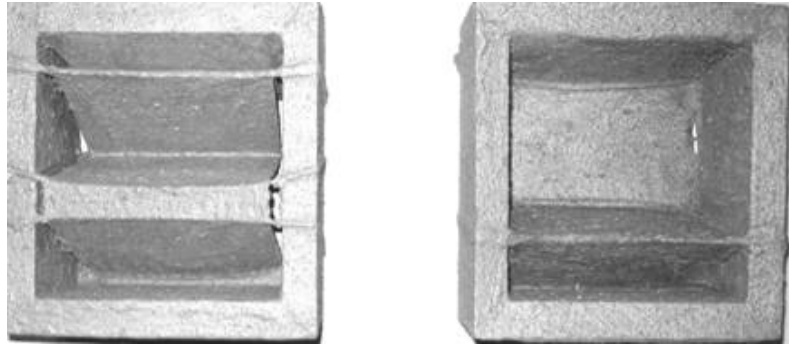


Imagem 19 – Obras de arte 20 cm x 20 cm x 4 cm. Pano e barbante passeiam no chassi estável, banhados de pigmento



Imagem 20 – Obras de arte 20 cm x 20 cm x 4 cm. Pano e barbante passeiam no chassi estável, banhados de pigmento



Imagem 21 – Obras de arte 20 cm x 20 cm x 4 cm. Pano e barbante passeiam no chassi estável, banhados de pigmento

Ana Barros (2006) nos remete a um lugar sob um olhar sensível do artista e sua poética que nos lembra: “Para um artista, essa noção de *local* se amplia para terras onde a imaginação poética imprime organizações, talvez ainda mais especificamente individuais, por serem em geral percebidas emotivamente de forma mais aguda e que são confrontadas constantemente com as do *local* como sócio-culturais, o que cria uma tensão aguda.”¹¹

Para pesquisar os pigmentos pictóricos é preciso caminhar por caminhos longínquos, exige um desvendar enigmático na paisagem. A camada superficial do mineral pode não ser da mesma cor que a camada seguinte, existe uma busca constante pelo desconhecido, um mergulho em si. O recolher do pigmento natural é uma performance entre o corpo e a paisagem; uma relação de descoberta de infinitas cores, formas, espaço e lugares.



Imagem 22 – Obras de arte 20 cm x 20 cm x 10 cm. Pano e barbante passeiam no chassi estável, banhados de pigmento



Imagem 23 – Desvelar o pigmento na natureza para velar a obra de arte. Ouro Preto, 2006

Os pigmentos naturais são coletados em diversos lugares do Estado do Rio de Janeiro, Minas Gerais, Espírito Santo, Goiás, etc. O importante é que não eles contêm em excesso de malacacheta (mica) e areia mineral que não se diluem na água.

O veículo aglutinante que utilizo nas obras pode ser a gema de ovo (têmpera ovo), cola a base de vinil (têmpera vinílica), ou acrílica. Evito empregar a têmpera ovo pelo fato dela ser suscetível a fungos. O solvente é sempre a água.

A pintura com pigmentos naturais remete ao homem pré-histórico que:

“Misturava madeira, ossos queimados, matérias minerais a diversas qualidades de terra para produzir os ocre, amarelos, vermelhos, com que recobria seus grafismos nas cavernas de Altamira e Lascaux, produzia a primeira representação pictórica da realidade, dando início à ação ainda hoje intrigante e desafiadora de recriar, nas cores da pintura, o cromatismo da natureza.”¹²

Os ocre, amarelos e vermelhos, são encontrados na natureza na cor original, não são mistura, precisam apenas serem recolhidos, diluídos e aglutinados para se tornarem matéria pictórica. Na experiência de misturar pigmentos de cores diferentes, o resultado não foi produtivo para minhas pinturas, que sempre se mostravam fragmentadas e denunciavam, em alguns pontos, as cores dos minerais aglutinados.

Nas formas de produção das minhas obras, o suporte convencional – chassi, tela e parede – são obras. Não existe esboço da obra, planaridade da tela cobrindo o chassi, ou direito e avesso: todas as faces do chassi, inclusive as laterais, são a obra. As camadas de tinta banham e contemplam as formas que a tela, feita de pano qualquer que dialogue com o pigmento intervindo, modificando a natureza maleável do tecido tornando-o um pigmento da paisagem com formas congeladas.



Imagem 24 – Obra em grade, 140 cm x 140 cm. Pano, madeira, barbante e pigmentos naturais

Não existe luz, isto é, claro/escuro; a iluminação externa artificial é essencial à obra, assim como o sol na natureza. A sombra da obra projetada na própria obra insinua perspectivas, promovendo maior profundidade. A parede é outro elemento da pintura quando o conteúdo interior do chassi se apresenta vazado. Deste modo, a parede contida na obra torna-se obra.

Não existe coisa real. Não há olhar que passeie sobre uma superfície narrativa real colorida de uma tela plana, essa superfície surpreende: pode dar voltas em barbantes, em linhas, no chassi estável, no tecido acrobata que pode ir e vir à superfície tornando-se positivo e negativo. Tudo isso é um passeio no interior do espaço pictórico, sempre banhado de massa monocromática criada pelo pincel em sucessivas camadas de tinta.

A têmpera é fabricada a partir de pigmentos naturais; desencadeando um discurso de significados, para o produtor (enunciador) e para o fruidor (enunciatário) revelados no “enunciado-discurso relação com o outro e relação com o mundo”¹³

Não existe jogo de técnica, ela é repetitiva, sempre a mesma. O que difere é o uso da tela, do chassi e da cor do pigmento produzindo significados.

“Há uma camada pictórica discursiva, em que o mesmo jogo sintático de relações entre técnicas e efeitos deverá ser desvendado por um espectador aqui transfigurado no leitor que rejeita a percepção imediata de uma primeira leitura porque pretende revelar as operações mentais geradoras desse outro e novo processo de criação.”¹⁴

Não existem tons quentes, que se expandem, opondo-se a tons frios, que se contraem. Existem tons de terra que produzem significados para quem os recolhe e para quem os transforma em matéria pictórica.

Para pesquisar os pigmentos pictóricos, é preciso caminhar por caminhos longínquos. Recolher pigmentos exige um desvendar enigmático na paisagem. A camada superficial do mineral na natureza pode não ser da mesma cor que a camada seguinte, existe uma busca constante pelo desconhecido, um mergulho em si. O recolher do pigmento natural produz uma performance entre o corpo de quem o recolhe e a paisagem; uma relação de descoberta de infinitas cores, formas, espaço e lugares, elementos esses que irão também constituir a *forma da expressão*¹⁵.

Os dois pontos do meu objeto de pesquisa, as obras e as casas, me parecem discursos que podem ser concebidos a partir de um objeto de significação: análise interna do texto e como um objeto histórico e análise externa do texto, ambas as teorias lingüísticas, aspectos de constituição do sentido, ambas são complementares. “Dar ênfase ao conceito de que o texto é um objeto de significação implica considerá-lo um todo de sentido, dotado de uma organização específica, diferente da frase. Isso significa, portanto, dar relevo especial ao exame dos procedimentos e mecanismos que o estruturam, que o tecem com uma totalidade de sentido. Cabe lembrar que a palavra texto provém do verbo latino *texo*, *is*, *texui*, *textum*, *texere*, que quer dizer tecer. Da mesma forma que um tecido não é um amontoado desorganizado de fios, o texto não é um amontoado de frases, nem uma grande frase. Tem ele uma estrutura que garante que o sentido seja apreendido em sua globalidade, que o significado de cada uma de suas partes dependa do todo.”¹⁶

Cada *pintura/objeto*, qualquer que sejam as dimensões tem um discurso próprio, uma tessitura singular que não se esgota em si.

As casas de taipa, a meu ver, são textos de significação. Podemos, através dela, fazer uma análise interna do seu texto e, como um objeto histórico, fazer uma análise externa do texto - ambas as teorias lingüísticas, aspectos de constituição do sentido.

Fiorin (1995) comenta que texto como objeto histórico leva a preocupar-se com formação ideológica, com as relações polêmicas “numa sociedade dividida em classes, estão na base da constituição das diferentes formações discursivas”¹⁷

Desta maneira chassis, tela, parede viram obras banhados por pigmentos naturais monocromáticos. A tela passeia pelo chassi descrevendo planos, curvas, ângulos, se ondulando, se retorcendo, contorcendo. Este balé produz sombras é projetada nos planos sobre a obra.

A obra pode ser apreciada de todos os lados, não existe ponto de vista frontal. Ela com o passar do tempo se torna espacial

Quando única é potencializa, no conjunto a unidade perde a força para emprestá-la ao todo.

Ana Barros (2006) nos remete a um lugar sob um olhar sensível do artista e sua poética que nos lembra:

“Para um artista, essa noção de *local* se amplia para terras onde a imaginação poética imprime organizações, talvez ainda mais especificamente individuais, por serem em geral percebidas emotivamente de forma mais aguda e que são confrontadas constantemente com as do *local* como sócio-culturais, o que cria uma tensão aguda.”¹⁸

A série prateada contém oposições e contradições entre elas: o claro/escuro, o sim/ não, o cheio/vazio, frente/verso, etc. A pigmentação monocromática prata se opõe à policromia das outras obras desta série.

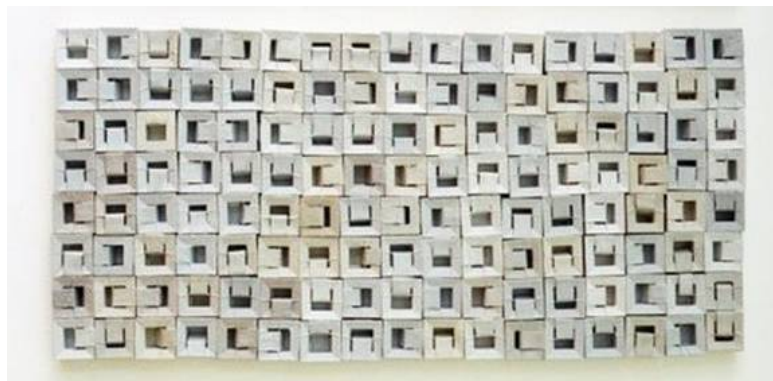


Imagem 25 – Pano, madeira barbante, pigmentos naturais, 114 cm x 56 cm

Na exposição *Expansão de Campo*, realizada no Rio de Janeiro em 2005, tendo como referencial as paredes de uma casa de taipa, empilhei as obras, construí uma parede ente duas colunas. O curador da exposição, João Wesley, escreveu no texto de apresentação:

“...Além destas considerações, esta configuração visual e espacial, projetada exclusivamente para esta galeria, transpira, a todo instante, elementos da tradição bidimensional e da arquitetura de pau-a-pique. Seria como se por alguns momentos, a cultura erudita se fundisse ou dialogasse com as verdades da multidão, e estes dois meios distintos se permitissem à mixagem; abandonado, neste breve tempo que dura uma exposição, suas restritivas limitações expressivas. Dentro deste espírito, poderia dizer que Anita promove sistematicamente uma mestiçagem estética que, a meu ver, reflete de modo sincero a realidade pluralista da cultura brasileira”



Imagem 26 – Fragmento da exposição repetida várias vezes. Módulos com medidas variáveis. Pano, madeira barbante e pigmentos naturais

Na obra realizada em 2008, houve uma mudança nos princípios. O vergalhão duro e flexível tomou o lugar da madeira que agora contracenava com o barbante que se torna rígido envolvendo a si, apoiado no flexível vergalhão, todos banhados com pigmentos naturais.



Imagem 27 – Vergalhão, barbante e pigmentos naturais, 30 cm x 30 cm x 10 cm

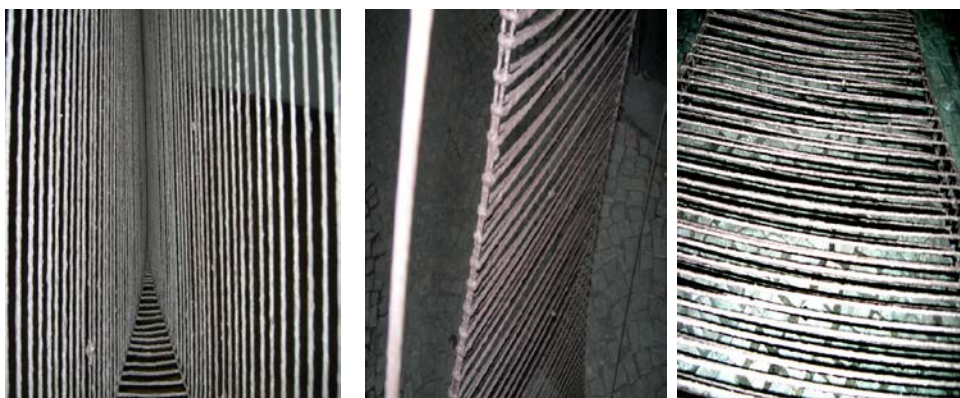


Imagem 28 – Vergalhão, barbante e pigmentos naturais, 80 cm x 160 cm x 30 cm

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As casas, a princípio, foram inspiradoras de poesia nas obras de arte. A paisagem em que elas se encontram continua sendo um marco para pessoas que chegam ao lugar em busca da natureza. A memória do lugar é indissociável da palavra transformação, no tempo e espaço. A percepção desta transformação está inscrita nos significados que se deslocam para interesses particulares de grupos distintos, cada um com sua razão e, atrelada a pontos de vista pessoais. Com o passar do tempo, as famílias recortam espaços, desmembram casas. O social entra como fortalecedor das ações pessoais ou familiares.

Por um lado, os personagens do lugar vêem a transformação do mundo acontecer em ritmo acelerado, transformando o cotidiano. Estas mudanças tornam visíveis os grupos de interesse, através da luta na defesa de seus espaços, dos grupos sociais e da manutenção e valorização da tradição cultural. Estes personagens são formadores de uma cultura singular originária de um processo de desbravamento recente que com a aceleração das transformações que ocorrem no mundo são alvos de intervenções, ocorrendo desconstruções e reconstruções, absorvendo novos valores que estão no mundo. O barro da estrada vai ser recapeado de asfalto havendo uma mudança na relação tempo/espaço. O Plano Diretor de Friburgo e a APA também estão interferindo nos costumes dos moradores do lugar.

As casas de taipa estão se transformando, seja por conservação, restauração, acréscimos, ou por estarem se desmanchando. Com esta pesquisa, as pessoas do lugar tomaram conhecimento de que elas são objeto de interesse, de estudo e são valorizadas, precisam ser preservadas. Elas surgem imponentes no caminho e são silenciosas.

O barro e suas nuances de cor, como aglutinante de si ou como matéria nas paredes das casas, o paralelismo, o trançado do emadeiramento e as diversas casas encontradas em outros cantos do Brasil influenciaram e modificaram o meu processo de produção das obras.

A minha última obra surge no espaço inscrito em estrutura rígida. Banhada de barro. A última obra, Paisagem, traduz toda a pesquisa das casas, do barro na estrada, as áreas de plantação e os caminhos de terra.

BIBLIOGRAFIA

- BARROS, Ana. Fio de Luz. 2006. <http://www.pucsp.br/~cimid/3art/barros/fioluz.htm> (consulta dia 21/07/2007).
- BENVENISTE, E. Problemas de lingüística geral I. Campinas: Pontes, 1988.
- CERTEAU, Michel de. A invenção do cotidiano: 1. Artes de fazer: Petrópolis: Editora Voz, 2003.
- FIORIN, Luiz Fiorin, *A noção de texto a semiótica*. In: Organon. URGs, Instituto de Letras, v9, n.23, 1995.
- FOUCAULT, Michel. As palavras e as coisas. São Paulo: Martins Fontes, 2002.
- GREIMAS, Courtés. Semiotique 2: dictionnaire raisonné de la théorie du langage. Paris: Hachette, 1986
- HEIDEGGER, Martin. Sobre o problema do ser - O caminho do campo. São Paulo: Livraria Duas Cidades, 1969.
- PRADO, Adélia. Janela. In: Bagagem. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira/Ed.Record Ltda., 2006
- SAUER, Carl. *A morfologia da paisagem*. In: Paisagem, tempo e cultura. Organizado por Corrêa, Roberto Lobato, Rosedahl, Zeny. Rio de Janeiro: UERJ, 1998
- TEIXEIRA, Lúcia, As cores do discurso: análise do discurso da crítica de arte. Niterói: EDUFF, 1996.
- TUAN, Yin-fu. Topofilia: Um Estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente. São Paulo: Difel, 1974.

NOTAS

- 1 - Foucault, Michel. p.12
- 2 - Heidegger, Martin. p.69
- 3 - Idem, p. 69
- 4 - Idem, p.71
- 5 - Idem, p. 68
- 6 - Idem, p. 67
- 7 - Idem, p. 68
- 8 - Idem, p. 68
- 9 - Certeau, Michel de, p.243
- 10- Idem, p.244
- 11 - Barros, Ana.
- 12 - Teixeira, Lúcia, p.89
- 13 - Benveniste, E. p. 132
- 14 - Teixeira, Lúcia. p. 87
- 15 - Greimas, 1986. p. 61
- 16 - Fiorin, 1995, p.163-164
- 17 - Idem, p.163-164
- 18 - Barros, Anna.

AUTORA

Anita Fizon, artista plástica, utiliza pigmentos naturais como matéria de suas obras; mestra em Ciência da Arte, (UFF), especialização em História da Arte e arquitetura no Brasil (PUC RJ), professora de artes visuais do Colégio de Aplicação da UFRJ.



A CONSTRUÇÃO CAIÇARA, EM TAIPA, NO LITORAL SUL DO RIO DE JANEIRO: MITOS E REALIDADE

**Aloísio J.J.Monteiro¹, Ana Cristina Villaça², Dalton Freitas do Valle³, Ema Barros⁴,
Juliana Antônia Ferreira Fernandes⁵, Luan Silva⁶**

(1) Instituto de Educação da Universidade Federal Rural Rio de Janeiro
Rodovia BR-465 Km7, Campus da UFRRJ 23.890-000 Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil
ajjmonteiro@ufrj.br

(2) Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal Rural Rio de Janeiro
Rodovia BR-465 Km7, Campus da UFRRJ 23.890-000 Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil
Tel: 55 21 9146 6874; anacris.arquiteta@gmail.com

(3) Engenharia Florestal/UFRRJ (4) Arquitetura e Urbanismo/UFRRJ (5) e (6) Licenciatura e Ciências Agrícolas/UFRRJ

Palavras-chave: construção sustentável; construção com terra; cultura caiçara

RESUMO

O artigo relata a realidade das habitações caiçara¹ na Praia do Sono, município de Paraty, no litoral sul do estado do Rio de Janeiro, onde ainda se pratica a construção em taipa (pau-a-pique), porém com grande dificuldade para que a tradição seja mantida. O aumento da renda familiar proporcionada pelo turismo ainda em desenvolvimento, resulta no desvio, da comunidade caiçara, das suas atividades tradicionais, inclusive o progressivo abandono das técnicas construtivas tradicionais. O artigo aponta as facilidades e dificuldades que os caiçaras enfrentam para manter as tradições culturais, seja com o turismo, especulação imobiliária, ou ainda, a legislação ambiental, que proíbe a utilização da madeira local para a construção das suas habitações. Devido ao crescimento da população local, aumenta a demanda por habitação. A preferência pelo material de construção industrializado vem crescendo na localidade, porém, ainda existem aqueles que perpetuam a tradicional técnica de construção caiçara em pau-a-pique. O artigo é ilustrado com imagens destas construções e apresenta estudo comparativo entre as duas formas de construir: a tradicional, em pau-a-pique, ou taipa-de-mão, e a convencional, com material industrializado.

1. INTRODUÇÃO

Este artigo tem por objetivo apresentar as impressões da primeira visita técnica do projeto de extensão universitária, iniciado em março de 2008, no âmbito do programa de extensão universitária da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. O programa visa levar o conhecimento adquirido por universitários, oriundos de diferentes cursos, às comunidades tradicionais como quilombolas, caiçaras e indígenas, abrangendo diferentes aspectos das suas culturas. A abordagem está focada na questão da habitação caiçara e sua relação com o meio ambiente, pelo enfoque da sustentabilidade do material de construção utilizado. Uma vez que o caiçara tem por tradição confeccionar sua própria roupa, seus instrumentos de pesca, e também a sua habitação, o que chamou a atenção nesta comunidade não foi tanto o uso de materiais industrializados, mas a ausência do tradicional mutirão de construção, que foi substituída pela contratação de mão-de-obra. Ainda assim, algumas famílias persistem na prática da construção em pau-a-pique, nos moldes antigos.

Na Praia do Sono, localidade do município de Paraty, no litoral sul do estado do Rio de Janeiro, que abriga uma comunidade caiçara, foram observadas construções feitas em taipa-de-mão, ou pau-a-pique. Este artigo relata as observações e as impressões iniciais sobre a primeira visita técnica, destaca as limitações enfrentadas pelos caiçaras e conclui com algumas recomendações a respeito da preservação desta forma de construir e as peculiaridades da técnica; os motivos que levam os caiçaras a continuar com esta prática; e os motivos que os levam a abandoná-la.

2. BREVE HISTÓRICO E DIAGNÓSTICO DA LOCALIDADE

A ocupação da Praia do Sono por caiçaras remonta ao século XVII, porém conflitos em torno desta ocupação começaram a ocorrer na década de 1960. Durante o “milagre econômico”, surgiu o hábito da residência de veraneio para as famílias de classe média, o que causou o aumento da pressão da especulação imobiliária sobre as terras caiçaras. Neste período, surgiram em algumas partes do litoral, em especial na região sudeste, condomínios fechados destinados às classes altas, resultado da venda de terras caiçaras por preços irrisórios. Sem suas terras, os caiçaras deslocaram-se para cidades próximas, e sem roça ou pesca para seu sustento, engrossaram as camadas de pobres e excluídos no meio urbano. Este é um processo que ocorreu, e ocorre, em quase todo o litoral brasileiro. (Coelho,2000)

A comunidade caiçara da Praia do Sono se formou a partir de cinco pescadores que deram origem às atuais famílias que habitam o local. A população aumenta através dos casamentos entre caiçaras, ou não-caiçaras que se mudam para a Praia do Sono, o que torna necessário a construção de novas habitações. Atualmente a localidade conta com aproximadamente 70 famílias, e estima-se que existam cerca de 104 edificações entre habitações, depósitos de barcos, casas de farinha, bares na beira da praia, além das recém construídas casas para aluguel aos turistas. Não existe saneamento básico.

As atividades econômicas tradicionais do caiçara são a pesca e a agricultura familiar (roçado), mas nota-se que o interesse pela agricultura diminuiu, a partir da década de 60, por dois fortes motivos. O primeiro foi a criação do Código Florestal que restringiu algumas práticas, como a abertura de clareiras em matas nativas para o plantio de subsistência, e a extração de madeira para a construção de habitações. O segundo foi o início do turismo como atividade econômica, que gera lucro. Desta forma, os jovens rapazes já não demonstram muito entusiasmo pela atividade agrícola, os mais velhos não dão conta do trabalho pesado, e as moças preferem bordar para vender aos turistas em Paraty. Resultado disto é o abandono das duas casas de farinha existentes na praia: uma está em ruínas e a outra, servindo apenas como depósito de material reciclável e de pesca, pois a mandioca, que já foi a base da alimentação caiçara em outros tempos, atualmente encontra-se escassa.

Neste contexto, o caiçara se voltou para a pesca, o que o torna quase que um pescador artesanal, descaracterizando-o como pessoa independente para se alimentar, se vestir e produzir sua própria moradia. A pesca artesanal, de subsistência, no Brasil, está cada vez mais difícil, pois o mar já não é mais tão piscoso como em outras épocas, e os grandes barcos pesqueiros (frotas comerciais) tornam difícil a vida do pequeno pescador. A falta de fiscalização eficaz em relação ao tempo de defeso (período em que espécies são protegidas pra que possam procriar), e em relação à pesca de arrastão, fazem com que este quadro se estabeleça, deixando poucas opções ao caiçara, que vê no turismo uma possibilidade de lucros.

O aumento do número de turistas na Praia do Sono tem estimulado a prática de construção de casas para aluguel, por temporada ou diária, e que é tida pelos moradores como excelente fonte de renda, visto que pode sustentá-los durante todo o ano, e torna-los independentes da pesca e do roçado. Apesar de afirmarem que não existe uma “alta temporada” para o turismo, ela ocorre com mais intensidade nos feriados e na passagem de ano. Assim, a pressão que o turismo exerce em áreas de belezas naturais, torna a área em questão altamente valorizada no mercado imobiliário de residências de veraneio, a exemplo do que já ocorreu em área vizinha.



Figura 1 – Construção inacabada com material industrializado. Foto: Ana Villaça

3. CARACTERIZAÇÃO DAS HABITAÇÕES E DA TÉCNICA UTILIZADA

Na Praia do Sono a maior parte das construções é feita em taipa-de-mão, e encontram-se em condições razoáveis de habitabilidade. Embora também existam construções em tijolo maciço, bloco cerâmico (figura 1), blocos de concreto e até em material reciclado. A taipa, ou pau-a-pique, é por excelência a técnica construtiva caíçara.

A técnica utilizada para a construção destas casas é a seguinte:

- 1- Abatem troncos de árvores da mata próxima, de acordo com as crenças locais (meses sem “R”, por exemplo). As espécies mais utilizadas são a canela (*Nectandra lanceolata*), jussara (*Euterpis edulis mart.*), tarumã (*Vitex Montevidensis*), e o jacatirão (*Miconia candolleana*). Os troncos ficam algum tempo na mata para perder água e ficarem mais leves. Fazem a impermeabilização dos troncos, descascando-os e aplicando óleo queimado. As madeiras que serão utilizadas nos telhados recebem duas demãos de verniz. Os troncos usados como estrutura são fincados no terreno, antes mesmo de ter feito a limpeza deste (figura 2).
- 2- Fazem um embasamento com pedras-de-mão recolhidas no local, ao que chamam de “soleira”, utilizando argamassa de cimento para o assentamento. Com esta técnica, garantem que o piso da construção fique longe da umidade do solo
- 3- Fazem a trama das paredes com madeira local (quase não usam o bambu). As mesmas espécies utilizadas para a estrutura, porém mais jovens. Também foi observada a utilização de bambu para a trama, porém com pouca frequência. A amarração é feita com cipó imbé (nomenclatura local), ou ainda arame recozido, que apresenta maior durabilidade que as madeiras utilizadas.
- 4- Janelas e portas são feitas com madeira aparelhada.
- 5- A escolha do solo não é criteriosa, em geral qualquer barro que não apresente muitas pedras poderá ser utilizado. Apenas fazem o peneiramento, e não se preocupam em descartar a camada mais superficial do solo. Pisoteiam o barro, apenas para misturá-lo à água, e não adicionam qualquer tipo de fibra a esta mistura. Quando perguntados sobre as fibras, afirmam desconhecer a necessidade da adição de fibras para diminuir a retração.
- 6- Fazem o barreamento das paredes, em geral, em uma única camada, sem reboco. Isto deixa a mostra o entramado, o que o torna vulnerável às intempéries, diminuindo a sua vida útil.
- 7- Fazem a cobertura com madeira local e sapê, mas também foram observadas coberturas com telhas de cerâmica e com telhas de fibrocimento, mesmo em casas de pau-a-pique.

- 8- Em geral, as casas não têm instalação elétrica ou hidráulica, nem revestimento cerâmico em parede ou no piso. Apenas uma bica de água na cozinha com esgotamento em fossa. O banheiro, em geral é externo à casa.
- 9- A distribuição dos cômodos é bem simples. Cozinha e sala formam um só ambiente. É rara a existência de uma geladeira. Em geral as casa apresentam dois ou três quartos. A planta simples não modifica em função do material de construção. As casas observadas, em geral, são bem parecidas, independentemente do material com que são feitas.



Figura 2 – Troncos fincados no terreno ainda sem a limpeza deste. Foto: Ana Villaza

A ausência de fibras na mistura de barro torna a superfície das paredes muito vulneráveis, pois apresentam muita retração, como foi observado na sua aparência final. Outra observação feita sobre a técnica utilizada é que não são feitas as três camadas de recobrimento segundo as recomendações da apostila das Oficinas de Terra (TerraBrasil 2006), para vedar as trincas, e raramente é feito reboco para proteger o barro das paredes. Isto resulta na pouca durabilidade das construções na Praia do Sono. Algumas das construções em taipa encontram-se em ruínas, pois não há o hábito de se fazer a manutenção das construções, o que resulta, ao colapsarem, na substituição por uma nova construção com material industrializado.

Por outro lado, moradores relataram que algumas das coberturas de sapê têm dez anos sem nunca terem recebido manutenção, e ainda assim, se mantêm estanques. Este fato pode ser atribuído pela posição geográfica da Praia, o que proporciona uma proteção natural contra a incidência de ventos.

Quanto à madeira utilizada no entramado, existe uma repressão do Instituto Estadual de Florestas, embasado no Código Florestal Brasileiro, para coibir o uso da madeira local. Por esta razão, muitos caiçaras têm medo de serem multados se utilizar a madeira local para a construção de suas casas. Uma alternativa seria o bambu, que não é protegido por lei ambiental e foram localizadas algumas touceiras de bambu, porém em condições inadequadas ao uso para a construção. A equipe acredita que estes caiçaras perderam o conhecimento de como manejar (plantar, desbastar, abater, tratar) corretamente os cultivares de bambu presentes na Praia do Sono. Apesar do grande potencial construtivo, falta para a comunidade um melhor conhecimento sobre o manejo das moitas de bambu.

O aumento do fluxo de turistas, e a possibilidade de renda através de aluguel de casas, têm incentivado a construção de novas casas visando à renda do aluguel por temporada. Algumas destas casas são em taipa, outras em material industrializado. Ultimamente, conforme foi relatado, há uma preferência pela construção com material industrializado. Tradicionalmente as habitações eram feitas em mutirão, em que o dono da casa oferecia uma “cachaçada”, e os homens se dividiam em dois grupos: um para o pisoteio do barro e o outro pra barrear o entramado de madeira. Esta prática está se enfraquecendo, pois os jovens vão buscar trabalho no turismo em localidades vizinhas, e ocupações que oferecem uma renda maior que a pesca ou a roça. Com esta renda, preferem contratar mão-de-obra para construir suas casas. Esta prática aumenta o individualismo na comunidade, ao passo

que o turismo também ganha força, e a comunidade perde seus laços de vizinhança e as práticas e valores sociais e culturais, inclusive a da construção das habitações, vão se perdendo.

Sem a prática do mutirão, os valores sobre a mão-de-obra cobrados pelos pedreiros se elevam. A pressão dos órgãos de fiscalização sobre a matéria-prima local (recurso madeireiro) favorece a opção pelo material industrializado. Assim, torna-se mais fácil e barato que o proprietário compre o material em Paraty, pague o frete marítimo (e assuma seu risco) até a Praia do Sono, então contrate um pedreiro que cobrará cerca de R\$2.000,00 (dois mil reais) para construir toda a casa. Se a opção for pela construção em taipa, o valor cobrado pela mão-de-obra pode chegar a R\$6.000,00 (seis mil reais). A justificativa para este valor é o trabalho da extração da madeira e o transporte desde a mata até o local da obra, além dos riscos da fiscalização. Para se ter uma base, para cada tronco retirado da mata, cobra-se R\$ 30,00 (trinta reais), e para cada elemento da trama que será trançada, cobra-se R\$ 5,00 (cinco reais).



Figura 3 – Sede a associação de moradores. Foto: Ana Villaça.

Apesar deste cenário de dificuldades, foram identificados vários exemplos de construções com a técnica de taipa-de-mão. Na figura 3, a fachada lateral da sede da associação de moradores mostra a técnica da taipa, executada entre toras de eucalipto, provavelmente trazido de fora da praia, que servem como estrutura, assim como as terças, em eucalipto, do telhado de barro. Os fechamentos são feitos em madeira local, dispostas de modo a favorecer a ventilação da construção.

Um jovem caiçara é o idealizador e também construtor desta edificação semi-acabada, onde irá morar, que é mostrada na figura 4. Pode-se notar a linguagem contemporânea das aberturas das janelas e do desenho e dimensões do beiral. Apesar disto a técnica é a mesma que vem sendo praticada por seus ascendente.



Figura 4 – Construção tradicional com design contemporâneo. Foto: Ana Villaça

O chalé da figura 5 foi construído para ser alugado a turistas e não para seus donos morarem. A mão-de-obra foi contratada, mas a técnica é a que vem sendo praticada no local durante muitas décadas. Apesar do telhado em telhas cerâmicas, há uma referência à tradição do telhado em fibra vegetal, Como pode ser visto na cobertura da varanda. O interior destas habitações é muito simples. Em geral a telha é vã; o chão é de terra batida; e em alguns casos, de cimentado liso como pode ser visto na figura 6.



Figura 5 – Chalé para aluguel. Design contemporâneo. Foto Ana Villaça.



Figura 6 – Aspecto do interior de uma das casas. Foto: Ana Villaça

A tabela 1 apresentada comparativamente algumas características das técnicas de taipa e da construção com material industrializado.

Tabela 1 – Comparação entre as técnicas construtivas

Atividade	Construção convencional	Construção tradicional (com terra)
Mão-de-obra	R\$2.000,00	R\$ 6.000,00, ou nenhum valor, se construída pelo morador, ou em mutirão
Tempo de execução	Mais rápido	Mais lento devido à extração da matéria-prima
Manutenção	Menos freqüente	Mais freqüente
Estrutura	Concreto armado	Entramado de madeira extraída da mata
Paredes	Em bloco cerâmico ou bloco de concreto	Em barro
Telhado	Telha cerâmica, fibrocimento, sapê	Fibrocimento, sapê
Frete	Por conta e risco do proprietário	Não existe, material local
Conforto térmico	Não adequada às necessidades	Adequada às necessidades

4. PERMANÊNCIA E A TRANSITORIEDADE DA TRADIÇÃO CONSTRUTIVA: IDENTIFICAÇÃO DAS LIMITAÇÕES

Diante do cenário apresentado, algumas condicionantes apontam no sentido de promover a construção com terra, outras no sentido de desmotivá-la. A escolha pelo caminho a ser seguido deve ser feita pela comunidade. Isso não impede que o conhecimento desenvolvido na universidade, ao ser transmitido a eles, possa proporcionar melhoria na qualidade de vida desta comunidade. Desta forma ficou evidente que devem ser trabalhados, nesta localidade, os valores e informações acerca de:

- Fortalecimento da identidade caiçara e da auto-estima da comunidade

Como uma das limitações à continuidade da prática da construção com taipa, foi observada a falta de interesse dos jovens em preservar os valores caiçaras. Esta falta de interesse não é uma exclusividade dos jovens caiçaras, mas de jovens de outros lugares também, pois existe resistência da juventude com relação aos valores tradicionais. Assim, identificar pontos positivos no modo de vida caiçara e sua importância no contexto social nacional pode ser um instrumento de aumento da auto-estima, em especial da juventude caiçara.

- Legislação Ambiental pouco clara

Outro importante entrave à prática da construção com taipa é a extração de matéria-prima em áreas de proteção ambiental. A Praia do Sono está inserida em uma sobreposição de unidades de conservação, cada uma com suas limitações, a Reserva Ecologia da Juatinga e a Área de Preservação Ambiental do Cairuçu. A área decretada como "*non aedificandi*", pela legislação, para protegê-la da especulação imobiliária, gera problemas para o caiçara que não pode se desenvolver como sempre o fez. A inexistência de um zoneamento que considere as questões das populações tradicionais é outro fator que prejudica a prática das construções tradicionais com terra. Apesar disto, a mata ainda encontra-se bastante preservada, apesar da antiga ocupação caiçara, e da ocupação mais recente por casas de veraneio em localidade vizinha, talvez pela falta de acesso por via terrestre, o que contribui para a preservação, pois o acesso é feito exclusivamente por trilhas ou por mar.

Existe uma grande dificuldade, por todos os atores sociais envolvidos, na interpretação da lei no interior da Reserva, e é praticamente consenso entre os gestores ambientais que cabe avaliar com mais profundidade se a categoria atual atende às necessidades de preservação e conservação dos recursos naturais e culturais da área. A proposta das comunidades envolvidas é que a unidade permita o seu desenvolvimento com possibilidades de manejo e cultivo pelas comunidades, desde que em bases sustentáveis, delimitando o perímetro que pode ser ocupado exclusivamente pela comunidade caiçara. As atividades de rotina são a emissão de autorizações para construção por moradores caiçaras e a fiscalização ambiental geralmente em conjunto com fiscais da prefeitura, do IBAMA³ e do IEF⁴ no Rio de Janeiro.

5. POSSIBILIDADES PARA A SUSTENTABILIDADE E CONSTRUÇÃO COM TERRA: RECOMENDAÇÕES

O esclarecimento dos pontos obscuros na legislação ambiental poderá aliviar o gargalo que impede o caiçara de continuar com a técnica construtiva da taipa, utilizando-se de recursos naturais disponíveis na localidade.

As possibilidades de sustentabilidade nas técnicas de construção com terra devem considerar os aspectos social, econômico, ambiental e tecnológico em sua análise mais ampla. Do contrário corre-se o risco de qualificar com sustentável, ou ainda com ambientalmente corretas, práticas que não o são. Por exemplo, Schumacher (1979) ao apontar seu conceito de "tecnologia apropriada", indica que os métodos de produção devem ser relativamente simples, voltado para materiais locais, e para consumo local. Esta proposta é válida ainda nos dias de hoje, pois a busca por técnicas construtivas menos impactantes ao meio ambiente e mais acessíveis às populações menos favorecidas, passa necessariamente por matérias pouco ou nada industrializados, como é o caso das construções em taipa deste artigo. Assim, parece que a tradicional técnica construtiva caiçara abrange as categorias acima citadas. Desta forma, estaria a legislação ambiental contribuindo para a preservação da mata local? Ou estimulando a adoção de valores exógenos a esta comunidade como uso de materiais de construção industrializados, que necessitam de frete, e outras amenidades antes dispensadas pelos caiçaras? Esta é uma discussão que deverá ser construída e debatida entre os diferentes atores sociais envolvidos.

Apesar de terem sido observadas práticas um tanto precárias, a equipe elencou algumas possibilidades de intervenção, no âmbito do projeto de extensão universitária, como por

exemplo, oferecer oficinas para a melhoria da técnica utilizada pelos caiçaras, com vistas a aumentar a vida útil de suas construções. Assim, sugere-se uma oficina que ensine o manejo (plantio, propagação, podas, cortes, tratamento) adequado das espécies de bambu existentes na Praia do Sono. O manejo do bambu poderá proporcionar, em pouco tempo, a disponibilidade de matéria-prima para a execução das construções (habitação, depósitos, aluguel para turismo e comércio), de modo que não será necessário extrair espécies protegidas pela legislação ambiental. Além disto o bambu oferece inúmeras possibilidades de artesanato e utensílios para o uso cotidiano.

Outra sugestão é a condução de uma oficina de construção com terra, onde poderão ser demonstrados o potencial e as limitações da terra como material de construção, além de outras formas de se construir, inclusive apresentando as possibilidades de melhoria da técnica construtiva utilizadas atualmente. A adição de fibras à mistura de barro, e a complementação do barreamento com sucessivas camadas de barro cobrindo a trama, assim como a execução de reboco de proteção à parede, podem melhorar o aspecto visual, a salubridade e a durabilidade das construções observadas. O excesso de retração observado no material é um dos indícios de fragilidade, por isso a recomendação de adição de fibra ao barro.

A falta de sistema de saneamento na localidade foi outro aspecto que mereceu ser destacado para estudo de solução. Para este problema foi sugerido a adoção de técnicas permaculturais de tratamento de águas (cinzas e marrons), de modo que, com pouco recurso financeiro, os esgotos da Praia do Sono pudessem ser tratados, nos seus locais de origem, envolvendo toda a participação da população local, em uma ação que não dependa de investimentos do poder público.

Pelas observações feitas em campo, e pelas diretrizes apontadas neste artigo, a equipe desenvolverá, nos próximos meses, trabalho na localidade, com o objetivo de melhorar a qualidade das construções e, a reboque, a qualidade de vida dos caiçaras. Acredita-se que o resgate dos trabalhos em mutirão possa dar novo ânimo à juventude para que preservem os valores caiçaras como a solidariedade na vizinhança e independência com relação ao fornecimento de insumos dos centros urbanos mais próximos.

Assim, a apresentação destes resultados iniciais em um encontro de especialistas, tem como objetivo a coleta de sugestões de encaminhamento e a indicação de diretrizes a serem seguidas no desenvolvimento deste projeto.

BIBLIOGRAFIA

COELHO, A.C.V. "Cidade e meio ambiente: limites e possibilidades de sustentabilidade urbana em Arraial do cabo, RJ" Dissertação de mestrado. UFRJ/PROURB. 2000. pp. 64-71.

TERRABRASIL 2006. Oficinas de Terra. Apostila. IS Seminário Arquitectura de Terra em Portugal. I Seminário de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil. Ouro Preto, 2006.

SCHUMACHER, E. F. Small is beautiful: Economics as if people mattered. London: Blond&Briggs, 1973. Lançado no Brasil com o título O negócio é ser pequeno. Rio de Janeiro: Zahar, 1979.

NOTAS

1 - "Caiçara" é como os indígenas denominavam a cerca feita de galhos de árvores fincadas na água para cercar o peixe. Depois passou a ser o nome dado às palhoças construídas nas praias para abrigar os apetrechos dos pescadores, e mais tarde o termo serviu para identificar os indivíduos das comunidades no litoral.

2 – Toda a complexidade das questões afetas à atividade pesqueira, em especial a pesca artesanal de subsistência pode ser aprofundada pela leitura de COELHO, 2000. pp. 64-71.

3 – IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.

4 – IEF – Instituto Estadual de Florestas.

AUTORES

Aloísio J.J.Monteiro, pós-doutorando em educação, professor do Instituto de Educação da UFRRJ.

Ana Cristina Villaça, arquiteta e urbanista, mestre em urbanismo, membro da Rede Proterra, membro fundador da Rede TerraBrasil, professora do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da UFRRJ.

Dalton Freitas do Valle, acadêmico de Engenharia Florestal da UFRRJ.

Ema Barros, acadêmica de Arquitetura e Urbanismo da UFRRJ.

Juliana Antônia Ferreira Fernandes, acadêmica de Licenciatura em Ciências Agrárias da UFRRJ.

Luan Silva, educador ambiental, acadêmico de Licenciatura em Ciências Agrárias da UFRRJ.



MAMPOSTERÍA DE ADOBES EN EL SIGLO XXI

Stella Maris Latina

Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda (CRIATiC)
Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional de Tucumán
Avda. Roca 1900 - San Miguel de Tucumán - Tucumán - Argentina
smlatina05@hotmail.com

Palabras clave: mampostería adobe, construcción vivienda, contemporaneidad

RESUMEN

Mampostería de adobes... tan antigua y tan contemporánea a la vez que sigue vigente en este siglo XXI.

El presente artículo puntualiza la ejecución de un trabajo realizado en el ámbito profesional privado. Se trata de la construcción de una vivienda, empleando mampostería de adobes sin estabilizar emplazada en la finca El Amparo, municipio de El Barrial, departamento San Carlos en la provincia de Salta, Argentina.

En esta localidad -de 403 habitantes, situada 1710 msnm- está muy difundido el uso de muros de adobes y techos de torta de barro desde hace más de 300 años. Este es uno de los motivos que impulsó a los propietarios a optar por el material tierra; a ello se suma la conocida inercia térmica que poseen los adobes y que hacen de él el mampuesto más adecuado para el clima de la zona cuya amplitud térmica diaria es de 12°C. El diseño es simple, se resuelve en una planta de forma cuadrada con techo a dos aguas, tratando de aprovechar al máximo las vistas con que cuenta el terreno a su alrededor como así también la ventilación e iluminación natural, la protección de los fuertes vientos provenientes del Sur y de respetar las recomendaciones establecidas por las Normas peruanas para las construcciones de tierra cruda.

A dieciocho meses de su inauguración y luego de haber pasado por dos sismos de regular intensidad -con epicentro a 20 km- no se observan patologías en los muros ni revoques.

1. LOCALIZACIÓN - UBICACIÓN DEL PROYECTO

San Carlos es la ciudad cabecera del departamento homónimo, ubicada en la zona de los Valles Calchaquíes a una altitud de 1600 msnm, al SO de la provincia de Salta en Argentina (figura 1). Tiene una población estable de 3236 habitantes (INDEC, 2001).

Es una de las ciudades más antiguas de la provincia de Salta junto a El Barco, El Barrial, entre otras; fueron fundadas por los españoles entre los siglos XVI y XVII -a pesar de la belicosidad de los calchaquíes- y aún hoy conservan intacto el estilo colonial en la arquitectura de sus casas y de sus calles angostas. El 80% de las viviendas -de todo el departamento- están construidas con adobe.

Cuenta con la iglesia de mayor tamaño en los Valles, San Carlos de Borromeo, (figura 1) es la única de la zona con crucero y cúpula lo que demuestra la importancia que tuvo en su momento la región. La construcción actual comenzó en 1801, está edificada totalmente en mampostería de adobe. Los elementos estilísticos europeizantes evidencian la voluntad de diferenciar y exaltar el edificio de la iglesia.

Temblores producidos en 1930 resintieron el techo original, abovedado, lo que obligó a reemplazarlo por cabreadas y chapas de zinc; la nave única tiene gruesos muros portantes de adobe. Los brazos del crucero y la cabecera conservan las bóvedas, originales, armadas sobre vigas de madera apoyadas en arcos de medio punto.

En la fachada las torres contrastan con el arco superior y el pórtico de acceso caracterizado por las columnas que sostienen tres arcos de medio punto.



Figura 1 – Departamento de San Carlos, Salta, Argentina; Vista Iglesia de San Carlos de Borromeo

Por su clima y paisaje es visitado durante todo el año por turistas extranjeros en su gran mayoría.

La vivienda, motivo de esta presentación, se construyó en la pequeña localidad de El Barrial, perteneciente al departamento de San Carlos. Está ubicada sobre la ruta nacional 40 a 20 km de San Carlos, a 22 km de Cafayate y a 212 km de Salta. Cuenta con una población de 403 habitantes (INDEC, 2001).

Clima

Presenta un clima continental desértico, (templado-frío) con heladas de mayo a setiembre; el régimen pluviométrico es monzónico, es decir, lluvias concentradas en los meses de enero y febrero con 200 mm anuales; la humedad relativa ambiente media es de 30%.

Posee alta heliofanía, gran amplitud térmica diaria (días soleados, mañanas y noches frescas).

Economía

La principal economía de la región es el turismo internacional, le sigue en importancia los cultivos de vid, alfalfa, frutales, nogales, hortalizas y de hierbas aromáticas como orégano, pimentón, anís y comino.

Se crían animales ovinos, caprinos y mulares.

Suelos

Los terrenos presentan suelos aluvionales depositados sobre terrazas, con textura arenosa a franco arenosa, óptima para la ejecución de adobes.

Tradición local

Tanto en San Carlos como en El Barrial, aún hoy las construcciones se efectúan con mampostería de adobe en un 80%; las más antiguas tienen techo de torta de barro; las actuales, cubierta de tejas cerámicas o chapas metálicas (figura 2).

La inercia térmica¹ que presentan los muros de adobe, lo hacen el cerramiento vertical ideal para climas como el de El Barrial, con gran amplitud diaria.



Figura 2 – Arquitectura de El Barrial

2. DISEÑO ARQUITECTÓNICO

Por todo lo expresado anteriormente, se decide junto a los propietarios que el material más adecuado para la ejecución de la vivienda era la tierra para los muros y la piedra para los cimientos y sobrecimientos, ambos de gran disponibilidad en el lugar.

Algunos de los criterios que se tuvieron en cuenta en el diseño arquitectónico fueron:

- simetría en planta y corte, muros anchos (0,40 m) con contrafuertes característicos de las construcciones con tierra cruda;
- galería orientada hacia un pequeño valle y al fondo la quebrada de Cafayate, considerando que es la vista más atractiva;
- planteo estructural sismorresistente por estar ubicada en zona grado 2: moderada sismicidad (CIRSOC 103, 1980);
- el espesor de muros acorde al clima del lugar de manera de lograr el máximo confort interior tanto en invierno como en verano;
- dimensiones de vanos teniendo en cuenta la superficie de los muros;
- postigones en las carpinterías para que respondan a la gran heliofanía existente;
- pequeñas aberturas en el muro de acceso por presentar la orientación más desfavorable a los vientos;
- uso de materiales y técnicas constructivas disponibles y apropiadas de la zona;
- mano de obra local;

Otros aspectos que se tuvieron en cuenta:

- La idea primera, orientaba la galería hacia el valle de cultivos ubicado al Norte y el acceso principal hacia el camino, frente Sur. Sin embargo, como un sector de dormitorios quedaba expuesto al Oeste se desfasó la planta, orientando la vivienda en el sentido Noroeste-Sudeste; de esta manera se logra una buena orientación en todos los locales tanto en invierno como en verano. (figura 3).
- El frente principal quedaba expuesto a los fuertes vientos, motivo por el que se colocaron las dependencias de servicio (sanitarios, lavadero y despensa) rodeando al acceso principal. Las aberturas en este frente son pequeñas; en el lavadero se usa para cerrar el muro un nido de abejas realizado con el mismo adobe de los cerramientos.
- Se prevé la colocación de una pérgola (planta de vid) para tamizar el sol y proteger de los vientos el acceso, por ello se construyeron pilares de adobe para su posterior ejecución (figura 4).
- Por solicitud de los propietarios no se efectuaron desniveles en el interior de la vivienda a pesar de que el terreno contaba con una pendiente pronunciada.

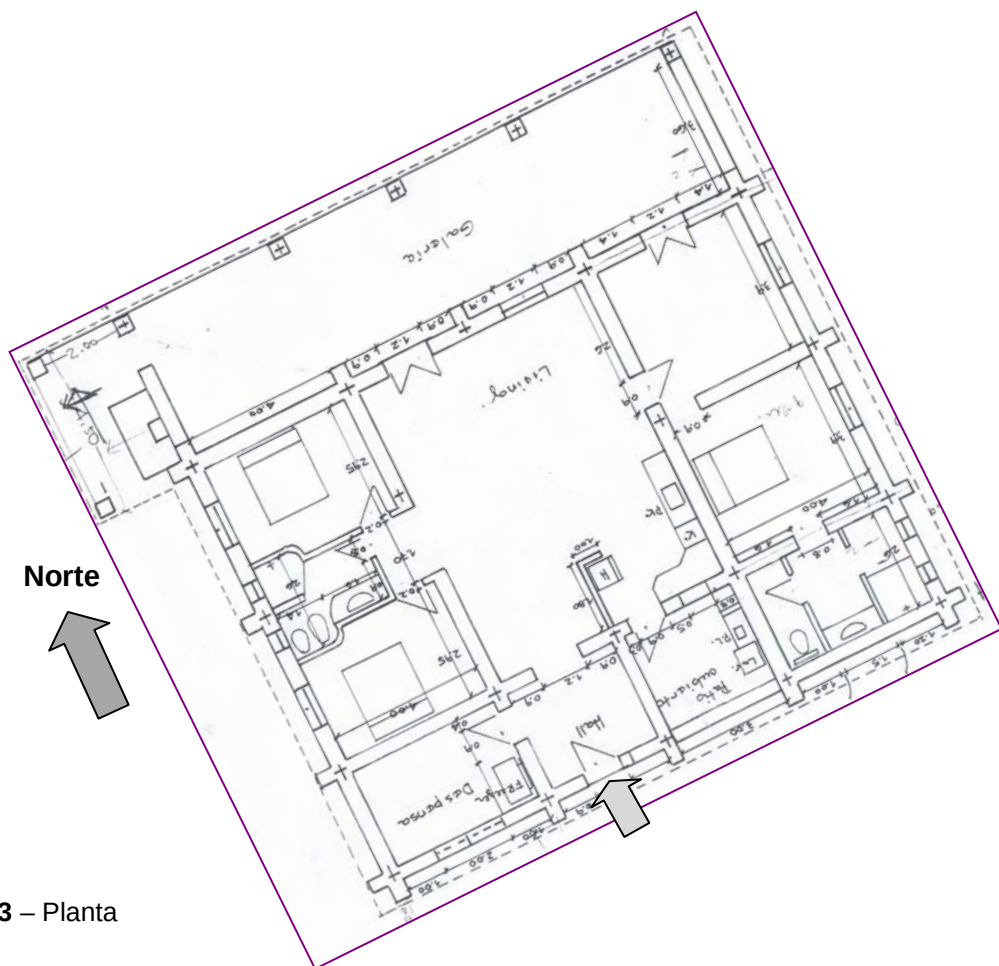
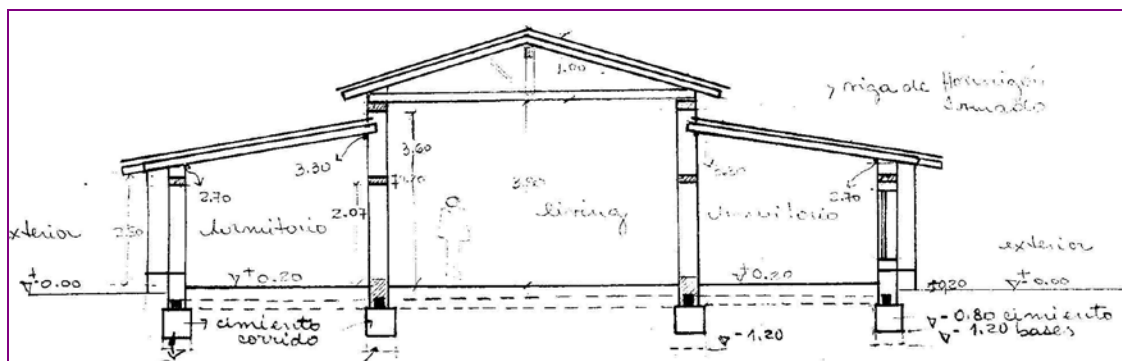


Figura 3 – Planta



Corte



Figura 4 – Vistas de acesso com pilares para pérgola - galería - frente Sudoeste

3. DISEÑO CONSTRUCTIVO-ESTRUCTURAL

Cimientos

- Por el tipo de terreno -arenoso aluvional- se recurrió a la construcción de una platea de fundación armada con cimientos corridos de hormigón alrededor para trabajar sobre terreno firme.

Sobrecimientos

- Los sobrecimientos se materializaron con hormigón sin armar hasta los 0,40 m de altura y con el mismo espesor que los muros, en cada uno de los muros, interiores y exteriores para evitar el paso de la humedad.

Cerramientos verticales exteriores e interiores - Muros

- Los cerramientos verticales tanto exteriores como interiores son muros de 0,40 m y 0,20 m de espesor; los exteriores llevan contrafuertes cada 4,00 m y encadenados verticales sismorresistentes de hormigón armado perdido dentro de los muros.
- Hacia el interior de los muros, se realizó una viga collar de hormigón armado de 0,20 m x 0,20 m; hacia el exterior se colocaron -a modo de dintel- vigas de madera (algarrobo de 4" x 8") sin cepillar, sobre cada una de las ventanas y puertas (figura 5).
- Tanto a los muros exteriores como a los interiores, se les efectuó un revoque tradicional bolseado de arena fina y cal. Luego fueron blanqueados con látex.
- En el interior de los baños se colocó cerámicos como revestimiento hasta 1,60 m alrededor, salvo en el sector de la ducha donde este llegó hasta los 2,00 m. En la cocina, cerámicos sólo en el sector de la pileta y cocina propiamente dicha.

La inclusión de encadenados verticales responde a lo establecido por el Centro de Investigaciones de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para Obras Civiles, (CIRSOC 103. 1980) debido a que la vivienda se encuentra en la zona identificada -por dicho organismo- como grado 2- moderada intensidad. De igual manera se procedió en el diseño de espesores de muros, en la ejecución de sobrecimientos, en la superficie de aberturas, donde estuvieron presente las recomendaciones establecidas por la Norma peruana E080 Adobe (RNC, 2000).

Carpintería

Puertas

- La puerta del frente de madera maciza, en los dormitorios y baños se colocaron puertas placas y entre la cocina el lavadero una puerta de PVC con vidrio.

Ventanas

- Los vanos se resolvieron con carpintería de algarrobo; hojas de abrir con paños de un solo vidrio hacia el interior en ventanas y puertas balcón y postigones de madera hacia el exterior. Entre ambas se colocó un marco con tela mosquitera.



Figura 5 – Viga de madera en dinteles. Nido de abejas en lavadero

Cerramientos horizontales

Techo

- El techo se resolvió completamente con estructura de madera de dos formas:
 - en el sector principal (estar-cocina-comedor) inclinado a dos aguas; se colocaron cinco cabreadas de rollizos de eucaliptus distanciados entre sí 1,60 m; como cielorraso se usó teja plana (según la tradición de la región) sostenidas por listones clavadores; para acondicionamiento térmico, lana de vidrio de 0,005 m de espesor; como aislante hidrófugo, polietileno de 200 micrones y para la cubierta chapas de aluminio trapezoidal clavadas a las correas de madera; finalmente se colocó un friso de madera de la zona para impedir el paso de roedores, pájaros, insectos. Este techo se colocó a una altura de 5,00 m;
 - en el resto de la vivienda y rodeando al anterior a una altura de 3,60 m se realizó un techo inclinado con rollizos de madera de eucaliptus de 0,15 m de diámetro separados 0,80 m entre sí; el cielorraso, las aislaciones y la cubierta idem al anterior (figura 6).



Figura 6 – Vistas del techo

Pisos

- En el interior se colocaron piezas cerámicas de 0,40 m x 0,40 m en dos tonos: arena y tierra; en la galería piezas cerámicas de 0,44 m x 0,44 m, también en dos tonos: arena y terracota. Ambos de terminación mate.
- En el exterior, rodeando a la vivienda, acceso y caminerías, se realizó un contrapiso de hormigón al que, en estado fresco, se le arrojó piedras del lugar seleccionadas por color, forma y tamaño para que quedaran a la vista.

En todos los casos se trató de que los pisos no tuvieran brillo y fueran de gran resistencia a la abrasión para que no sufrieran desgaste debido a la cantidad de arena que es transportada por el viento.

4. CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA

La vivienda comenzó a construirse en enero de 2006 y se terminó en octubre del mismo año. Por la urgencia de sus dueños, no se dio tiempo a que la mampostería de adobe se asentara con el peso del techo, motivo por el que en algunos sectores (muy pequeños) se observó saltadura de revoques. Estos fueron sacados y colocados nuevamente a los pocos meses.

A casi dos años de su construcción, no se observan patologías existentes.

5. RESULTADOS ESPERADOS

Con la construcción de esta vivienda se espera lograr los siguientes resultados:

- permanencia, actualidad y pertenencia de la construcción con tecnologías apropiadas;
- uso de materiales locales lugar (adobe, piedra y madera);
- uso de mano de obra local.

Y principalmente:

- posibilidad de demostrar a los pobladores locales que se puede hacer arquitectura de calidad con un material y una técnica constructiva tan antigua y tan contemporánea a la vez que sigue vigente en este siglo XXI.

BIBLIOGRAFÍA

CIRSOC 103 (1980). Centro de Investigaciones de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para Obras Civiles. Reglamento para la construcción de obras civiles en la República Argentina. Acción de los sismos sobre las construcciones. Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Industrial – INTI.

INDEC. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de la República Argentina. (2001). Censo 2001. <http://www.indec.mecon.ar>

LATINA, Stella Maris (2003). Estudio del Comportamiento Térmico en Aulas de una Escuela de Tafí del Valle, Tucumán, Argentina. Edición: LEME - FAU - UNT. Serie: Arquitectura de Tierra Cruda.

REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES (2000). Norma técnica de edificación NTE E.80 Adobe. Lima.

NOTAS

1 - Inercia térmica = acumulación de calor (energía solar) dentro de su masa; es devuelta al interior luego de varias horas. Muros de adobe de 0,40m de espesor, tienen un retardo térmico de aproximadamente 8 horas en la zona de Tafí del Valle situada en los Valles Calchaquíes y a 2000 msnm. Es decir que el calor acumulado al mediodía lo irradia a la noche. (Latina, 2003)

AUTORA

Stella Maris Latina: Arquitecta. Docente de Construcciones I y Arquitectura de Tierra Cruda - Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU), Universidad Nacional de Tucumán (UNT). Investigadora del Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda (CRIATiC) FAU - UNT y de Proyecto de la UNT. Maestrando en Auditoría Energética FAU - UNT.



ANÁLISIS DE HABITABILIDAD EN UNA EDIFICACIÓN SUSTENTABLE DE TIERRA EN UN CLIMA SUBTROPICAL HÚMEDO

José Adán Espuna Mújica, Rubén Salvador Roux Gutiérrez, Víctor Manuel García Izaguirre, Eduardo Arvizu Sánchez

Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo. Universidad Autónoma de Tamaulipas.
Campus Tampico, Madero, Tampico, Tamaulipas, México.

C. P. 89000 Tel: (+52833)2272828 jespuna@uat.edu.mx; rroux@uat.edu.mx; vgarcia@uat.edu.mx

Palabras clave: habitabilidad, comportamiento térmico, sustentabilidad

RESUMEN

El desarrollo de las viviendas desde una óptica económica o comercial ha sido causal, en la mayoría de las ocasiones, que las viviendas hubiesen reducido sus dimensiones, afectando no solamente la comodidad de los habitantes, donde las medidas mínimas utilizadas no permiten realizar algunas actividades de manera adecuada. Sin embargo, las condicionantes físicas del entorno natural, que siempre han influido en la sensación de bienestar y de nuestra capacidad para el trabajo físico y mental se han soslayado. Así como también en la capacidad de disfrutar, descansar y dormir. Las combinaciones de condiciones climáticas producen sensaciones de lasitud y depresión, que afectan no solamente a los individuos que habitan estos minúsculos cuartos.

El presente trabajo presenta los avances de la segunda etapa de la vivienda en donde se han utilizado los "Bloques de Tierra Comprimidos" (BTC), misma que se actualmente se encuentra en evaluación de la vivienda y su adecuación a un contexto de suyo caluroso en verano, con alta humedad relativa, con la intención de determinar de manera objetiva la influencia de los factores climáticos en los espacios diseñados de la misma, proponiéndose sistemas de medición higrotérmicos, así como su continua codificación. Los datos que se obtengan serán fundamentales para deducir si el prototipo de vivienda sustentable de tierra es adecuada, desde el punto de vista de habitabilidad que una convencional, en donde los datos que de ambas se recolecten permitirán concluir sobre las condiciones de bienestar al habitador de cada una de éstas.

1. INTRODUCCIÓN:

Se ha comentado siempre sobre la necesidad de vivienda en México para el 2030, se prevé que será de alrededor de 45 millones de hogares. Lo anterior, representa la necesidad de edificar a partir del 2001 un promedio de 766 mil viviendas anuales, según datos de la Comisión Nacional del Fondo de Vivienda (CONAFOVI, 2001) La construcción de vivienda ejerce un efecto multiplicador sobre la economía, "...a pesar de los esfuerzos realizados en 2004 por hacer las viviendas más accesibles, todavía existe un sector significativo que permanece desatendido" (CIDOC, 2005:5), además de ser un importante generador de empleos, al demandar una gran cantidad de bienes y servicios nacionales y ser un elemento articulador del crecimiento ordenado de las ciudades.

Estos factores, aunados a la incorporación de aspectos antropométricos, socioculturales, psicológicos, por mencionar algunos que influyen directamente en la arquitectura. Evans y de Schiller (1994), han sugerido que la fatiga climática es una de las causas principales del lento progreso de desarrollo tecnológico y económico de algunas de las regiones del trópico. Por el contrario, se puede relacionar el rápido crecimiento de ciertas naciones del lejano oriente con las mejoras de las condiciones en las viviendas y los lugares de trabajos como resultado de los progresos en el diseño de los edificios y la introducción de sistemas de acondicionamiento. El diseño bioambiental optimiza las condiciones de habitabilidad en las viviendas y su relación con los aspectos medioambientales en los espacios exteriores. El incremento de la población que se ha registrado en los últimos 30 años, ha originado la construcción de una gran cantidad de espacios habitacionales, en los cuales las condiciones

climáticas y biológicas han sido soslayadas, consecuentemente, se ha presentado la inadecuación de la arquitectura al medio físico.

Es conocido en el campo de la arquitectura que un ambiente sensiblemente cálido resulta incómodo para los habitantes de los espacios diseñados. Si a las condicionantes térmicas se le incrementa una elevada humedad relativa, se acentúa la incomodidad, ya sea en temperaturas elevadas, con la consecuente transpiración, como en clima frío, en donde se pueden presentar problemas de salud.

El buscar un concepto de arquitectura bioclimática se ha vuelto cada vez más complejo, por ser una preocupación retomada recientemente, la arquitectura de suyo es bioclimática, sin embargo, se ha ido olvidando que ésta debe estar en diálogo con su entorno natural, "... No existe una "arquitectura bioclimática", sino la arquitectura, simple y llanamente" (López de Asiaín, 1997: 19). Como consecuencia, se hace cada evidente que la estandarización de modelos de viviendas en diferentes puntos de la geografía del país es inadecuado y sobre todo, no es recomendable si se buscara una vivienda de calidad.

Las mediciones que se hagan a modelos espaciales tridimensionales, aportará una serie de datos que coadyuven a solventar los problemas de habitabilidad y comodidad a o los individuos que realicen sus actividades, buscándose las condicionantes que permitan adecuar las condiciones térmicas, de humedad y ventilación mediante la utilización de un sistema constructivo tradicional y ancestral, el adobe, en este caso, aplicando el BSC (Bloque de Suelo Cemento), estabilizado con 6% de cemento Portland Tipo I, como material de edificación en un lugar en buena medida adverso a las condiciones adecuadas de comodidad, específicamente un clima tropical subhúmedo como es el que incide en la zona sur de Tamaulipas. Con la presente investigación, se pretende contrastar los sistemas convencionales a la arquitectura de tierra y encontrar los parámetros que coadyuven a reducir las molestias provocadas por los agentes climáticos, así como determinar ciertos aspectos de diseño que atenúen el insumo de recursos energéticos, mediante la adecuación del proyecto al entorno físico, con la consecuente mejora de los espacios habitables.

2. DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

La insuficiencia de modelos alternativos de vivienda de interés social, que coadyuven a reducir los consumos de energía, la producción de desechos y polución, así como evitar impactos negativos a la atmósfera son las premisas claves para la construcción sustentable, desarrollados en este caso mediante un modelo de vivienda que trata de ser adecuada a su entorno natural. Se pretende desarrollar modelos de viviendas alternativas, realizadas con tierra, que proporcionen una serie de datos a evaluar, basados en:

- La necesidad de reducir demanda pico de energía y temperaturas máximas en viviendas de alto consumo energético, debido al uso indiscriminado del aire acondicionado y refrigeración.
- La identificación de variables de diseño, materiales y procedimientos constructivos y su impacto en el medio ambiente regional.
- Preparación de datos de diseño: intensidad máxima de radiación solar, con base a mediciones, determinar las temperaturas de confort y la influencia del clima en el hábitat edificado.
- Desarrollo de herramientas de diseño para arquitectos durante el proceso de diseño.

Tratar de vincular los diferentes parámetros que impactan a la arquitectura habitacional, a partir del modelo de arquitectura de tierra y pensar en su adecuación al contexto tropical es al parecer adecuado e importante cuando se trata de desarrollar una arquitectura sustentable y acorde a su entorno. Cuando se pretende desarrollar modelos alternativos económicos y sustentables, la intención es desarrollar modelos o prototipos de vivienda de tierra adecuados al clima tropical subhúmedo originándose a partir del auge que han tomado las viviendas populares edificadas por promotores de vivienda particulares, en donde se ha

construido la mayor cantidad de vivienda con el mínimo de recursos económicos, respondiéndose al déficit cuantitativo de la vivienda, empero, se ha soslayado el aspecto de calidad, no tanto de los materiales utilizados así como de los procedimientos constructivos, sino más bien en lo referente a la comodidad o confort ambiental, donde el comportamiento climático al interior de los espacios.

Entendiéndose que se debe establecer un diálogo entre arquitectura y entorno, la denominada arquitectura bioclimática y sustentable, analiza las características del medio ambiente, buscándose con el aprovechamiento de las características de materiales de construcción de la vivienda, desarrollar espacios interiores con los elementos que mejoren el confort de sus habitantes. Sin embargo, los parámetros de sensación térmica son bastante subjetivos, a decir de Evans y De Schiller (1994), pero los que se consideran relacionados con el medio y que impactan las áreas habitables son: temperatura; humedad relativa; la radiación solar o soleamiento y el viento. A estos factores climáticos también es conveniente incluir las actividades físicas a realizar por el usuario, así como su metabolismo y, de ser posible, la adecuación corporal a las temperaturas.

Se puede decir que en esta etapa se centró el estudio en las condicionantes del medio natural y si el prototipo ofrece soluciones de diseño adecuadas, considerando el hábitat edificado como algo implícito o muy ligado a los factores climáticos de su entorno, además de su variabilidad en el tiempo y las estaciones del año que se presenten. Es lógico percibir que una de las premisas de diseño se dirigió a proteger el interior de los agentes climáticos, con la intención de protegerlo o creando defensas solares, mediante aislamientos térmicos, preponderando las técnicas y material de construcción de la misma, en este caso, bloques de tierra comprimida. La región subtropical húmeda es el punto de referencia para el análisis de la vivienda, desde la óptica del medio físico, así como del sitio en donde el prototipo se edificó y lugar donde los usuarios realizarán sus actividades.

3. DESCRIPCIÓN DE LAS ÁREAS DEL PROTOTIPO

Ubicado en la ciudad de Tampico, México, con un clima subtropical húmedo, el prototipo se desarrolló con una superficie de 78.43 m² con BTC (Roux, Espuna, García y Aranda, 2007) dentro del Campus Tampico-Madero de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. La vivienda tiene muros de carga de 28 cm de espesor y divisorios o de cerramiento de 14 cm, aplanados en ambas caras con mortero de cal-arena con mucílago de nopal. Está diseñado en dos plantas, en la planta baja se localiza el acceso, la sala-comedor, la cocina, las escaleras y un cuarto de baterías en la parte exterior, en la planta alta se localizan dos recámaras y el baño. En el espacio de la sala presenta una doble altura, misma que permite a una de las recámaras estar en contacto visual con esta área, esto fue con la intención de mejorar la ventilación entre las áreas. La losa de entrepiso y el techo son de polines de 2" por 4" o tirantería de madera, recubierto de triplay marino, con aislamiento de cartón asfaltado con acabado de granillo plástico en color rojo. Se escogió este color, el rojo, por ser uno de los colores disponibles habitualmente en el mercado de materiales de construcción en la región, privilegiándose por ser de menor absorción calórica que si se hubiese colocado el mismo material, pero en tonalidad negra, siendo ésta la otra opción de color. Los pisos son de losetas cerámicas adheridas con pegamento en el entrepiso y en planta baja colocadas con mortero sobre un firme de concreto simple (figuras 1 y 2) (García, Roux, Espuna y Arvizu, 2007).

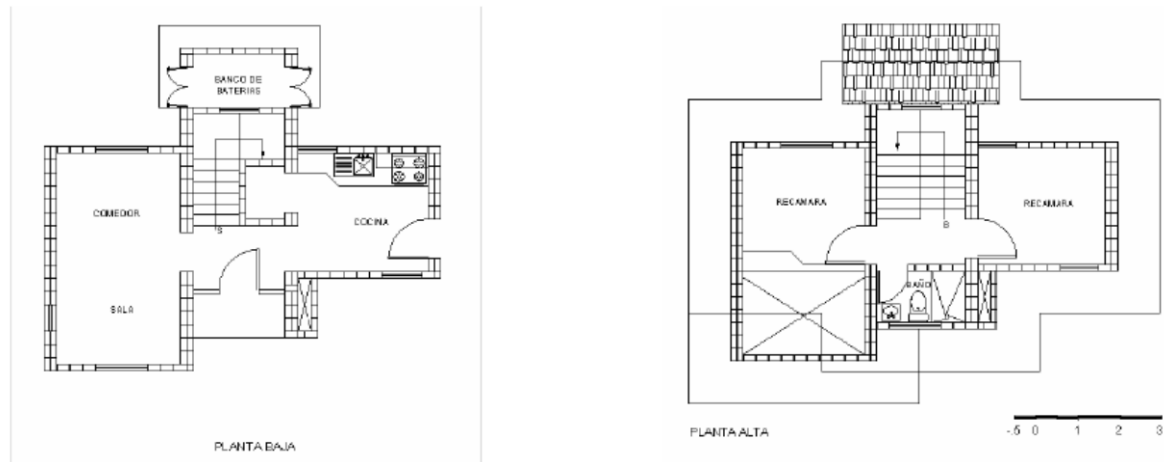


Figura 1 – Plantas del modelo de edificación sustentable con tierra

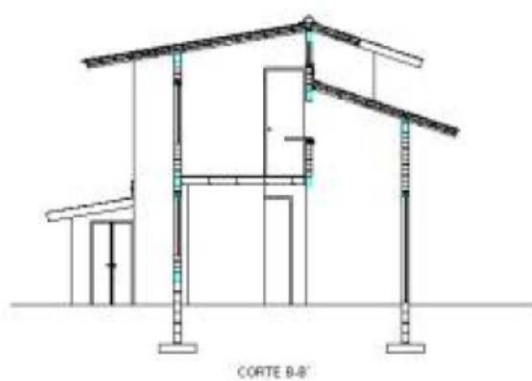


Figura 2 – Detalle en corte del modelo y fotografía actual del mismo.

4. OBJETIVOS

General

Analizar y evaluar los espacios habitables, del prototipo de vivienda sustentable de tierra, ubicada en un entorno climático subtropical húmedo, mediante los datos obtenidos durante el periodo comprendido de julio del 2007 a enero de 2008, en sus diversos habitáculos en lo que corresponde a temperatura, interior y exterior; humedad relativa y la intensidad de los vientos que afecten de manera directa a la casa, contrastándola con un modelo simulado de vivienda convencional de similares características, que permitan evaluar las condiciones de este diseño arquitectónico con sistemas constructivos adecuados económicamente y de bajo impacto al medio ambiente.

Particulares

- Desarrollar las condiciones de habitabilidad teórica y determinarlos en el prototipo de vivienda de BTC en la ciudad y puerto de Tampico, Tamaulipas,
- Evaluar las condiciones de confort del prototipo de vivienda sustentable de tierra, edificado en la zona sur de Tamaulipas.
- Evaluar el comportamiento físico del prototipo y la vivienda, además de las potencialidades del BTC en un clima tropical subhúmedo.
- Establecer y determinar las relaciones posibles entre los factores biofísicos y los factores de construcción.

Esto es con la intención de replantear teórica y prácticamente nuevos derroteros en lo referente a la construcción de arquitectura habitacional popular, rediseñando los elementos

y materiales, con soluciones medioambientales, con una propuesta alternativa en sus procedimientos constructivos, respetuoso de las necesidades de sus habitantes, utilizando productos que no produzcan emanaciones tóxicas buscando se adecue al contexto físico

5. JUSTIFICACIÓN

De acuerdo a García Chávez y Fuentes (2006), el mundo alcanzó una población de casi 7 mil millones de habitantes, que requirió aproximadamente 9,300 millones de toneladas de combustibles fósiles. En contraparte, las energías renovables y sistemas alternativos de construcción han crecido de manera significativa, sin que todavía impacten o influyan en los sistemas constructivos. El potencial de las viviendas alternativas, con procedimientos de construcción sustentable es enorme, sobre todo cuando existe la virtual ayuda a resolver los daños que se han causado al entorno.

La propuesta para la presente investigación sobre analizar la sustentabilidad en la arquitectura de tierra en una zona tropical y compararla con una vivienda convencional, que se refiere al sistema constructivo más utilizado en la zona, se debe a que ambas edificaciones, en comparación, sin tomar en solo los consumos energéticos o que la primera sea evidentemente “ecológica” en un análisis *a priori*, sino más bien porque en realidad ambos ejemplos habitacionales simplemente sean construidos, sobre todo el tipo convencional que seguirá continuará promoviéndose y edificando en el presente siglo, a menos que se desarrolle o invente una alternativa de solución económica, o hasta que existan cambios radicales en la planeación urbana, además de la consecuente inmigración del medio rural a la ciudad. La pregunta es ¿cómo el diseñador arquitectónico pueda desarrollar estos tipos masivos de viviendas además de responder de manera ecológica?

Para el caso del estudio la unidad de análisis corresponde a la denominada como “Modelo de edificación sustentable de Tierra”, ubicado en Tampico, Tamaulipas, en los terrenos de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Cuando hablamos de este modelo se hace referencia a una vivienda de adobe, a las formas de construcción utilizadas, producto de una evolución de una técnica milenaria, que responde a un sistema constructivo sustentable, con propuestas particulares que se adecuan a su medio ambiente.

Los habitantes de la zona sur de Tamaulipas consideran los materiales utilizados como el adobe y la madera como materiales inadecuados para la zona, o bien, están estereotipados con viviendas marginales, sin embargo no existen estudios en la zona que comprueben si efectivamente se debe a estas características o son otras variables o aspectos específicos de estas viviendas los que aportan una adecuación al medio ambiente. La otra posibilidad es que la vivienda de adobe tenga mejor comportamiento o, al menos, un comportamiento similar a otra vivienda construida con materiales industrializados como el tabique o bloc de concreto y losas de concreto armado.

6. METODOLOGÍA

Se realizaron mediciones con registradores automáticos de temperatura mini-data-loggers, modelo HOBO U-12, de verano a invierno: entre julio 2007 y enero 2008. Dichas mediciones fueron comparadas con simulaciones numéricas realizadas por Patrone y Evans (2005), mediante la aplicación del programa “Quick” en Buenos Aires, Argentina a fin de evaluar su comportamiento térmico. Los registros exteriores de Tampico fueron obtenidos con datos del Programa Meteorológico “Underground Weather” coincidentes con los días en que se tomaron los registros en la vivienda. El programa Quick fue desarrollado en Sudáfrica para situaciones con acondicionamiento natural con climas similares a la Provincia de Buenos Aires. Los resultados de la comparación entre mediciones y simulaciones indican una variación máxima de 0,7°C en Tampico, según muestra la figura 3.

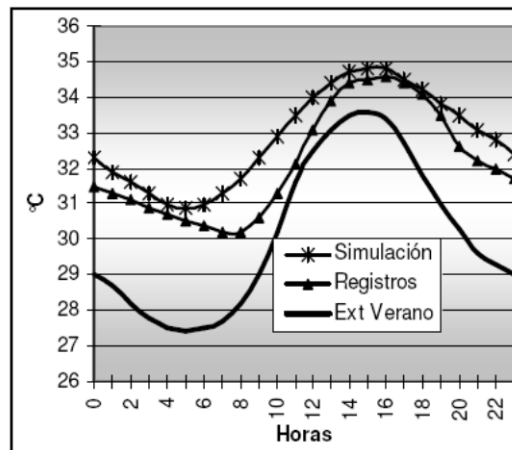


Figura 3 – Comparación entre temperaturas exteriores, interiores registradas con HOBO y temperaturas interiores obtenidas con el programa de simulación numérica. Realizado por Patrone y Evans (2005)

7. DESARROLLO

El objetivo de las mediciones es analizar las características térmicas y evaluar el comportamiento térmico de esta construcción y cuantificar las posibles ventajas de un elemento constructivo de gran densidad y capacidad térmica. Los muros de tierra BTC (bloques de tierra compactada) tienen una densidad estimada de 1900 kg/m^3 , una conductividad de $0,9 \text{ W/mK}$. De acuerdo a las mediciones realizadas y comentarios de Patrone, en un estudio de sus características térmicas (Evans, 2004) y las indicaciones de la Norma IRAM 11.601 (1996), la transmitancia térmica estimada de estas construcciones es $1.90 \text{ Watts/m}^2\text{K}$.

La vivienda se encuentra normalmente con poca gente en ella, se abre de las 9:00 a las 14:00 horas, de lunes a viernes, misma que se encuentra utilizándose como centro de trabajo del Cuerpo Académico de la FADU e investigadores de la misma. Los registradores de temperatura mini-data-loggers, modelo HOBO U-12, fueron colocados en las ubicaciones indicadas en la tabla 1.

Tabla 1 – Ubicación de los registradores de temperatura

REFERENCIA	UBICACIÓN	COMENTARIOS
1	Sala comedor	En el centro de la pared oriente, a una altura de 1.75 m
2	Cocina	En el centro de la pared poniente, a una altura de 1.75 m
3	Recámara principal	En el centro de la pared oriente, a una altura de 1.75 m
4	Cubo de escalera	En el centro de la pared del baño, a una altura de 1.75 m
5	Recámara 2	En el centro de la pared poniente, a una altura de 1.75 m

8. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA DE TRABAJO

Para el proyecto de investigación realizado sobre la vivienda, la metodología propuesta abarcó la investigación directa a base de la prospección y análisis del hecho arquitectónico, así como de la investigación documental, dentro de la cual se recurrió a las fuentes históricas, acervos de archivos, monográficos, estadísticos y censos, entre los que conviene destacar en su primera etapa:

- Medición y análisis de datos climáticos, con énfasis especial en la intensidad de la radiación solar, obtenida con mediciones sistemáticas y automáticas cada 15 minutos durante un año.
- Simulación del comportamiento térmico de espacios para oficinas a fin de obtener temperaturas interiores pico y máxima demanda de energía en épocas de calor.

- Presentación de resultados: método gráfico de evaluación de alternativas, análisis de conclusiones

A partir del mes de mayo se empezaron a hacer una serie de mediciones y recolección de datos a manera de ensayo, con la intención de establecer una metodología de trabajo, basándonos en la propuesta de González Sandino y López de Asiaín (1994) que permitiese en términos generales:

- La toma de datos y recolección de información, tanto del entorno como del interior de los espacios habitables.
- Valoración de los resultados, mediante la interrelación de los datos obtenidos.
- Interpretaciones parciales y globales del análisis, con la ulterior conclusión.

El análisis bioclimático que se realizarán, así como su vinculación o incidencia en los modelos de vivienda que se evaluarán estarán referidos a aspectos climáticos, como lo es la temperatura, humedad relativa, soleamiento, dirección y velocidad de los vientos. Para la toma y recolección de la información de los factores climáticos deberá haber una continua interrelación en los datos parciales obtenidos, con la intención de obtener conclusiones manejables en lo que respecta a los valores de bienestar o habitabilidad, tanto en el prototipo como en la vivienda convencional, mismos que estarán vinculados a determinar una zona teóricamente adecuada a las condiciones de un clima subtropical húmedo.

Mediciones en verano

Los registros en Tampico fueron tomados del 26 al 31 de julio de 2007, con mediciones de temperatura cada 15 minutos, los promedios horarios de 6 días se indican en la figura 4, las temperaturas en la sala y la cocina, localizadas en planta baja, tienen una variación de 1°C mientras en el exterior el salto térmico es de 6,3°C, observándose una amortiguación de variación de temperatura en las recámaras. La carencia de aislamiento térmico en el techo, incrementó el salto térmico a 3,5°C y la temperatura máxima, 1°C superior a la del exterior, muestra que el comportamiento térmico del edificio en planta baja por el efecto de estratificación, no es alcanzada por el sobrecalentamiento producido en planta alta sin aislación, reforzando el concepto de amortiguación térmica en construcciones realizadas con materiales de gran densidad e inercia térmica.

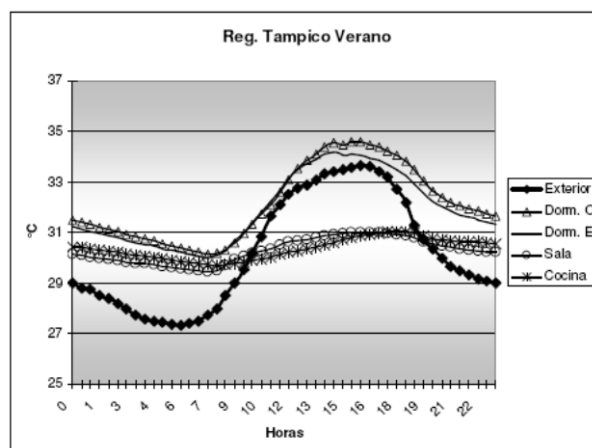


Figura 4 – Temperaturas promedio registrados durante los seis días de medición en verano

Mediciones en invierno

En el modelo de vivienda, las mediciones fueron tomadas entre el 26 y las 31 de diciembre de 2007, con registros de temperatura a cada 15 minutos, con 96 tomas cada 24 horas. Igual que en verano, se graficó con promedios horarios de 6 días (figura 5), se observa que las temperaturas de la sala y la cocina tienen una amplitud térmica de 1,5°C y 2,5°C mientras en el exterior la amplitud térmica es de 6,5°C y en los dormitorios la diferencia es de 4,7°C y 4,8°C respectivamente y con 1,5°C por encima de la máxima exterior, se repite

un comportamiento similar al verano donde se nota la amortiguación térmica de los muros de BTC y la distorsión producida por el techo sin aislación.

La influencia de la radiación solar se corroboran en los adelantos del pico máximo de temperatura de una hora en los ambientes con orientación Este y el retaso también de una hora en los cuartos orientados al Oeste, inclusive es perceptible que el efecto de estratificación en el dormitorio Este, que está sobre la sala provocando una doble altura, aumenta la temperatura $0,4^{\circ}\text{C}$ respecto del otro dormitorio que además no presenta retaso térmico. La temperatura pico interior fue $16,3^{\circ}\text{C}$ muy similar a la temperatura pico del aire exterior. La temperatura mínima a la noche fue $13,5^{\circ}\text{C}$ y $13,7^{\circ}\text{C}$ en el dormitorio y la cocina respectivamente, comparada con una temperatura mínima exterior de $9,5^{\circ}\text{C}$, demostrando nuevamente el efecto favorable de la amortiguación y la capacidad de almacenar calor de la radiación solar durante el día.

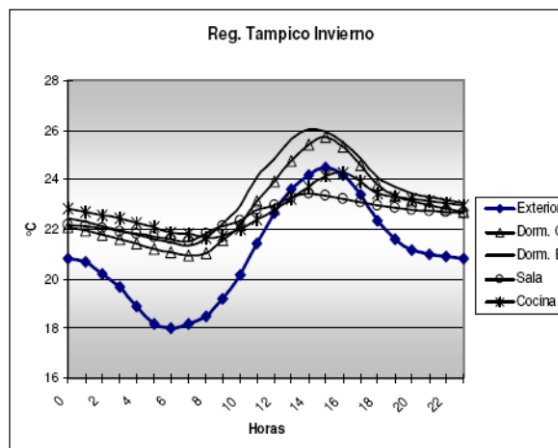


Figura 5 – Temperaturas promedio registrados durante los seis días de medición en invierno

Simulaciones

Se adopta la técnica de simulaciones calibradas para comparar el comportamiento térmico de las viviendas con alternativas constructivas convencionales y estrategias bioclimáticas. Las mismas se realizaron en base a la comparación de los resultados de una simulación numérica de los prototipos con los valores de temperatura registrada con los HOBO's (figura 6). Los registros exteriores de Tampico fueron obtenidos del sitio de Internet 'Weather Underground' coincidentes con los días en que se tomaron los registros en la vivienda.

Los datos de radiación fueron obtenidos de la estación de medición de radiación montada en el techo de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Buenos Aires. Los datos de ventilación fueron estimados, considerando un deficiente grado de estanqueidad de las viviendas al momento de realizar las mediciones, habiéndose utilizado el programa Quick. Se con simulaciones de materiales constructivos convencionales, en lo particular, Patrone y Evans (2005) realizó una comparación en la vivienda de Tampico solo con bloques de hormigón (tabla 2) por ser los convencionales o mayoritariamente utilizados en la construcción de viviendas de interés social, priorizándose simulaciones de estrategias bioclimáticas.

Las simulaciones sobre la vivienda de Tampico priorizan las alternativas bioambientales. La figura 7 indica los resultados de las simulaciones de dos variantes constructivas en invierno y verano incluida una variante con ventilación cruzada. Si bien no alcanza la zona de confort en verano, la ventilación cruzada en horarios nocturnos reduce la temperaturas interior en $1,6^{\circ}\text{C}$, no se aprecia gran diferencia entre los distintos materiales pero igualmente la curva de la construcción con BTC registra $0,4^{\circ}\text{C}$ inferior al de bloques de concreto.

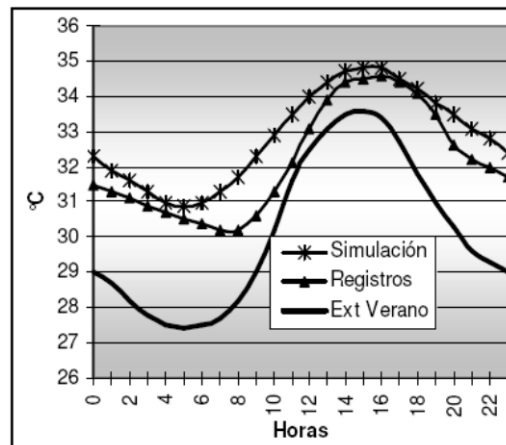


Figura 6 – Comparación entre temperaturas exteriores, interiores registradas con HOBO y temperaturas

Tabla 2 – Las alternativas convencionales adoptadas para estas comparaciones (Patrone y Evans, 2005)

Construcción	Espesor mm	Capas constructivas	K W/m ² K
Tapial	200	Tierra estabilizada compactada.	1,9 (No cumple)
Bloque	200	Bloque cerámico hueco de 180 mm con 4 cámaras y revoque ambos lados.	1,6 (Cumple)
Ladrillo	300	Ladrillo macizo de 270 mm y revoque ambos lados.	1,8 (Cumple)
Liviana	200	Placa cementicia exterior, cámara de aire, lana de vidrio de 25 mm, barrera de vapor y placa de yeso interior.	0,8 (Cumple)
BTC	310 - 170	Bloque de tierra compactada de 280 mm y revoque a ambos lados	1,9 (No cumple)
Bloque H°	310 - 170	Bloque de hormigón de 280 mm y revoque a ambos lados	

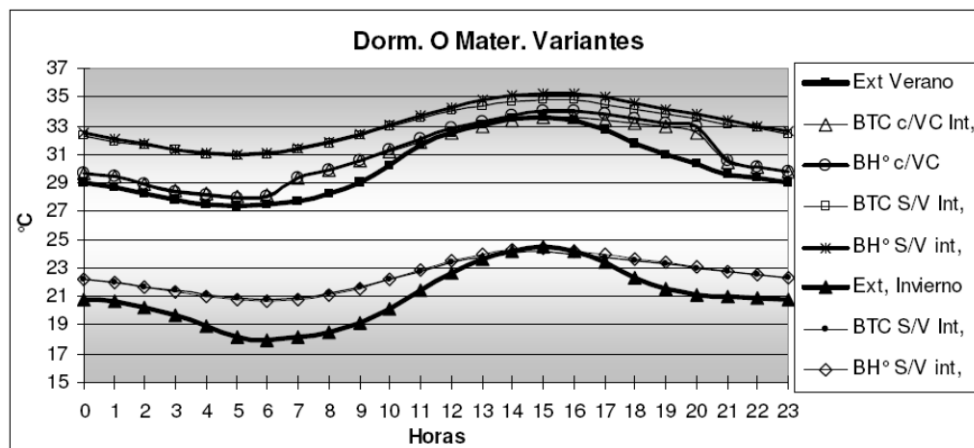


Figura 7 – Comparativa de variantes de construcción entre los BTC y bloques de concreto en invierno y verano con y sin ventilación.

En la figura 8 se presentan las simulaciones del dormitorio oeste y la cocina en invierno y distintas variantes: invierno con y sin aislación térmica, sin verano en la ventilación cruzada y verano con aislación, sin aislación y con aislación y ventilación cruzada. Patrone y Evans (2005) realizó con una propuesta de una cámara de aire de 50 mm de espesor, 50 mm de fibra de vidrio, barrera de vapor asfáltica y terciado fenolito de 5 mm de espesor, bajo la cubierta, aprovechando los espacios entre las vigas de madera del techo.

En invierno, si bien el exterior se encuentra dentro de la zona de confort, el salto térmico en el interior con aislación térmica en el techo, se reduce de 6,5°C a 1,4°C, lo que indica un buen comportamiento térmico de los muros construidos con BTC. En el gráfico de la figura 8 B se observa que, en verano, el salto térmico en la curva de la variante sin ventilación se

reduce de $6,2^{\circ}\text{C}$ en el exterior a $3,2^{\circ}\text{C}$ en el interior y con la variante de ventilación cruzada el salto térmico solo se reduce en $1,6^{\circ}\text{C}$ y la máxima se reduce de $33,6^{\circ}\text{C}$ a $32,3^{\circ}\text{C}$ con un retraso térmico de una hora. En invierno la curva de temperaturas interiores reduce su salto térmico de $6,5^{\circ}\text{C}$ a $4,4^{\circ}\text{C}$.

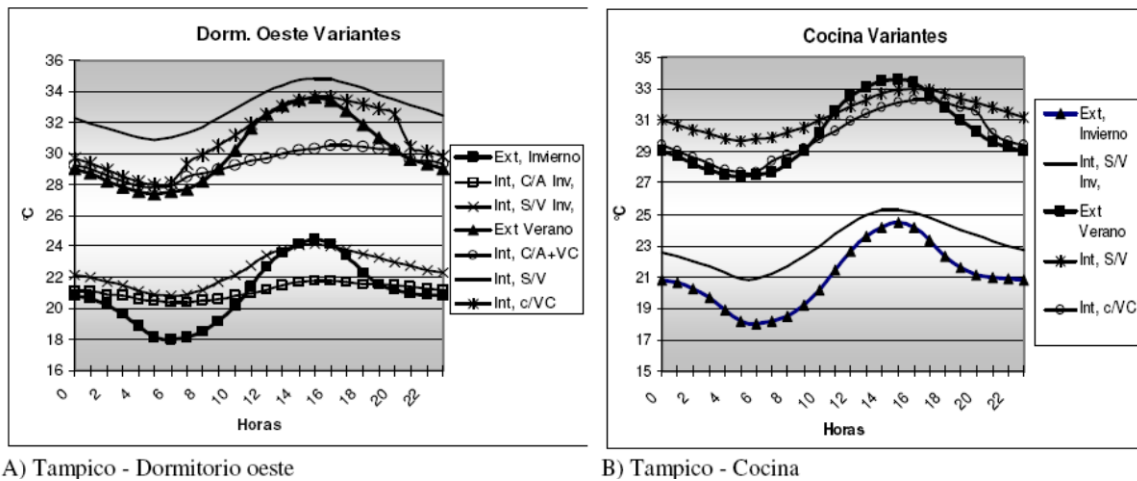


Figura 8 – Comparativo entre variantes bioclimáticas en la cocina y dormitorio Oeste

9. CONCLUSIONES

En los resultados de las mediciones se manifiestan las condiciones de confort ofrecido por la construcción de tierra estabilizada con 6% de cemento Portland y compactada en Tampico durante los periodos de medición en verano e invierno. Las simulaciones de alternativas demuestran que las condiciones de confort en verano son mejores en el edificio de BTC que en edificios de bloques de concreto.

En síntesis, las simulaciones indican un buen comportamiento de la construcción con muros de BTC, en la figura 8 se aprecia que en el dormitorio donde la curva de temperatura sufre una gran distorsión por efecto de la carencia de aislamiento en el techo, pero se reduce la máxima en $1,2^{\circ}\text{C}$ s ventilación cruzada nocturna y en $4,3^{\circ}\text{C}$ con aislamiento en el techo y ventilación cruzada nocturna, el salto térmico se reduce respecto de la curva de temperaturas exteriores de $6,2^{\circ}\text{C}$ a $2,7^{\circ}\text{C}$, registrando una máxima de $30,5^{\circ}\text{C}$, que supera apenas el nivel de confort con ventilación cruzada en verano, pero teniendo en cuenta que la simulación está tomando un promedio de las temperaturas en la habitación y no la sensación de refrescamiento que se produce mediante la brisa en la piel humana, de esta manera, se encontraría dentro de los niveles de confort.

Los resultados de las simulaciones en la vivienda de Tampico indican que las construcciones con BTC tendrán mejores condiciones de confort si contasen con aislamientos mínimos, que se hacen indispensables para alcanzar los niveles de confort en verano.

Se puede constatar lo señalado antes sobre el comportamiento de estos materiales en zonas tropicales subhúmedas. Además, al recurrir a estrategias bioclimáticas permite aprovechar mejor las potencialidades del material para acrecentar los niveles de confort. Si bien la tecnología de construcción en tierra tiene una larga historia, todavía tiene el potencial de ofrecer soluciones a los problemas habitacionales actuales. El uso de la simulación numérica y la medición de su comportamiento térmico con instrumental moderno pueden demostrar y verificar sus aptitudes bioambientales.

BIBLIOGRAFÍA

CONAFOVI (2001). "Necesidad de vivienda". México: SEDESOL

CIDOC-Sociedad Hipotecaria Nacional, (2005). *Current Housing in Mexico*; Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda y Joint Center for Housing Studies of Harvard University.

EVANS, J. M.; de SCHILLER, Silvia (1994). *Diseño Bioambiental y Arquitectura Solar*. Buenos Aires: Secretaría de Extensión Universitaria y Bienestar Estudiantil, FADU, Universidad de Buenos Aires.

EVANS, J. M., (2004). *Construcción en tierra, aporte a la habitabilidad*. In: 1 Seminario Taller Construcción en Tierra. Buenos Aires: FADU UBA. p. 12-17

GARCÍA Chávez; FUENTES, (2006). *Viento y Arquitectura: el viento como factor de diseño arquitectónico*. México: Ed. Trillas.

GARCÍA Izaguirre, ROUX Gutiérrez, ESPUNA Mújica y ARVIZU Sánchez, (2007). *Diseño modular una alternativa sustentable*. In: Anuario de Investigación de Construcción con Tierra y del Diseño Sustentable: SICOT/SIIDS. Tampico: FADU UAT. p. 30-34

GONZÁLEZ Sandino; LÓPEZ DE ASIAÍN, (1994). *Análisis Bioclimático de la Arquitectura*. Sevilla: Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Sevilla.

IRAM, Norma IRAM 11.601, (1996). *Acondicionamiento térmico de edificios: métodos de cálculo*. Buenos Aires: Instituto Argentino de Racionalización de Materiales.

LÓPEZ DE ASIAÍN, (1997). *Arquitectura y clima en Andalucía*; Junta de Andalucía. Sevilla: Consejería de Obras Públicas y Transportes.

PATRONE, J. C.; EVANS, J. M. (2005). *Evaluación térmica de una vivienda de suelo cemento comparada con simulaciones digitales*. In: V Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra. Mendoza: INCHIUSA –CRYCYT. CD-ROM

ROUX Gutiérrez, ESPUNA Mújica, GARCÍA Izaguirre y ARANDA Jiménez (2007) *La construcción con tierra en Zonas Húmedas caso Tampico*. In: Anuario de Investigación de Construcción con Tierra y del Diseño Sustentable: SICOT/SIIDS. Tampico: FADU UAT. p. 127-133.

RECONOCIMIENTO

Especial agradecimiento al Arq. Juan Carlos Patrone, por el apoyo brindado a esta investigación, el desarrollo de las simulaciones y gráficas de temperatura.

AUTORES

José Adán Espuna Mujica, Doctor en Arquitectura por la Universidad de Sevilla, España. Catedrático investigador y miembro del Cuerpo Académico de Edificación y Diseño Sustentable (CADyES) de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo (FADU) de la Universidad Autónoma de Tamaulipas

Rubén Salvador Roux Gutiérrez, Doctor en Arquitectura por la Universidad de Sevilla, España. Catedrático investigador, jefe de investigación y miembro del CADyES de la Universidad Autónoma de Tamaulipas y del Sistema Nacional de Investigadores.

Víctor Manuel García Izaguirre, Doctor en Educación por la Universidad de Sevilla, España. Catedrático Investigador, jefe de la División de Estudios de Posgrado, miembro del CADyES de la FADU de la Universidad Autónoma de Tamaulipas.

Eduardo Arvizu Sánchez: Arquitecto y Maestro en Valuación, catedrático de tiempo completo y colaborador del CADyES de la FADU de la Universidad Autónoma de Tamaulipas.



LA HUMEDAD EN LAS CONSTRUCCIONES CON TIERRA EN EL TROPICO. CONSIDERACIONES DE DISEÑO

Angela M. Stassano R.

Plaza Comercial Bioclimática Techos Verdes, local No.1, Colonia El Barrial, 3era. Calle, 3era. Ave.
Norte. San Pedro Sula, Honduras.

Teléfono (504) 510-0126 (504) 551-8629 (504) 551-8630 adobe.y.viento@sigmanet.hn

Palabras claves: humedad, tierra, diseño

RESUMEN

La presentación intenta listar los aspectos claves a tener en cuenta los diseñadores y constructores al edificar con tierra en Países Tropicales.

Las recomendaciones van desde tipos de techos, aleros, consideraciones de ventilaciones, estabilización de bloques, aislamientos, repelentes de agua, sellos de vapor, sugeridos a aplicar en las construcciones con tierra. Son referidas principalmente a las construcciones con BTC (Bloques de Tierra Comprimida) y enfocadas particularmente a los aspectos preventivos manejables en el diseño, que permiten tener la construcción de proyectos de mejor calidad de vida y durabilidad. Muchas de las recomendaciones son de aplicación sencilla y de baja tecnología, aplicables a todo tipo de diseño tropical, que no implican mayores costos de construcción pero sí del proceso de planificación.

Hoy día muchos profesionales de la construcción, ingenieros y arquitectos, asumen que las construcciones de tierra pueden diseñarse y construirse de igual forma a otras de mampostería mas resistentes al efecto del agua, ignorando que los problemas posteriores podían ser vacunados desde el escritorio en la etapa de diseño.

Se brinda un listado de medidas preventivas o vacunas, y de medidas atenuantes aplicables a proyectos ya existentes. Los comentarios, dibujos y fotografías a incluir están basados en la observación y experiencia directa de la autora, a través de los últimos 12 años de trabajar en diversos proyectos con tierra en Honduras, Centro América.

1. INTRODUCCIÓN

Las zonas tropicales del mundo, comprenden una enorme franja de terreno y de agrupación de población humana, mucha de la cual vive en construcciones de tierra desde tiempos ancestrales, construcciones constantemente expuestas a humedad, temperaturas, flora y fauna particulares, aunadas a dificultades socioeconómicas, situaciones que de por sí afectan la calidad de vida "en y de" las construcciones de tierra mismas. Es mi pretensión, iniciar una discusión al respecto, para promover la investigación y el desarrollo de soluciones acordes a cada contexto particular.

La construcción con tierra en países Tropicales como Honduras, donde existe una elevada humedad ambiental, así como una fuerte exposición directa por lluvia durante períodos prolongados y reincidentes durante el año, deber contar con cuidados específicos.

Esta recomendación se vuelve particularmente importante desde el punto de vista de seguridad constructiva y personal, hasta el de salud, ya que el exceso de agua cambia totalmente las cualidades intrínsecas de los suelos, su capacidad de carga y resistencia, así como su cohesión, su capacidad de recibir compactación y mantenerla, pudiendo debilitar muros o secciones de muros desde erosionarlos en su condición mínima hasta llevarlos a su total colapso; creando, durante este proceso de humidificación e impregnación excesiva, condiciones de deterioro visibles de la calidad constructiva, como es el desprendimiento de pinturas y repellos o revoques aumentando el mantenimiento; la pérdida de la calidad de vida en los ambientes afectados, el frío es más penetrante en ambientes húmedos, el olor es desagradable; hasta el crecimiento acelerado de hongos y mohos que pudieran deteriorar la

salud de sus habitantes pudiendo llevarlos a desarrollar cuadros de enfermedades bronco-pulmonares y/o alérgicas.



Figura 1 – El Trópico favorece la vida, inicia con el moho, aparecen las grietas, nace la flora y llega el posterior colapso, primero del repello y luego del muro completo



Figura 2 – Colapso por exceso de humedad, ya que se repelló solo una cara del muro, la visible hacia la casa

Este breve y simplificado artículo intenta resumir un panorama particular de los aspectos que deben considerarse en climas tropicales, especialmente al intentar construir con tierra, asumiendo de inicio, que las construcciones están debidamente concebidas y ejecutadas. No se desea enfocar problemas de calidad constructiva, sino más bien, soluciones y vacunas preventivas, aplicables en la etapa de diseño y construcción, recomendaciones que también son herramienta útil para cualquier sistema de construcción en estos climas. Veamos algunos de estos puntos principales.

2. HUMEDAD RELATIVA Y LA VENTILACIÓN CRUZADA

En ciudades de baja elevación como San Pedro Sula (31 msnm) al igual que otras ubicadas muy cerca de la costa marina y en especial de la costa Atlántica, donde los índices de humedad relativa oscilan durante casi todo el año, entre el 73% y el 92% (Oficina de Meteorología SPS), se generan condiciones ambientales particulares desde el ambiente de flora y fauna, que afectan los sistemas constructivos básicos.

Por ello es necesidad básica provocar la ventilación cruzada en todos los ambientes; en su defecto, la de contar con sistemas de "secado" o "des-humidificación" mecánicos como los son los aparatos de aire acondicionado y/o deshumidificadores portátiles, o como mínimo con abanicos eléctricos de techo que provocan el movimiento de aire interior, intentando evitar el crecimiento de hongos y moho desde paredes hasta en utensilios de uso cotidiano.

Por razones ambientales, de costo y de salud, sugerimos fuertemente el apoyar la ventilación cruzada, buscando la adecuada asesoría de un profesional de la Arquitectura, para optimizar la orientación y ventilación de todos los espacios de un edificio o residencia. Basta para ello intentar aplicar cualquiera de los esquemas básicos de diseño con ventilación cruzada. Adjuntamos algunos ejemplos de nuestros proyectos.

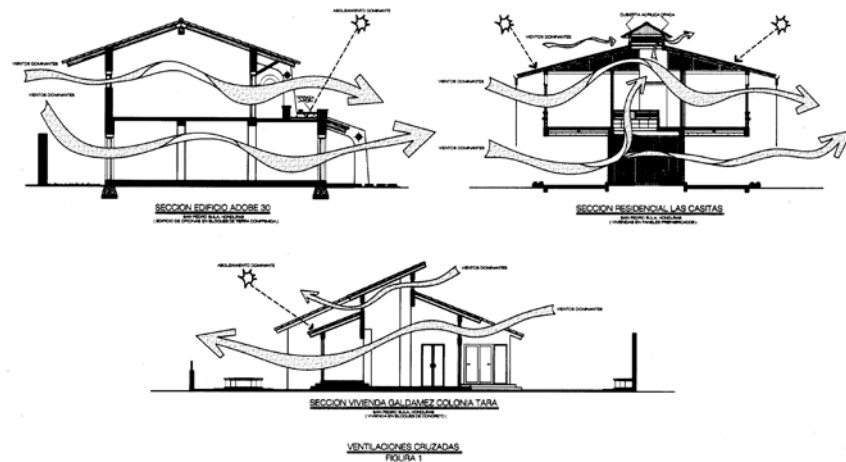


Figura 3 – Modelos de ventilaciones cruzadas

La sección del Edificio Adobe 30 presenta el efecto Venturi donde la superficie de penetración de aire es menor a la de salida, provocando una aceleración interna del flujo de ventilación; la sección de Residencial Las Casitas, sin bien es de un edificio de paneles prefabricados, ilustra otros sistemas posibles de ventilación cruzada donde el calor es eliminado por ascenso propio y empuje del aire más frío de las superficies inferiores y a la sombra; la sección de la vivienda Galdámez de una vivienda en bloques de concreto ilustra otras posibilidades de ventilación cruzada por la parte alta de la vivienda utilizando un patio trasero. Estos son esquemas básicos de ventilación cruzada básica e importante en el Trópico, para todo tipo de material, pero fundamental para las construcciones con tierra dada la alta masa con capacidad de absorción de agua que tienen las paredes mismas.

También los abanicos de techo, son un excelente medio suplementario para mover el aire interno, especialmente en ambientes centrales o no colindantes con el exterior. Su costo de operación es sumamente bajo, y la sensación de bienestar ambiental o confort térmico es muy elevada. Por supuesto, su altura, separación del cielo interior y su ubicación, deben ser bien consideradas, pues requieren espacio para " **introducir y mover el aire** " en el ambiente, a la vez que contar con fuentes de entrada y salida del mismo, como ventanas y puertas colocadas preferiblemente en sentidos opuestos.

3. HUMEDAD DIRECTA

Aquí consideramos la recibida por el contacto con la lluvia o por exposición directa de las paredes al agua. En el clima tropical es imprescindible considerar la protección de las paredes de la lluvia y del sol, para lo cual nosotros aplicamos invariablemente las siguientes medidas:

3.a- Aleros amplios. Deben construirse aleros de techos suficientemente amplios, (mínimo de 1,00 m de proyección en paredes no mayores de 3,50 m de altura) especialmente en fachadas Norte y Este de los edificios, por provenir de allí los vientos dominantes, o en las

que por otras razones de ubicación particular, sean azotadas normalmente por la lluvia. Por error, al emular modas o estilos de arquitectura de otros climas y regiones, los aleros se han reducido o desaparecido totalmente, situación impráctica en el trópico, pues la lluvia azota las paredes e ingresa fácilmente por puertas y ventanas, causando los problemas del caso. (Este aspecto se debe analizar en zonas de playa expuestas a fuertes vientos, donde quizás deban reducirse la proyección de los aleros, anclar más firmemente las cubiertas, y sombrear utilizando pantallas solares, mismas que pueden ser desde lamas, toldos, pérgolas hasta árboles u otro tipo de protección que no ofrezca zonas para embolsar los vientos).

3.b- Repellos cementosos. Deben repellarse todas las superficies expuestas al exterior, con repellos de base cementosa, correctamente mezclados y aplicados, utilizando un enmallado galvanizado fijado a la pared a repellar, a la cual previamente se le ha abierto poro a fin de garantizar su adherencia. Los repellos con base única de tierra, o combinando tierra y cal, suelen requerir mayor mantenimiento que de no ser aplicado, perjudica el desempeño y vida de la construcción. La condición de vida en los países centroamericanos, generalmente no permite o no siente atractivo por el constante mantenimiento de superficies más allá de las pinturas aplicadas, por lo que se prefieren los repellos cementosos, especialmente al utilizar BTC (Bloques de Tierra Comprimida) estabilizados con cemento. En casos aislados hemos observado la aplicación de selladores pintados que no permiten el respiro natural de la pared, lo cual genera cuadros peores de desempeño. Nuestra experiencia de varios años sugiere por ello utilizar obligatoriamente en paredes exteriores, repellos cementosos con pulidos de tierra y cal, condición obvia en paredes interiores o protegidas de la lluvia, y pinturas de base látex. El solo repellar la parte baja de las paredes no suele ser suficiente en virtud de que las tormentas tropicales suelen tener fuertes vientos que muchas veces provocan lluvia casi horizontal, mojando incluso la parte alta de las paredes, de ahí la importancia de repellar todas las paredes exteriores.

3.c- Estabilización del BTC y el adobe. En proyectos construidos en zonas bajas, pobremente drenadas o de alta posibilidad a exposición ocasional de agua, se deben estabilizar los bloques de tierra, preferiblemente con cemento, según las proporciones bases ya conocidas y requeridas (un promedio del 5% al 6% por peso de Cemento Pórtland). Esta medida puede proteger inclusive construcciones que son sometidas a niveles temporales de inundación, si se cumple con las normas dadas para la prueba de esfuerzo húmedo o de resistencia mojada, según códigos con normas iguales o similares a las ASTM D1633-00 referida en el código de Nuevo México, para dar un ejemplo.

3.d- Construcción o implementación de canales adecuados para drenajes de techos y drenajes superficiales de tierras. Los sistemas de captación y canalización de aguas lluvias deben calcularse con capacidad sobrada considerando las intensas temporadas de lluvias, así como la posible obstrucción de accesorios, drenajes y puntos de cambio de dirección de canales de techos ante la abundante vegetación y fauna tropical. Hojas y nidos de aves suelen depositarse fácilmente a lo largo de todo el año, volviendo el mantenimiento y limpieza periódica de los mismos, imprescindible.

Zonas de terrenos no auto-drenados o auto-absorbibles, ya sean por topografía o por tipo de suelos, deben contar con causas adecuados para evacuar las aguas lluvias del predio del terreno, especialmente durante las típicas tormentas tropicales, anticipando sistemas para prevenir la erosión del terreno mismo.

3.e- Detalles de diseño importantes, arquitectónicos y constructivos (figura 4)

Vemos aquí dos secciones de muros de BTC con contrafuertes, la fig. de la izquierda con contrafuertes inclinados donde la caída de lluvia sobre el mismo provocará la erosión y daño más rápido de la superficie particularmente en las aristas o esquinas donde tenderán a aparecer fisuras que permitirán el ingreso del agua detrás del repello mismo, ello a pesar del repello de cemento y del capote de concreto; comparado con la sección de la derecha donde se utilizó un contrafuerte vertical con capote de concreto inclinado que protege mejor

la superficie de la pared repellada eliminando el escurrimiento de agua sobre la pared misma. En ambos casos obsérvese el capote con cortalágrimas inferior que evita el retorno de la gota de agua hacia la pared tal como se indica en la sección inferior ampliada dentro del círculo.

3.e.1 Protuberancias. Es mejor evitar superficies sobresalientes, sin protección completa de la lluvia pues tienden a "orientar o canalizar" el recorrido del agua, dañando pulidos y repellos, provocando grietas superficiales que se profundizan con el paso del tiempo hasta llegar al interior del muro de tierra (figura 5).

3.e.2 Capotes de paredes. Deben protegerse todos los cantos de paredes y superficies horizontales, de la acción del azote de la lluvia y de la acumulación de agua, así como del escurrimiento gradual de la misma. Típicamente en los pueblos se utiliza la teja artesanal para cubrir tales muros o juntas de techos; también pueden utilizarse segmentos de cubierta o techo así como pequeñas fundiciones de concreto pobre, sobresalientes en ambas caras del muro con sus respectivos corta-lágrimas (ver figura 6 donde no se aplicó y ver esquema figura 4 donde sí se aplica sobre los muros con contrafuertes).

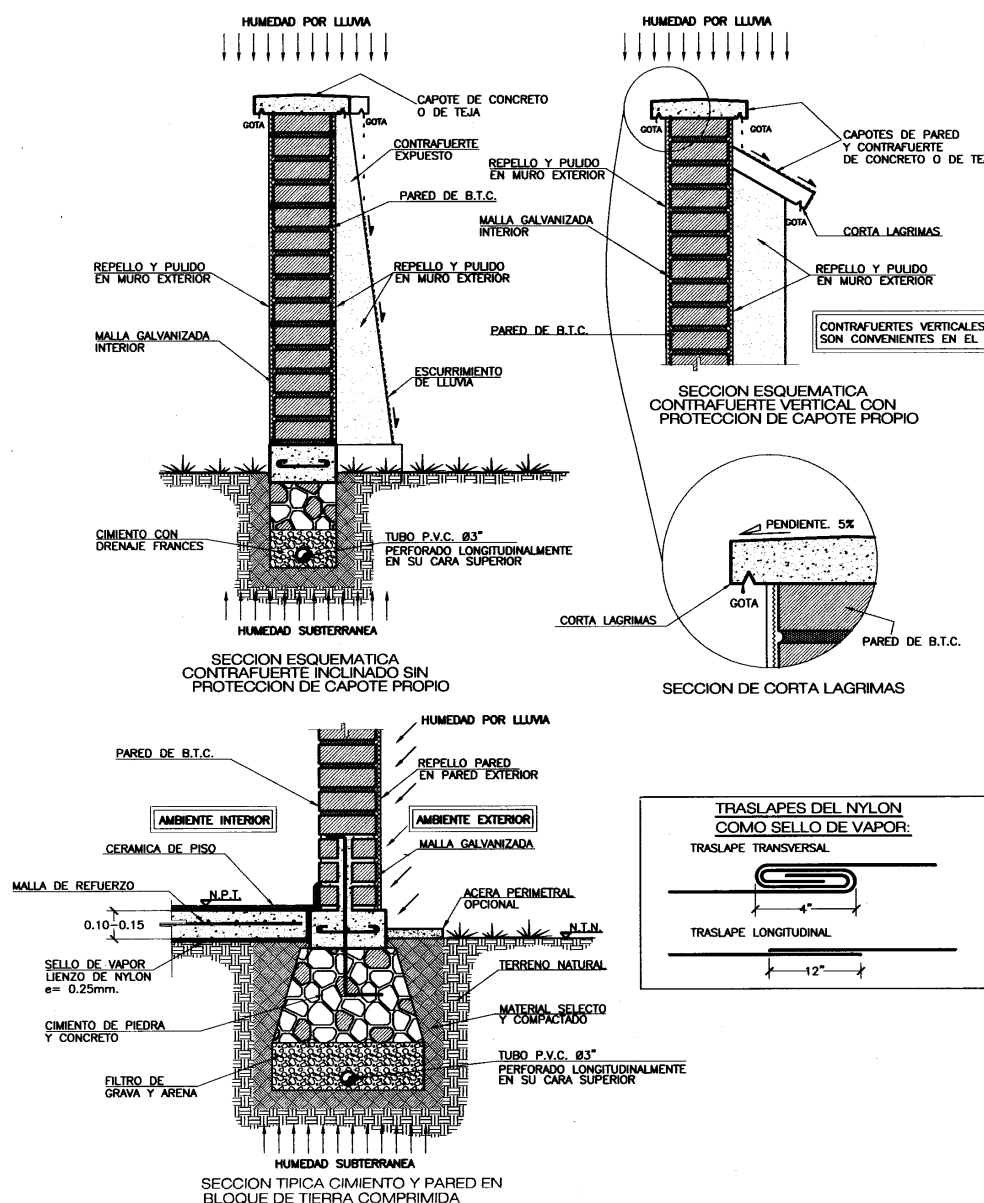


Figura 4 – Detalles constructivos para humedad directa y por capilaridad

3.e.3 Corta-lágrimas. Todos los elementos protectores de muros y vigas, y capotes sobresalientes de la pared, que reciben agua de lluvia, deben contar por su cara inferior una sección de corte del curso o retorno de las gotas de agua escurridas, para alejarlas de la pared inferior, evitando erosiones, grietas y futuros puntos de fallas. Estos corta lágrimas son sencillos de implementar y de una utilidad enorme tanto por mantenimiento al evitar el feo desarrollo de rutas de hongos y mohos, como por durabilidad de repellos y de los muros mismos. (sección ampliada dentro del círculo en la figura 4)



Figura 5 – Protuberancias o salientes en paredes expuestas, las grietas surgen por efecto de la erosión por agua



Figura 6 – Humedad y hongos por falta de capotes en los cantos de muros y escurrimiento de aguas lluvias

4. HUMEDAD POR CAPILARIDAD

Esta es la que sube por cimientos y paredes; para prevenirla es necesario considerar crear barreras a su recorrido o a la migración del agua subterránea hacia la parte baja y media de las paredes. Existen diversas alternativas de solución a este problema:

4.a- Construir un drenaje francés subterráneo, junto o bajo cimientos. Cuando la zona es baja o tiene altas características de humedad en los suelos, puede hacerse un filtro de

piedra, grava y arena, de diferentes tamaños, colocando un tubo perforado longitudinalmente por su sección media, en la parte inferior del drenaje mismo, para canalizar el agua subterránea hacia fuera, a un punto adecuado de desagüe. Implementar un filtro longitudinal de gravas envueltas en un manto geotextil, también ofrece excelentes resultados siempre y cuando las aguas recogidas se orienten a un punto específico de desagüe.

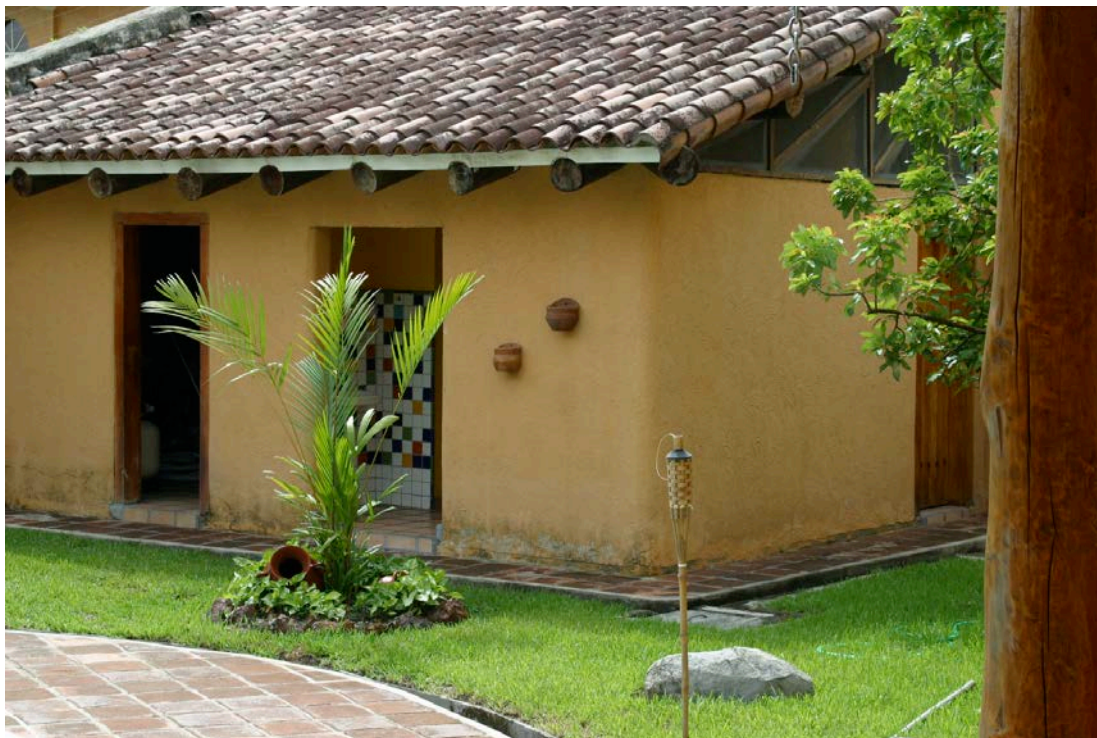


Figura 7 – Humedad ascendente por capilaridad y por rebote de aguas lluvias

En la figura 4 puede observarse esquemas básicos de drenaje francés que pudieran haberse implementado para evitar la situación de la parte baja de las paredes de la figura 7.

4.b- Prever la solera inferior y/o cimiento de concreto armado impermeabilizado, por medio de una capa de productos químicos al caso ya sea pintados en el concreto o incorporados en la mezcla como aditivo sellador de poro. Los costos son sumamente bajos, y su resultado muy importante, sobretudo ante la errónea y generalizada creencia de que el concreto por sí solo es un aislante total de la humedad. Una sencilla capa de plástico grueso, similar al usado como manteles, puede surtir el mismo efecto si es colocado sobre la cara superior de la solera inferior antes de colocar los bloques de pared.

4.c- Construir soleras inferiores o arranques de pared sobre-elevadas del nivel natural del terreno, al menos en 20 centímetros, de lo que podría ser el nivel del agua de lluvia acumulada en el terreno durante una fuerte tormenta. La intención principal es evitar el contacto de la humedad con las hiladas inferiores de bloques de tierra o la base de la pared de bahareque o tapia. Actualmente en las viviendas de bahareque a nivel popular, se continúan utilizando sobre-elevaciones de piedras cantos de río, similar a las utilizadas en tiempos precolombinos.

4.d- Construir las aceras perimetrales separadas de las paredes exteriores, (especialmente si no están cubiertas por los aleros perimetrales) para prevenir el salpicado de la pared durante la lluvia o riego y facilitar el secado de la parte inferior de la pared. Usualmente se construyen junto a las paredes, lo cual sirve en lugar de prevención, de trampolín de lluvia, por lo que se sugiere separarlas al menos sesenta centímetros, dejando una franja de grava o de grama perimetral junto a la pared. Es importante que las mismas no sean de material altamente absorbente de agua como las baldosas de barro artesanales ya que tenderán a crear mucho moho y volverse lisas durante la temporada de lluvias. Se

sugiere también, evitar sembrar junto a las paredes plantas que requieren de riego diario o abundante, en todo caso pueden utilizarse maceteras donde se aplique riego directo y no rociado.

4.e- Colocar un sello de vapor en pisos. Esto puede ser un sencillo y grueso lienzo de plástico, tipo mantel, colocado debajo de lo que serán las fundiciones de firmes de concreto o la colocación de morteros para mosaicos y baldosas de piso. Es importante que el lienzo no esté roto, y que los bordes perimetrales suban por la pared al menos hasta la altura del zócalo interior o un mínimo de 10 cm. Los lienzos deben traslaparse mínimo 10 cm en sentido vertical y 30 cm en sentido longitudinal (sección inferior y lateral de la figura 4), y en caso de romperse durante su colocación, podrán colocarse parches inferiores de igual traslape sobre el hueco.

5. CONCLUSIONES

El trópico, particularmente en zonas de alta incidencia de lluvias, como lo es la estrecha franja de tierra que constituye América Central, requiere de particular atención a las medidas antes mencionadas, si se desea construir con tierra, a diferencia de quizás de otros sectores también tropicales o del uso de otros materiales.

Las temperaturas y la constante humedad tropical favorecen a su vez el desarrollo de una exuberante vegetación, con patrones de crecimiento y desarrollo mayores de los usuales en otras regiones, que suele abrirse paso hasta en los sitios más inesperados sin pedir permiso alguno, empeorando con el albergue de diversos animales e insectos dada la biodiversidad increíblemente amplia propia del trópico. Plantas como helechos y hasta árboles vemos fácilmente creciendo de grietas entre repellos en paredes de adobe, vemos todo tipo de plantas creciendo en techos de tejas de arcilla, termitas y hormigas anidando muy cómodamente en las paredes de tierra y madera, que hacen re-considerar la importancia de las barreras a la humedad, y la atención al mantenimiento de todos los edificios en general y de los de tierra en particular.

A la vez, sabemos que el aislar pretendiendo impermeabilizar o sellar completamente la vivienda no es una solución factible en nuestro clima, donde la ventilación natural es altamente deseada, así como la renovación constante del ambiente interno, tanto por salud como por confort térmico general. Hoy día es conocido el efecto de la salud en los edificios mal ventilados, bajo lo que se conoce como *"El síndrome del edificio Enfermo"* particularmente en climas extremos, situación con menos posibilidad de ocurrencia en edificaciones de tierra. Mantener la característica básica de "pared que respira" en las construcciones de tierra, tiene de por sí un alto valor de salud agregado que a la vez prolonga la vida de las construcciones mismas.

Si las consideraciones antes dadas se aplican desde la etapa del diseño, los costos de construcción y mantenimiento, así como la durabilidad misma de la vivienda o edificio son optimizados al máximo, garantizando al ocupante o propietario la posibilidad de disfrutar plenamente del ambiente, sabor y desempeño de cada vivienda de tierra.

El obviarlas se traduce en altos costos de mantenimiento y de implementación posterior, donde las soluciones no pueden ser integrales ni brindar las mismas posibilidades que realizadas desde el inicio, en la etapa de diseño, situación que siempre tenderá a ir en contra de las bondades naturales de la construcción tierra y del beneficio de los usuarios del ambiente, pudiendo afectar desde aspectos estéticos, estructurales y hasta de salud.

Un buen diseño resuelve problemas antes de que ocurran, un buen constructor busca siempre anticiparse a los problemas, y un cliente, sencillamente no quiere problemas, ni quiere pagar por ellos, especialmente si contrata un profesional.

La humedad tropical y su efecto particular en las construcciones de tierra, con sus constantes ciclos de humidificación y secado, o de impregnación periódica, debe ser estudiada e investigada con profundidad, para beneficio de la enorme población mundial que

habita en los trópicos, y que también vive en construcciones de tierra desde tiempos remotos hasta tiempos actuales.

El promover la investigación y el desarrollar sistemas de protección de baja tecnología, así como la difusión de normas de diseño y construcción acordes al clima tropical, representan una importante labor a realizar tanto por profesionales como por instituciones educativas interesadas en contribuir al mejoramiento, la durabilidad y la calidad de vida “en y de” las construcciones con tierra contemporáneas; paralelo a lo es el estudio de las respuestas de tales construcciones a los impactos sísmicos.

La humedad atrapada es el cáncer de las construcciones, asesino lento y silencioso, particularmente en el Trópico, casi siempre constante, acumulativo y previsible, a diferencia de los impredecibles y catastróficos terremotos que surgen intempestivamente.

Al combinarse humedad atrapada, o erosión por excesiva humedad y sismos, los resultados pueden ser más destructivos, inclusive en niveles de bajo movimiento. La inquietud y la vacuna desde la etapa del diseño, son la mejor combinación a la salud de nuestras edificaciones tanto por humedad como por sismos.

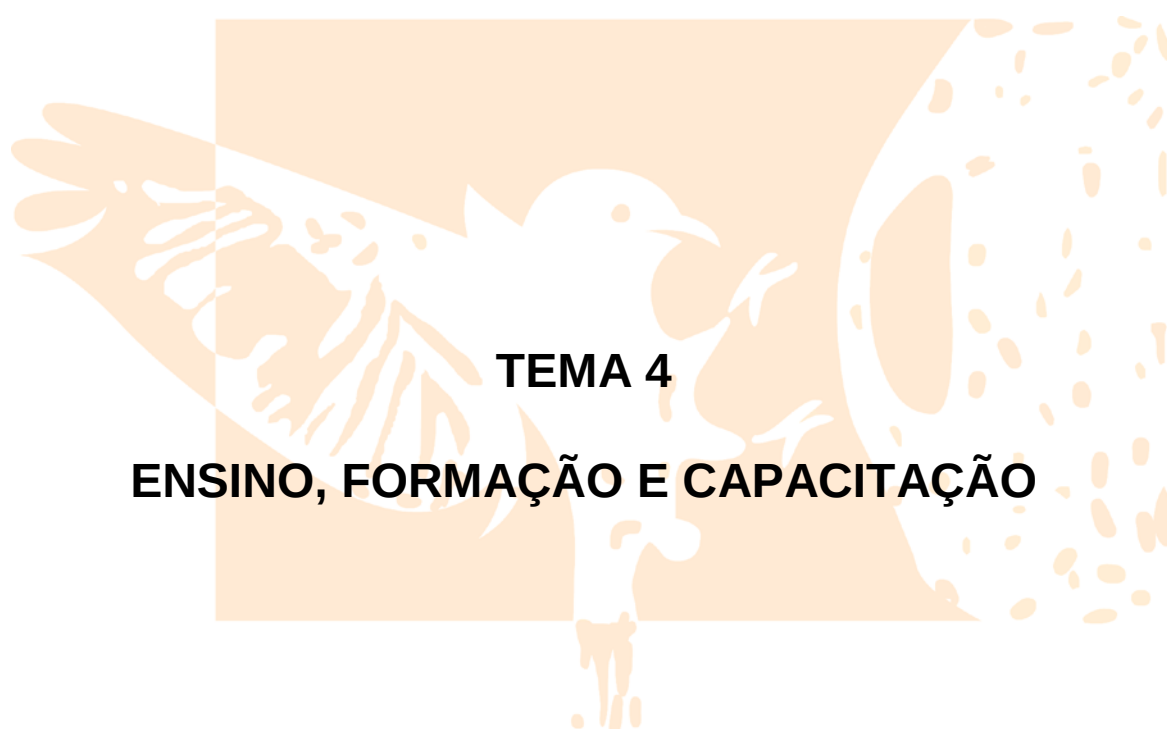
Apliquémosla a tiempo.



Figura 8 – Sección de muro con contrafuertes con capote (protección de cantos de muro contra humedad), botas (zócalos o rodapié), repello cementoso con pulido de tierra y cal, ajardinado con plantas que no requieren riego directo en el trópico como las buganvillas

AUTORA

Angela M. Stassano R., arquitecta dedicada a la consultoría aplicada, gabinete técnico de práctica privada, 23 años de experiencia en Diseño y Supervisión en Proyectos de Arquitectura, Maestría en Administración de Negocios y Mercadeo, diplomado en Diseño Bio-climático de Espacios Abiertos. Especialidad de trabajo en Diseño Tropical Bio-climático, capacitadora para la Construcción con Tierra con BTC. Tecnologías Constructivas Alternativas y Diversas, Investigación y Experimentación, Arborización Urbana. Catedrática Universitaria. Publicaciones diversas, artículos, libro “*Adobe, Madera y Ladrillo en la Arquitectura de San Pedro Sula*” (portada dura 1997). Premio Nacional de Arquitectura CAH, año 2003 “*Complejo residencial Tropical Las Casitas*”. Pronta publicación de su nuevo libro “*Construyendo con Tierra, Vientos y Vegetación en el Trópico, Experiencias y Recomendaciones*” estimada para diciembre de 2008.



TEMA 4

ENSINO, FORMAÇÃO E CAPACITAÇÃO



ACTUALIZACIÓN DE CURRÍCULA PLAN MILENIUM III, FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y URBANISMO. ESTRATEGIA DE INDUCCIÓN MEDIOAMBIENTAL DESDE LA CONSTRUCCIÓN CON TIERRA

Julio Lorenzo Palomera¹, Rubén Salvador Roux², Yolanda Aranda Jiménez³

Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo.
Centro Universitario Tampico – Madero. Tamaulipas, México.
Tel.: 01 833 241 2000

(1) disartaka@yahoo.com; (2) rroux@uat.edu.mx; (3) yoli212@yahoo.com.mx

Palabras clave: actualización, inducción, enseñanza

RESUMEN

El ambiente se deteriora silenciosa pero contundentemente. En Tamaulipas vivimos en condiciones todavía con el confort suficiente como para soñar con plasmar en nuestros diseños la firma de un gran profesional. Quizá un profesional consciente que el alcance de una línea trazada por su mano en un papel, equivale a un cheque de pronto pago por sus servicios, pero con un importante impacto ambiental.

En el marco de la sustentabilidad, se han desarrollado estrategias con el fin de frenar el deterioro ambiental. El diseño sustentable o eco diseño, es una estrategia que consiste en una serie de acciones orientadas a la mejora medioambiental de un producto en la etapa inicial del proceso, evaluando por anticipado los posibles daños a los ecosistemas naturales implicados, mediante la mejora de la función, selección de materiales menos contaminantes, aplicación de métodos alternativos, mejora en el transporte y en el uso, y minimización de los impactos en la etapa final.

El potencial del impacto en el medio ambiente se establece en la currícula. La característica de versatilidad del Plan Mllenyum III implementado en la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo (FADU), permite al alumno elegir líneas principales de formación para su carrera, a la vez el ofrecer nuevas materias o actualizar programas de otras atendiendo los cambios medioambientales. Inducir al empleo de materiales no contaminantes es uno de las estrategias. El empleo de la tierra como material, se ofrece como hilo conductor en la enseñanza de arquitectura.

Se establece una propuesta general de inducción al empleo de la tierra como material en diferentes áreas curriculares en la FADU, y específicamente una materia de construcción con tierra.

1. INTRODUCCIÓN.

El ambiente se deteriora silenciosa pero contundentemente. Aquí en Tamaulipas vivimos en condiciones todavía con el confort suficiente como para soñar con plasmar en nuestros diseños la firma de un gran profesional. Quizá un profesional consciente que el alcance de una línea trazada por su mano en un papel, equivale a un cheque de pronto pago por sus servicios. Las instituciones de enseñanza del diseño enfrentan un panorama comprometedor. El diseño tiene una responsabilidad social antes que un interés tan sólo comercial.

El aprendizaje del diseño es el hilo conductor de los programas de estudio en las carreras relacionadas a esa actividad. En un intento de actualización de acuerdo a las tendencias del entorno, se hacen ajustes en las estructuras curriculares. Resulta apremiante cerrar la brecha. La tarea de establecer nuevos esquemas académicos congruentes con la dinámica de la realidad, se estanca ante la lentitud de reacción de las personas para beneficiarse a sí mismas a largo plazo. Complementando a la concepción de la arquitectura, el diseño, se necesita integrar elementos orientados a dar soluciones materiales acordes con los requerimientos de sustentabilidad, en el sentido de congruencia con procedimientos y materiales de bajo o nulo impacto ambiental.

En el marco de la sustentabilidad, se han desarrollado estrategias con el fin de frenar el deterioro ambiental. El diseño sustentable o eco diseño, es una estrategia de aplicación local pero de impacto global, que consiste en una serie de acciones orientadas a la mejora medioambiental de un producto en la etapa inicial del proceso, evaluando por anticipado los posibles daños a los ecosistemas naturales implicados, mediante la mejora de la función, selección de materiales menos contaminantes, aplicación de métodos alternativos, mejora en el transporte y en el uso, y minimización de los impactos en la etapa final.

2. CONTEXTO EDUCATIVO

2.1. Plan Estratégico de Desarrollo de la Universidad Autónoma de Tamaulipas¹

Al iniciar la década de los noventas, con la motivación de construir Una Universidad para Nuestro Tiempo y utilizando un proceso de planeación flexible denominado Plan Maestro, la institución se puso al día respecto de serios rezagos académicos, tecnológicos y de infraestructura, para sentar las bases de un definitivo despegue hacia la modernización. Los universitarios adquirieron conciencia de su pertenencia a un sistema nacional de educación superior, y de la importancia de asumir una actitud proactiva en la construcción del futuro institucional.

En 2005, la UAT inicia nuevamente un proceso de revisión y actualización de los Programas Académicos de licenciatura. El Plan Millenium III consiste en un proceso de actualización de la reforma académica que tuvo la Universidad en 1999, cuyo modelo académico se denominó "Misión XXI".

Elementos característicos son:

- Flexibilidad
- Sistema de créditos
- Movilidad interprogramas, interfacultades, intercampus, interinstitucional
- Núcleos de formación básica, formación disciplinaria, formación profesional

Mediante el Plan Millenium III se abrió una nueva etapa de actualización curricular; se institucionalizó el aprendizaje de lenguas extranjeras; las facultades y unidades académicas asumieron el reto de la evaluación externa y la acreditación; se dio continuidad a la modernización de laboratorios, acervos e infraestructura académica; una importante cantidad de profesores se comprometieron con la realización de estudios doctorales en universidades nacionales y extranjeras; la comunidad universitaria asumió los valores de calidad y competitividad en el desempeño institucional.

En tanto, por su naturaleza de institución pública de educación superior, cuyo financiamiento es aportado tanto por el gobierno federal como por el gobierno estatal, la Universidad Autónoma de Tamaulipas tiene el deber de contribuir al desarrollo nacional, mediante la formación de profesionales y especialistas con capacidad y compromiso para emprender actividades y producir conocimiento orgánicamente vinculado a la problemática del país, con énfasis especial en los retos que el desarrollo de Tamaulipas plantea. Las principales líneas son:

- Equidad y cohesión social.
- Educación integral para una sociedad del conocimiento.
- Acceso universal a la salud.
- Alianza estratégica con mujeres y jóvenes.
- Ciudades de calidad.
- Campo productivo con progreso social.
- Empleo y crecimiento para el bienestar.
- Nuestro capital natural.
- Instituciones fuertes y confiables para una sociedad segura.
- Gobierno de resultados, sensible y visionario.

Para los fines de esta presentación, haremos énfasis en el rubro:

Ciudades de calidad. En Tamaulipas el 84 % de la población está concentrada en diez ciudades; en las zonas rurales solo habita un 14 %. Esta acelerada concentración, especialmente en las ciudades de la frontera, que se han convertido en polos de atracción migratoria, genera no solo nuevas demandas de mayor equipamiento urbano, sino también problemáticas complejas que requieren de atención. La construcción de una visión de largo plazo para nuestras ciudades, con criterios de sustentabilidad, requiere de conocimientos para preservar el medio ambiente, el mejoramiento de la imagen urbana, rescate de zonas tradicionales y patrimonio histórico, infraestructura, transporte público y vialidad, vivienda, salud, cultura, educación, deporte, esparcimiento, tratamiento de aguas residuales.

Ahora bien, con el objeto de orientar los criterios que permitirán construir una respuesta organizada a los nuevos desafíos de la Universidad, se presentan a continuación las políticas y líneas de trabajo prioritario para los próximos años:

- A) Atender las demandas de educación superior
- B) Actualizar los planes y programas de estudio.
- C) Someter los programas a procesos de evaluación externa y de acreditación
- D) Apoyar permanentemente la formación integral de los estudiantes
- E) Apoyar la trayectoria escolar de los estudiantes y su rendimiento académico
- F) Apoyar la habilitación y formación del personal académico
- G) Impulsar el desarrollo de la investigación
- H) Promover una vinculación más estrecha con la sociedad
- I) Mejorar la estructura y los procesos de administración y gestión

Para los fines de este trabajo, se enfatiza en el inciso

B) Actualizar los planes y programas de estudio

- Sostener la reforma curricular puesta en marcha en el bachillerato, en el nivel de profesional asociado y en las licenciaturas, sin perder de vista el modelo educativo que se impulsa, caracterizado por su actualidad, flexibilidad, movilidad y pedagógicamente centrado en el aprendizaje.
- Potenciar la productividad académica de los programas de postgrado, articulando el potencial y fortalezas disponibles tanto en aquellos de corte profesional como en los de investigación, en un esquema que permita características de actualidad, calidad, flexibilidad, movilidad y una vinculación orgánica con la problemática del entorno.

Para la operación de estas políticas y sus correspondientes líneas será necesario diseñar, por parte de las dependencias administrativas y académicas de la Universidad, los proyectos y acciones requeridos para la conducción de la gestión institucional. La evaluación de los logros alcanzados en cada uno de los años siguientes, permitirá valorar y redefinir, en versiones sucesivas, los alcances de las acciones articuladas a este Plan.

2.2. Modelo Educativo de la Universidad Autónoma de Tamaulipas

En la Universidad Autónoma de Tamaulipas a través de su Plan Estratégico de Desarrollo, se ha iniciado una nueva etapa para la construcción de *Una Universidad Emprendedora y Socialmente Responsable*, que toma conciencia de la experiencia adquirida a través de la trayectoria de sus transformaciones valorando la riqueza de potencial para servir.

El nuevo Modelo Académico de la UAT, está sustentado en el enfoque de las actividades centradas en el estudiante. Este se convierte en el eje central de los programas académicos, se pretende impulsar las actividades extracurriculares como son tutorías, estudio en grupo, actividades de investigación, de cultura y recreación, y de educación para la salud y deportes en apoyo al proceso educativo y la cultura empresarial. Véase la tabla 1. El Modelo Educativo es actual, dinámico, flexible, móvil y pedagógicamente centrado en el aprendizaje lo que permite al alumno aprender a aprender. Además, se aprende del entorno en base a procesos y se trabaja colaborando en equipos, considerando al conocimiento y al capital humano como los activos más importantes de la organización.

Este nuevo contexto de la educación demanda cambios, en ocasiones radicales, del paradigma tradicional de formación profesional y docente, dado que implican transformaciones importantes en las condiciones de operación de los planes de estudio, así como en los papeles que desempeñan los actores fundamentales del proceso educativo: docentes y estudiantes. Entre los objetivos de la Dirección de Desarrollo Académico de la UAT², mediante los cuales en el campo pedagógico asume el compromiso de apoyar en la formación y actualización de los profesores universitarios para que logren las expectativas humanas, pedagógicas y profesionales que les demanda Modelo Educativo 2006-2010, consideramos los siguientes:

- Permitir que los estudiantes adquieran un conjunto de herramientas para mejorar el trabajo y adaptarse a un mundo en cambio permanente.
- Desarrollar habilidades de relación interpersonal y de trabajo en equipo colaborativo para la investigación.
- Crear nuevos escenarios de aprendizaje y promover el trabajo interdisciplinario. Su diseño es flexible y busca una amplia participación de estudiantes.

Tabla 1 – Estructura curricular general UAT

ESTRUCTURA DEL PLAN DE ESTUDIOS MILLENIUM III. 300 – 344 créditos			
Núcleo de Formación Básica Universitaria:	Núcleo de Formación Disciplinaria. Asignaturas introductorias y campos científicos.	Núcleo de Formación Profesional: Contenidos, métodos y técnicas de cada profesión. Asignaturas optativas profesionalizantes. Profesión y Valores. Dos cursos de investigación aplicada/tesis. Servicio social formativo.	Titulación. (automática)
Estudio de inglés hasta alcanzar un dominio “intermedio medio”.			
Actividades extraescolares organizadas: tutorías, investigación formativa, educación para la salud, deportes, trabajo grupal, tareas, actividades culturales, salud y desarrollo personal.			

2.3. Plan de Estudios de la Licenciatura de Arquitectura. Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo

Hace treinta y cinco años, se fundó en Tampico, Tamaulipas, México la facultad de Arquitectura, dentro de la Universidad Autónoma de Tamaulipas impartiendo la carrera de Arquitectura; en 1995 surge la carrera de Licenciado en Diseño Gráfico. Recientemente abra la oferta de la licenciatura en Diseño de Interiores. Ofrece, además de las licenciaturas, postgrados en el área de Arquitectura.

La FADU tiene como misión formar profesionales en los distintos ámbitos del diseño, capaces de enfrentar con éxito e ingenio los diferentes cambios y retos que impongan los tiempos y normas en su momento. La FADU tiene como visión conformar una institución vigorosa, unida, con un alto espíritu académico, honesta y dispuesta a enfrentar con entusiasmo los constantes cambio que conlleva el ritmo tecnológico actual.

Acorde con los cambios, en la FADU derivándose del nuevo modelo establecido en el Plan Millenium III, se organiza la currícula en diferentes bloques de materias (tabla 2).

Tabla 2 – Esquema General Currícula Millenium III FADU – UAT

Seminarios	Optativas	Investigación	Básicas Universitarias
Diseño Digital. Edificación. Estructuras. Humanística. Proyectos. Representación. Urbanismo.	Accesibilidad. Arquitectura Efímera. Escaparatismo. Representación Profesional de Proyectos. Tendencias del Interiorismo Contemporáneo.	Introducción a la Investigación. Metodología de Investigación. Investigación I (Asesoría de Tesis). Investigación II (Desarrollo de Tesis).	<u>Cultura y Globalización.</u> Desarrollo de Habilidades para Estudiar. Inglés Inicial Medio. Inglés Inicial Avanzado. Introducción a las Tecnologías de la Informática. Introducción al Pensamiento Científico. Matemáticas Básicas. <u>Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable.</u> Tamaulipas y los Retos del Desarrollo.
Núcleo de Formación Disciplinaria			
Núcleo de Formación Profesionalizante			

Los estudiantes acceden a las materias libremente, en función de la demanda, a través de tres periodos en el año: periodo I, de enero a mayo; periodo II, durante el verano; periodo III, de agosto a diciembre. De acuerdo a sus condiciones particulares, el alumno genera su propio plan de estudios, auxiliado en los tres primeros periodos de su proceso por un tutor. Este es un profesor que le apoya dando seguimiento a sus primeras experiencias de selección de materias.

Cabe mencionar que se presenta la currícula correspondiente a la carrera de arquitectura, sin embargo existe la posibilidad de inscribirse en materias optativas de las otras licenciaturas ofrecidas en la FADU, como son Diseño Gráfico y Diseño de Interiores. Así mismo, alumnos de las otras dos licenciaturas pueden elegir materias del Arquitectura para completar el número de créditos necesarios para proceder a la titulación.

Para el caso de este trabajo solo se muestra el desglose de materias correspondientes a los Seminarios de la Licenciatura en Arquitectura. Se puede apreciar en la tabla 3.

Tabla 3 – Materias de cada Seminario

SEMINARIOS FADU – UAT	
Seminario de Diseño Digital.	Seminario de Humanística.
Introducción a la representación por computadora. Dibujo Digital Arquitectónico. Creación de Objetos Tridimensionales (Tridimax) Arquitectura Digital Avanzada.	Adecuación de la Arquitectura al Medio Físico. Análisis Histórico de la Arquitectura. Análisis Social de la Arquitectura. Fundamentos del Arte y del Diseño. Historia de la Arquitectura Mexicana. Historia de la Arquitectura Contemporánea. Historia de la Arquitectura Antigua. Historia de la Arquitectura Regional. Historia de la Arquitectura Renacentista y Moderna. Introducción a la Teoría de la Arquitectura. Profesión y Valores. Temas Selectos de Arquitectura. Teoría de la Arquitectura. Teoría del Diseño.
Seminario de Urbanismo.	
Arquitectura y Ciudad (Urbanismo y Contexto Biótico). Investigación Urbana. Paisaje Urbano (Investigación de Campo). Planeación Urbana (Introducción al Desarrollo Urbano). Sistema de Información Geográfica. Taller de Diseño Urbano (Desarrollo Urbano). <u>Urbanismo, Medio Ambiente y Arquitectura.</u> Urbanismo y Contexto Humano. Urbanismo y Medio Histórico.	

Seminario de Edificación. Administración de Obras. Análisis y Organización de Proyectos. <u>Construcción con Tierra.</u> Edificación de Conjuntos (Instalaciones Básicas). Edificación de Inmuebles Verticales. Edificación de Viviendas. Materiales de Diseño. Organización de Obras (Instalaciones Especiales). Proyecto Ejecutivo. Sistemas Constructivos de la Arquitectura. Topografía.	Seminario de Proyectos. Taller de Procesos del Diseño. Taller de Diseño Tridimensional. Taller de Concepto y Objeto (Vivienda Mínima). Taller de Vivienda Media (Taller del Medio Natural). Taller de Espacios Deportivos (Taller de Ambiente Urbano). Taller de Medio Físico (Educación y Cultura). Taller del Medio Social (turismo y Recreación). Taller de Tiempo y Costo (Conjuntos Habitacionales). Taller de Generación y Condicionantes de Diseño (Salud). Taller de Generación y Condicionantes de Diseño y Construcción (Residencias).
Seminario de Estructuras. Acero. Concreto. Concreto Avanzado. Diseño Estructural por Computadora. Estática. Mecánica de Cuerpos Rígidos. Prefabricación y Conexiones de Acero. Resistencia de Materiales. Taller de Estructuras.	Seminario de Representación. Dibujo Técnico. Geometría Descriptiva Bidimensional. Geometría Tridimensional. Representación. Representación Arquitectónica. Técnicas de Representación. Técnicas Aplicadas a la Arquitectura.

3. HACIA UNA CULTURA DE SUSTENTABILIDAD EN EL APRENDIZAJE DE ARQUITECTURA

3.1. Hacia Ciudades de Calidad

Se ha mencionado que con referencia al Plan Institucional de Desarrollo, la Universidad Autónoma de Tamaulipas pretende participar con el gobierno estatal, en la construcción de Ciudades de Calidad. Partiendo de una visión de largo plazo para nuestras ciudades, con criterios de sustentabilidad, requiere de conocimientos para preservar el medio ambiente, el mejoramiento de la imagen urbana, rescate de zonas tradicionales y patrimonio histórico, infraestructura, transporte público y vialidad, vivienda, salud, cultura, educación, deporte, esparcimiento, tratamiento de aguas residuales.

Uno de los problemas más importantes a los que se enfrenta cualquier persona relacionada con la planeación, diseño y construcción arquitectónica y urbana es comprender las múltiples interrelaciones entre los elementos que conforman la estructura de la ciudad u sus interrelaciones con el medio natural. Una filosofía ecológica permite crear un auténtico cambio en el desarrollo de las ciudades o la transformación y rehabilitación de las mismas, pues la naturaleza genera condicionantes que provocan nuevas formas y patrones urbanos.

De acuerdo a Lacomba (2004) esos criterios deben fundamentar la toma de decisiones en el proceso de diseño o adecuación, rehabilitación de las ciudades, basados en valores humanos que tiendan a crear ciudades en equilibrio con la naturaleza y en armonía con su imagen urbana³.

El objetivo de la arquitectura bioclimática es diseñar espacios con el propósito de conseguir unas condiciones de bienestar interior, desde el punto de vista físico y psicológico, aumentando considerablemente la calidad de vida. Esto se consigue aprovechando las

condiciones del entorno inmediato, donde el clima, el microclima, la orientación, el asoleamiento, la humedad, las aguas subterráneas, las corrientes telúricas, los campos electromagnéticos y una buena selección de materiales dan como resultado una arquitectura adaptada al entorno, sana, además se logra el confort térmico del usuario.

Por sí sola la calidad de vida no hace ni garantiza la calidad humana, solo supone el conjunto de condiciones externas sin las cuales una existencia humanamente digna no podría tener lugar. Toca a cada cultura desarrollar esas condiciones, sin detenerse en la parte material de los satisfactores que ofrezca. A nivel organizacional la cultura de calidad total es un medio para alcanzar estas metas. La idea de calidad de vida, Reyes (1999) la define como “la conjunción de condiciones objetivas desarrolladas por una cultura para atender las necesidades de la sus miembros en congruencia con valores auténticamente humanos, y con la mira de expandir y enriquecer las actividades de su vida y potenciar su significado”.

Sin embargo estamos muy alejados de vivir bajo este marco de referencia. La arquitectura como disciplina encargada de armonizar el medio ambiente para el una vida digna del ser humano, tiene grandes áreas de oportunidad, sobretodo en las etapas formativas. Con muchos años de retraso se procuran esfuerzos por iniciar procesos de actualización de planes y programas de estudio, o todavía se realizan prácticas aisladas.

3.2. Sustentabilidad y sus herramientas

Una organización con cultura de calidad tiene como pilar en todo programa la satisfacción de los clientes. Una institución de educación es una organización de servicio. Se parte, entonces, del valor deseado y esperado por el cliente para definir los proceso que se irán creando, y posteriormente entregando ese valor. Según Cantú (2001), “la cadena de valor puede ser descrita como un conjunto de eslabones que representan los diversos procesos que se llevan a cabo en una organización para proporcionar al consumidor un producto y un servicio de calidad.”

La cultura determina la forma como funciona una empresa, ésta se refleja en las estrategias, estructura y sistemas. Es la fuente invisible donde la visión adquiere su guía de acción. El éxito de los proyectos de transformación depende del talento y de la aptitud de la gerencia para cambiar la cultura de la organización de acuerdo a las exigencias del entorno. Como empresa de servicio una organización educativa no es ajena a esto.

A través del conjunto de creencias y valores compartidos por los miembros de la organización, la cultura existe a un alto nivel de abstracción y se caracteriza porque condicionan el comportamiento de la organización, haciendo racional muchas actitudes que unen a la gente, condicionando su modo de pensar, sentir y actuar. Es una forma de mejorar la calidad de vida. Se aprecia en la tabla 4 un condensado del concepto del desarrollo sustentable y sus herramientas.

Tabla 4 – Soporte del Diseño Sustentable. Fuente: realizada por los autores

Desarrollo Sustentable.		Ecoeficiencia.	Análisis del Ciclo de Vida.	
Necesidades Humanas.	Limitaciones Ambientales.	Más con menos.	<u>Materia prima.</u> Producción. Comercialización. Transporte. Utilización. Residuos.	Materia. Energía. Agua. <u>Impacto ambiental.</u>
Calidad de Vida.				

E C O D I S E Ñ O .

El concepto de sustentabilidad se funda en el reconocimiento de los límites y de las potencialidades de la naturaleza, así como en la complejidad ambiental, inspirando una nueva comprensión del mundo para enfrentar los desafíos de la humanidad en el tercer milenio³. El desarrollo sustentable es aquel desarrollo económico y social que tiene lugar sin detrimento del medio ambiente ni de los recursos naturales de los cuáles dependen las actividades humanas y el desarrollo, del presente y del futuro. Es el desarrollo que responde a las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras.

Existen dos ideas inherentes a esta definición: el de las "necesidades" de los seres humanos y el de las "limitaciones" del medio ambiente en cuanto a su capacidad para responder a las necesidades actuales y futuras de los seres humanos.

El concepto de ecoeficiencia nace de la concepción global de los impactos ambientales de las diferentes fases del ciclo de vida de un producto, y de la voluntad de reducir los diferentes efectos ambientales negativos. La ecoeficiencia es "producir más con menos". Una gestión ecoeficiente de los procesos de producción o de los servicios de una empresa aumenta la competitividad de esta empresa ya que:

- Reduce el despilfarro de los recursos mediante la mejora continua.
- Reduce el volumen y toxicidad de los residuos generados.
- Reduce el consumo de energía y las emisiones contaminantes.
- Se reducen los riesgos de incumplimiento de las leyes y se favorecen las relaciones con la administración competente.

La ecoeficiencia se halla estrechamente ligada al desarrollo sostenible ya que equivale a optimizar tres objetivos: crecimiento económico, equidad social y valor ecológico. Es el principal medio a través del cual las empresas contribuyen al desarrollo sostenible y al mismo tiempo consiguen incrementar su competitividad. Este concepto significa añadir cada vez más valor a los productos y servicios, consumiendo menos materias primas, generando cada vez menos impacto ambiental.

Ciclo de Vida de un producto es el conjunto de etapas desde la extracción y procesamiento de sus materias primas, la producción, comercialización, transporte, utilización, hasta la gestión final de sus residuos. Actualmente el análisis del ciclo de vida (ACV), de un producto es una técnica que intenta identificar, cuantificar y caracterizar los diferentes impactos ambientales potenciales asociados a cada una de las etapas del ciclo de vida de un producto.

Una cultura organizacional sustentable implica balancear las necesidades de las personas con las limitaciones ambientales. Habría que revisar la visión de las organizaciones educativas de diseño respecto a su finalidad. ¿Los productos de diseñadores en formación reflejan la responsabilidad de minimizar el impacto ambiental de sus creaciones? El primer dibujo de una línea para bosquejar un diseño tiene repercusiones a largo plazo en el ambiente. El proceso de diseño ocupa la primera instancia en el ciclo de vida de un producto. ¿Hasta donde un enfoque ecoeficiente forma parte del proceso de diseño?

Sabemos que el poner en marcha acciones para dar respuesta a estas preguntas no es fácil, pero si posible. Tratar de modificar la cultura de una organización educativa es ciertamente frustrante dado que la gran mayoría de personas se resisten al cambio, sobre todo, cuando ese cambio se propone en el lugar donde las personas trabajan. Las organizaciones educativas se plantean retos y han demostrado que el presente es de quienes se adapten más agresivamente a las nuevas realidades, que los retos del futuro son superables cuando se toma conciencia del papel de la innovación en un entorno cambiante.

3.3. Estrategia de inducción medioambiental desde la construcción con tierra

3.3.1. La construcción con tierra en el ciclo de vida de la arquitectura

Para considerar la sustentabilidad de un edificio, es decir, de una obra de arquitectura, es necesario tener en cuenta todas las fases de su ciclo de vida. Esto incluye desde que la obra es concebida y ejecutada, el uso y explotación a lo largo de su vida útil, y el fin de esa

vida útil, momento en el cual el edificio deberá ser reincorporado nuevamente al medio ambiente.

Las etapas que pueden distinguirse como parte del ciclo de vida de la arquitectura⁷, son:

- Concepción. Proyecto arquitectónico.
- Extracción de materias primas.
- Proceso de construcción.
- Vida útil.
- Mantenimiento y reparación.
- Reciclaje o reutilización.
- Demolición.

La etapa de concepción o proyecto del edificio aunque comúnmente no es considerada como una fase del ciclo de vida, porque el edificio no existe aún, sin embargo, esta etapa es decisiva en el logro de una arquitectura sustentable, en la medida en que el proyecto enfoca y resuelve adecuadamente de forma integral los diferentes factores que condicionan la sustentabilidad de la solución.

El impacto ambiental del proceso de extracción de materias primas depende en gran medida de las transformaciones que acarrea al medio natural, las tecnologías empleadas, su consumo de energía, los desechos que genera y los requerimientos de transportación. Los llamados "ecomateriales" buscan disminuir el impacto ambiental en su proceso de producción, mediante la reducción de los desechos, principalmente contaminantes, el consumo de energía convencional o su sustitución por energías renovables y los requerimientos de transporte.

El proceso de ejecución o construcción de una obra constituye otra fase de su ciclo de vida, donde todos los componentes que han sido previamente elaborados se sitúan en su posición definitiva, o al menos, en la posición que ocuparán mientras dure la vida útil de la obra. Una vez que la ejecución de la obra termina, comienza su vida útil, lo cual genera consumo de recursos (agua, energía, alimentos y otras materias primas) y produce residuos sólidos (orgánicos e inorgánicos) y líquidos. Así mismo, el proceso de envejecimiento natural de la construcción genera un deterioro que deberá ser contrarrestado con un proceso de mantenimiento sistemático y reparación.

Así mismo, el impacto ambiental de la obra se reduce mediante el adecuado tratamiento de los residuos antes de ser incorporados al medio ambiente, de manera de minimizar la contaminación ambiental, por lo que es preferible su reciclaje o reutilización, siempre que sea posible.

Los edificios pueden ser diseñados para ser total o parcialmente desmontados y no demolidos al final de su vida útil. De esta forma, muchos elementos cuya durabilidad sea mayor que la de la obra en su conjunto podrán ser reutilizados o de lo contrario, podrán ser desmontados para ser reciclados por separado de acuerdo con el material. En resumen, las partes de la obra que deban ser demolidas, al estar libres de otros componentes, podrán también ser recicladas, posiblemente para la producción de nuevos elementos constructivos para futuras obras.

Afortunadamente, los avances en edificación con tierra han demostrado con creces las ventajas del empleo del material.

- La tierra es un material inocuo, no contiene ninguna sustancia tóxica, siempre que provenga de un suelo que no haya padecido contaminación.
- Es totalmente reciclable.
- Fácil de obtener localmente, prácticamente cualquier tipo de tierra es útil para construir, o bien se puede escoger una técnica u otra en función de la tierra disponible.

- La construcción con tierra cruda es sencilla y con poco gasto energético, no requiere un gran transporte de materiales o una cocción a alta temperatura.
- Su obtención es respetuosa, si se extrae del propio emplazamiento.
- Excelentes propiedades térmicas, la tierra tiene una gran capacidad de almacenar el calor y cederlo posteriormente (cualidad conocida como inercia térmica).
- Propiedades de aislamiento acústico,
- La tierra es un material inerte que no se incendia, pudre, o recibe ataques de insectos.
- Es un material por naturaleza transpirable, los muros de tierra permiten la regulación natural de la humedad del interior de la casa.
- Económicamente asequible, es un recurso barato, o prácticamente gratuito, que a menudo ya se encuentra en el lugar donde se levantará la casa.

¿Por qué ante las ventajas no se ha logrado difundir el uso de la tierra como material común de construcción? Consideramos que es necesario introducirlo desde las etapas iniciales del ciclo de vida de la arquitectura, esto es dentro de la fase de concepción del proyecto, específicamente en las escuelas de arquitectura. Los primeros esbozos en el concepto de un proyecto arquitectónico debieran enriquecerse con las alternativas de mínimo impacto ambiental que ofrece la tierra.

Sabemos lo difícil que es enfrentar la resistencia al cambio que regularmente surge en las instituciones de educación superior. Las condiciones en la Universidad Autónoma de Tamaulipas son favorables por la dinámica y flexibilidad del modelo educativo actual. Acorde con el plan estratégico de desarrollo institucional, se pretende establecer una propuesta que fortalezca el vínculo con la sociedad, con el objetivo de participar en la construcción de Ciudades de Calidad. En este sentido se propone una estrategia de inducción al respeto medioambiental, mediante el uso de la tierra como material común de construcción.

3.3.2. Actualización curricular del modelo educativo FADU.

En el contexto del modelo educativo institucional, se propone a nivel estratégico un marco integrador paralelo a los ya existentes relacionados con el dominio de idiomas, y lo concerniente a las actividades extraescolares organizadas. Este marco se refiere al desarrollo sustentable y a sus herramientas: la Ecoeficiencia y el Análisis del Ciclo de Vida. Actualmente en el Núcleo de Formación Básica Universitaria se contemplan materias como “Cultura y Globalización” y “Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable”. Al interior de la FADU se pueden generar hilos conductores a través de los Seminarios, que entretejan un sistema modular de sustentabilidad, con base en materias clave. Véase la tabla 5.

Tabla 5 – Estructura curricular general UAT

ESTRUCTURA DEL PLAN DE ESTUDIOS MILLENIUM III. 300 – 344 créditos.			
Núcleo de Formación Básica Universitaria:	Núcleo de Formación Disciplinaria. Asignaturas introductorias y campos científicos.	Núcleo de Formación Profesional: Contenidos, métodos y técnicas de cada profesión. Asignaturas optativas profesionalizantes. Profesión y Valores. Dos cursos de investigación aplicada/tesis. Servicio social formativo.	Titulación. (automática)
Estudio de inglés hasta alcanzar un dominio “intermedio medio”.			
Actividades extraescolares organizadas: tutorías, investigación formativa, educación para la salud, deportes, trabajo grupal, tareas, actividades culturales, salud y desarrollo personal.			
SUSTENTABILIDAD: ECOEFICIENCIA: ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA (ACV)			

Es así, que a nivel táctico se ha diseñado un programa de estudios para una materia denominada Construcción con Tierra. Se ubica en el Seminario de Edificación y se pretende combinar su enfoque, de manera que sea teórico práctica, que proporcione al alumno los conocimientos fundamentales para la construcción con tierra, su historia, selección de suelos apropiados para la construcción con tierra, las técnicas de construcción con tierra y los métodos de protección en zonas húmedas. Durante la materia se le proporcionará al alumno los conocimientos necesarios para poder identificar los suelos aptos para construcción con tierra, así como las técnicas más utilizadas en la arquitectura de tierra, la materia se desarrollará con una etapa teórica y una etapa practica en donde el alumno aplicará los conocimientos adquiridos.

Además, se destinan cinco semanas para realizar prácticas de campo. En se realizarán trabajos integrales de manera que el alumno aplique conocimientos y ejercite habilidades desarrolladas en función de los otros Seminarios, bajo el marco de desarrollo sustentable, ecoeficiencia y ACV (figura 1). Es decir, los ejercicios de campo se complementarán con métodos y técnicas desarrollados en otras materias. Por ejemplo, estudios de fabricación de mampostería con tierra deberán ser ilustrados con registros fotográficos y bocetos a mano, siendo localizados los sitios de investigación mediante métodos urbanísticos.

Por otra parte, tanto su seguimiento a través de la historia, conociendo las distintos acercamientos teóricos y prácticos en su uso, como siendo soporte de elementos constructivos y estructurales, lo cual implica cálculos técnicos, implica una variedad de oportunidades para inducir gradualmente el convencimiento de su utilidad y ventajas.

Así mismo, se intenta generar proyectos de experimentación de tales características, que a corto plazo se involucren alumnos de las otras dos licenciaturas ofrecidas en la FADU, Diseño Gráfico y Diseño de Interiores. El argumento es emplear la tierra como detonante para la inspiración creativa de los estudiantes, en sus distintas materias. En este caso, la tierra puede servir como fuente temática, material de trabajo en ejercicios de diseño básico, materia prima de elementos decorativos y de distribución espacial.

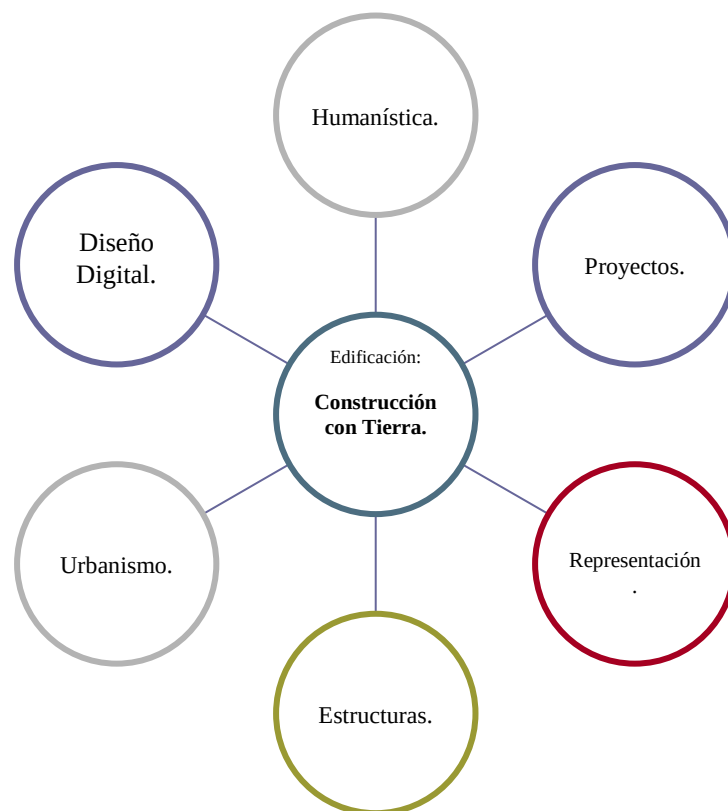


Figura 1 – Inducción al respeto medio ambiental desde la Construcción con Tierra. Relación de Seminarios en la currícula de la FADU

De esta manera, la incorporación de una materia de Construcción con Tierra, en la currícula de la FADU, puede inducir un cambio en la mentalidad y favorecer la difusión de una cultura de respeto medio ambiental.

4. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

El desarrollo sustentable implica cambios tecnológicos, sociales e incluso éticos. La generación de nuevas formas de ordenamiento y manejo de las ciudades y la arquitectura requiere de un cambio en la mentalidad para el uso de nuevas alternativas. Aún cuando no todas las propuestas sean concepciones totalmente nuevas, en muchos casos se puede dar el rescate de tradicionales maneras de hacer que habían sido olvidadas.

La construcción parece obvia, sin embargo todavía hace falta superar condicionamientos para verla como moda. Los convencionalismos surgidos por imposición mercantil de materiales y tecnologías, provocan que los responsables de servir a los seres humanos, creándoles ambientes armónicos y confortables, prefieran mirar hacia metas redituables en lo económico.

La tierra la tenemos a la mano, pero se presenta una resistencia al cambio similar a la circunstancia de cuando se descubrió que los bloques de concreto presentaban ciertas ventajas ante el ladrillo, o el concreto armado ante la madera, por ejemplo. El concreto armado, tan empleado en las construcciones, no puede considerarse un material de construcción ecológico, por el consumo de cemento, cuya producción requiere gran cantidad de energía, a la vez que expulsa importantes volúmenes de CO₂ a la atmósfera.

Ante la demanda de soluciones rápidas y efectivas, tenemos la intención de aprovechar las circunstancias de nuestro modelo educativo para introducir, de menos a más, una estrategia de inducción hacia una cultura de respeto medio ambiental. Consideramos que introducir una materia de Construcción con Tierra, es una táctica aparentemente simple, pero con un horizonte con amplios beneficios para la comunidad.

Se recomienda la siguiente temática base para el programa de la materia Construcción con Tierra:

- a) Antecedentes históricos de la construcción con tierra.
- b) Propiedades de la tierra como material de construcción.
- c) Procedimientos de construcción con tierra
- d) Prácticas de campo. Brigadas interdisciplinarias.

BIBLIOGRAFÍA

CANTÚ DELGADO, Humberto, (2001), "Desarrollo de una Cultura de Calidad", McGraw Hill, México.

LACOMBE, Ruth, (2004). "La Ciudad Sustentable. Creación y Rehabilitación de Ciudades Sustentables". Trillas: México.

REYES IBARRA, Horacio, (1999), "Desarrollo Sustentable y Calidad de Vida", Universidad Iberoamericana Plantel Golfo Centro, México.

NOTAS

1 - Universidad Autónoma de Tamaulipas. Plan Estratégico de Desarrollo Institucional 2006 – 2010. <http://colaboracion.uat.edu.mx/rectoria/subacademica/Shared%20Documents/Plan%20Estratégico%20de%20Desarrollo%20Institucional%202006-2010.pdf>

2 - <http://portal.uat.edu.mx/desarrollo/modeloeducativo.htm#>

3 - Manifiesto por la vida. *Por una ética para la sustentabilidad en Revista Iberoamericana de la Educación*, no. 40, OIE, enero-abril 2006. En internet: <http://www.rieoei.org/rie40a00.htm#1#1>

AUTORES

Julio Gerardo Lorenzo Palomera. Arquitecto. Profesor de Tiempo Completo. Colaborador del Cuerpo Académico de Diseño y Edificación Sustentable, Maestría en Educación Superior. Maestría en Administración, Profesor con Perfil PROMEP, e-mail: disartaka@yahoo.com

Rubén Salvador Roux Gutiérrez. Doctor en Arquitectura. Líder del Cuerpo Académico de Diseño y Edificación Sustentable de la FADU, Jefe de Investigación de la FADU Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I. e-mail: rroux@uat.edu.mx, rroux33@hotmail.com.

Yolanda Aranda Jiménez. Arquitecta. Maestría en Administración de la Construcción. Profesora Investigadora Colaboradora del Cuerpo Académico de Diseño y Edificación Sustentable, Profesor con Perfil PROMEP, e-mail: yoli212@yahoo.com.mx



PRODUÇÃO RECENTE DE MÃO-DE-OBRA PARA ATUAR EM PROJETOS E OBRAS DE RESTAURAÇÃO: UM NOVO ESTÍMULO PARA A CONSERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO EDIFICADO EM TERRA

Alexandre Ferreira Mascarenhas

CEFET-OP – Centro Federal de Educação Tecnológica de Ouro Preto
Rua Pandiá Calógeras, 898 – Bairro Bauxita – Ouro Preto MG CEP: 35.400-000
(31) 3559.2147/(31) 3559.2156 afmascarenhas@yahoo.com

Palavras-chave: projeto e obra de restauração, construção com terra, mão-de-obra

RESUMO

Atualmente, o Brasil tem se destacado pela valorização de seus monumentos e conjuntos urbanos históricos, e inúmeras obras de restauração e conservação são realizadas em todo território nacional. Contudo, percebe-se que alguns canteiros, muitas vezes, não possuem projetos adequados nem mão-de-obra especializada. Para realizar interferências em edificações de valor histórico e artístico, os profissionais envolvidos devem preservar ao máximo o material original e, preferencialmente, fazer uso de técnicas tradicionais para garantir e preservar a autenticidade e identidade da construção.

Com o propósito de suprir o mercado com profissionais qualificados, surge em Ouro Preto o *Curso Superior de Tecnologia em Conservação e Restauração de Imóveis*, implantado pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Ouro Preto, CEFET- Ouro Preto, e os cursos de *requalificação* para os ofícios da conservação (carpintaria, alvenaria, estucador, pintor, ferreiro e instalador), ministrados no Núcleo de Ofícios da Fundação de Arte de Ouro Preto | FAOP, importante entidade vinculada à Secretaria de Estado de Cultura de Minas Gerais.

O uso do adobe, o pau-a-pique e a taipa de pilão no revestimento e ornamentação de fachadas, assim como de argamassas e tintas a base de cal, são algumas das técnicas tradicionais de construção ensinadas. Os cursos, que enfatizam os meios corretos na execução de obras de restauração e conservação, têm como principal objetivo proporcionar resultados satisfatórios e adequados nas interferências em edificações históricas, garantindo a preservação da nossa memória cultural.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, durante muito tempo, monumentos e conjuntos urbanos se perdiam em função do crescimento urbano descontrolado e pela ausência de uma política de conservação. Hoje, felizmente, há uma nova tendência que valoriza a revitalização do nosso acervo histórico, das técnicas tradicionais e dos materiais originais que atestam a autenticidade e identidade das construções de valor artístico e histórico. A inserção de edifícios, paisagens ou cidades históricas na lista de bens tombados em âmbito municipal, estadual, nacional, ou até mesmo mundial, é um exemplo desta nova consciência.

Em todos os estados, obras de conservação e restauração do patrimônio arquitetônico se multiplicam, contudo, o número de profissionais capacitados para atuar de maneira adequada na elaboração de projetos de restauro não acompanha a demanda.

Com o intuito de preencher esta lacuna, duas instituições distintas – o *Centro Federal de Educação Tecnológica de Ouro Preto CEFET - Ouro Preto* e a *Fundação de Arte de Ouro Preto | FAOP* - implantam em suas dependências cursos de capacitação para os profissionais que irão atuar neste campo. Trata-se, portanto, da implementação de dois cursos com propostas e públicos diferenciados. O profissional do CEFET, de nível tecnólogo superior, realiza o projeto de restauro e fiscaliza a execução da obra; enquanto que o

profissional proveniente da FAOP é responsável pela execução da obra de restauro, ou seja, aqueles artífices que “colocam a mão na massa”.

Baseado em uma nova perspectiva de ensino, estimulada pelo Governo Federal, o *CEFET - Ouro Preto* criou em 2006 o *Curso Superior de Tecnologia em Conservação e Restauração de Imóveis*, destacando a prática associada aos sistemas construtivos, materiais de construção e projetos de conservação e restauração.

As técnicas de construção tradicional, como adobe, pau-a-pique e taipa de pilão, e ainda, o uso de argamassas e tintas a base de cal, são aqui transmitidas assim como nos cursos de capacitação e requalificação para oficiais da construção civil nos ofícios de pedreiro, carpinteiro, estucador e pintor, ministrados pelo *Núcleo de Ofícios da Fundação de Arte de Ouro Preto - FAOP*. Estas tecnologias tradicionais representam o conteúdo (prático), base para a formação de novos mestres artífices.

Os cursos da FAOP, também iniciados em 2006, já formaram mais de uma centena de profissionais, que se tornaram agentes multiplicadores, capazes de intervir de maneira adequada em monumentos artísticos e históricos, contribuindo assim, para a preservação do nosso patrimônio.

2. PROJETOS E OBRAS DE CONSERVAÇÃO E RESTAURAÇÃO

2.1. Projetos

Projetos de restauração e conservação em conjuntos urbanos, complexos arquitetônicos, fachadas ou mesmo em um ornamento, seguem um processo sistemático e repetitivo de etapas de intervenção.

Este conjunto de ações contempla coleta de dados (pesquisa histórica, técnica e arqueológica), levantamento arquitetônico e fotográfico do objeto de estudo, mapeamento de danos (relatório de estado de conservação do objeto), prospecções e análises laboratoriais.

As informações contribuem para uma leitura clara do objeto como um todo, permitindo a realização de um diagnóstico adequado. Sendo assim, este diagnóstico precede o Projeto de Intervenção, estabelecendo as diretrizes a serem adotados para a definição e execução do projeto de restauração como um todo, e culminando na realização do caderno de encargos.

As etapas para Elaboração de Projeto de Intervenção de Edificação Histórica são:

- 1- Coleta de dados e cadastramento | Mapeamento de danos | Prospecções e análises de laboratório;
- 2- Diagnóstico;
- 3- Projeto de Intervenção – definição das diretrizes e critérios | Definição do uso e do programa de necessidades | Estudo preliminar, projetos complementares, cadernos de encargos, planilha orçamentária e cronograma físico.

Vale ressaltar que um projeto de intervenção envolve diretrizes, critérios, técnicas e a vocação do edifício para o uso a ser implantado deve ser avaliada. Este projeto é elaborado por equipe multidisciplinar composta por arquitetos, engenheiros e restauradores especializados em conservação e restauração de edificações históricas, além de arqueólogos, historiadores, químicos, biólogos e outros profissionais. Devem ser elaboradas e respondidas questões sobre o que e como manter, remover ou acrescentar, considerando as teorias de restauro, as cartas patrimoniais, o conhecimento do objeto e seus graus de proteção.

O projeto final deve ser acompanhado de um memorial descritivo e de um caderno de encargos. Este caderno técnico tem como objetivo estabelecer as normas que regem a

execução da obra em si, fornecendo informações sobre todos os procedimentos a serem adotados: montagem de canteiros de obras, proteção de ornamentação e acessos seguros durante o processo de intervenção, preparação da obra (limpeza, escoramentos, demolições, consolidações) e especificações dos materiais a serem utilizados e descrição minuciosa de como executar os serviços (reintegração, recomposição, acabamento etc).

É fundamental realizar esta seqüência de etapas que contribuirá para um maior entendimento e compreensão do objeto, permitindo a adequada execução da obra.

2.2. Obras

Em obras de conservação e restauração do patrimônio histórico edificado, deve-se buscar a compatibilização entre os materiais originais antigos e os novos. Deve-se intervir o mínimo possível para preservar o máximo da originalidade, buscando e valorizando a autenticidade do objeto. A reversibilidade dos materiais novos empregados também merece ser considerada.

Deve-se fazer uso de ferramentas e equipamentos adequados e de mão de obra especializada durante todo o processo de intervenção, para que resultados satisfatórios sejam alcançados. É fundamental a presença de profissionais qualificados no canteiro de obras que tem como objeto uma construção antiga, pois, na maioria das vezes, somente a prática destes mestres e oficiais podem definir ações e decisões durante o processo de intervenção.

Nem sempre as empreiteiras que vencem uma licitação possuem em seu quadro de profissionais mão-de-obra especializada, o que torna necessária a terceirização destes serviços.

As etapas de execução e organização de uma obra de conservação e restauração são distintas de uma obra civil nova, pois, durante sua execução, surgem situações inesperadas que, mesmo na fase de cadastramento e mapeamento de danos, podem não ser detectadas.

Por isso, deve-se sempre esperar que novidades apareçam e que o projeto sofra alterações. É importante considerar o momento da obra como único e valorizá-lo como oportunidade de recuperação, sanando todas as patologias ali encontradas.

As etapas de Intervenção podem ser divididas em:

- Etapa 1 - Montagem do canteiro, serviços de proteção, remoções e demolições, coberturas provisórias;
- Etapa 2 - Ações Preliminares: consolidação e escoramento;
- Etapa 3 – Intervenção: higienização, dessalinização, desinfestação, imunização, reintegração e recomposição das alvenarias, argamassas, ornamentos e pintura;
- Etapa 4 – Instalações: hidráulica, elétrica, dados e de segurança;
- Etapa 5 - Relatório de acompanhamento e *as built*;

3. OURO PRETO PATRIMONIO CULTURAL DA HUMANIDADE

Ouro Preto marcou a história de Minas Geras e do Brasil e foi palco de importantes acontecimentos desde a chegada dos bandeirantes. Durante o ciclo do ouro, monumentos majestosos, capelas, igrejas, chafarizes, casas de pau-a-pique e sobrados de alvenaria de pedra foram edificados, numa expansão urbana desenfreada. Fatos políticos, históricos e econômicos transformaram o conjunto em Vila, depois em cidade e capital. Veio o declínio com a transferência da capital para Belo Horizonte no final do século XIX. Sua arquitetura, juntamente com seus bens integrados (pintura, escultura em pedra, imaginária e talha) é um registro de uma época de identidade artística nunca antes presenciada.

Grande parte das construções que sobreviveram ao tempo é do período colonial. Estas edificações ainda apresentam estado razoável de conservação. Seus forros de madeira saia e camisa, em gamela ou em caixotões, guardam registros artísticos únicos deixados por pintores reconhecidos. Possuem alvenarias em pedra seca, paredes em adobe ou pau-a-pique, pisos de seixo rolado, em cantaria ou em tábuas de madeira larga, o que demonstra o conhecimento, a criatividade e a percepção construtiva dos mestres artífices do passado. Por tudo isso, seu conjunto arquitetônico foi tombado em 1938 pelo IPHAN, e em 1980, foi considerado Monumento Histórico da Humanidade.

Infelizmente, o reconhecimento não impediu que os processos de degradação do centro histórico de Ouro Preto avançassem. Nem interrompeu a deterioração acelerada das construções, o que colocou em risco até o título concedido pela UNESCO¹.

Outro fator agravante nesse processo de descaracterização de Ouro Preto é a falta de ações políticas dos órgãos governamentais, municipal, estadual e federal, para a eficiente preservação do Patrimônio Cultural. O Plano Diretor do Município, que regulamenta, direciona e orienta o crescimento da cidade, preservando sua arquitetura colonial, ainda não saiu do papel. Alguns projetos visando a preservação da cidade foram propostos, mas nunca foram concretizados.

Quem mora em Ouro Preto sabe da importância e do *status* que a cidade ocupa para o turismo nacional e internacional, e, geralmente, busca respeitar as normas impostas pelos órgãos de preservação patrimonial. A maioria dos moradores entende a necessidade de manter a arquitetura e as estruturas tradicionais de seus bens móveis. No entanto, não disponibiliza de meios que viabilizem, na prática, tal postura. Uma das maiores dificuldades é conseguir acesso aos profissionais capazes de intervir nas antigas construções, para conservar suas características originais.

Estes profissionais, quase sempre, aprendem seu ofício de forma prática e informal, e raramente se preocupam com o uso de materiais adequados e compatíveis. Na maioria das vezes, não percebem detalhes construtivos, e bastaria um olhar mais atento para evitar danos irreversíveis.

A falta de informação sobre as técnicas tradicionais e especificidades da tipologia arquitetônica que caracterizam o conjunto colonial de Ouro Preto contribuem para uma descaracterização física, resultando, muitas vezes, em intervenções danosas ou de gosto duvidoso – reformas, construções novas e acréscimos. A paisagem urbana da cidade se transforma negativamente perdendo seu equilíbrio arquitetônico (entorno paisagístico e centro histórico).

Além da ausência de oficiais e artífices capazes de atuar no patrimônio, observa-se ainda uma lacuna de profissionais de nível superior que possam conduzir, projetar ou administrar obras de valor histórico na cidade e na região.

Dentro deste contexto, foi percebida a necessidade de se criar programas de ensino voltados para a conservação e restauração do patrimônio edificado. Vale ressaltar que a ação de um profissional de nível superior ou oficial especializado pode retardar ou até mesmo interromper o processo de degradação das edificações históricas. É neste cenário que o CEFET - Ouro Preto e o Núcleo de Ofícios da Fundação de Arte de Ouro Preto se unem para cumprir a missão de formar profissionais de nível superior e requalificar oficiais, para atender esta crescente demanda, com evidentes ganhos para a sociedade e para a cultura nacional.

4. CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM CONSERVAÇÃO E RESTAURAÇÃO DE IMÓVEIS – CEFET-OP

Destinado aos egressos do Ensino Médio, é um curso superior de tecnologia, ministrado em 6 (seis) períodos letivos, com carga horária total de 2.400 horas.

O *Curso Superior de Tecnologia em Conservação e Restauração de Imóveis do CEFET – Ouro Preto* (CEFET-OP, 2007) forma profissionais capacitados para planejar e administrar obras em imóveis de valor cultural, histórico e artístico, por meio de serviços de conservação e restauração, de acordo com a legislação específica. Dentro do contexto social da região, a formação deste profissional é de suma importância uma vez que se apresenta apto para atuar sob o ponto de vista técnico, tecnológico e projetual frente aos imóveis de valor histórico e cultural, buscando assegurar e valorizar este patrimônio.

Considerando a carência de profissionais com capacitação técnica e qualificação adequada para atuar nesta área, e com conhecimento específico, esta nova safra de profissionais da área da construção civil, com sensibilidade e domínio das técnicas modernas e tradicionais e dos critérios éticos necessários para realização de intervenções em edificações e conjuntos urbanos de valor cultural, possibilitará ainda melhor articulação entre a arquitetura e a engenharia civil.

De caráter interdisciplinar, o Corpo Docente do curso é constituído por especialistas de variadas áreas: engenheiros, arquitetos, historiadores de arte, geólogos, arqueólogos, químicos e gestores.

As linhas de metodologia do curso estão estruturadas e articuladas entre si (fundamentação técnico-tecnológica, fundamentação histórico-conceitual, projetual, tecnológica, gestão de obras e serviços, síntese) e estabelecem relações verticais e horizontais entre as disciplinas. As disciplinas² de um mesmo período estão integradas para permitir que o aluno crie associações entre elas, possibilitando maior entendimento do objeto em estudo. A metodologia aplicada visa fazer com que os conteúdos e os métodos de ensino entre as diversas disciplinas sejam bem articulados, e possuem acompanhamento pedagógico.

Conforme seu planejamento, a estruturação do curso permite que os alunos realizem exercícios acadêmicos, baseados em objetos reais e palpáveis, e integrem a prática projetual a soluções tecnológicas compatíveis com os preceitos teóricos, legais e contextuais. O exercício da análise e da síntese, baseado na crítica da realidade, na autonomia das decisões e na mensuração dos efeitos causados, é fundamental para formar profissionais capazes de intervir em bens imóveis de valor cultural, muitas vezes protegidos por instrumentos legais municipais, estaduais ou federais, tornando-os representantes da identidade social e merecedores da afetividade de gerações.

São formados, portanto, profissionais capacitados para projetar, coordenar, planejar e administrar obras de conservação e restauração de edificações; e adequar os espaços para usos contemporâneos, por meio de tecnologias tradicionais e atuais. Este profissional desenvolverá ainda pesquisas tecnológicas em conservação e restauração de bens culturais imóveis, e poderá atuar na fiscalização, orientação, supervisionamento, avaliação e emissão de laudos técnicos, podendo também oferecer treinamento aos operários para aperfeiçoamento da mão-de-obra.

5. CURSO DE REQUALIFICAÇÃO PARA OFICIAIS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

5.1. Programa Monumenta| Fundação de Arte de Ouro Preto - FAOP

O Programa Monumenta (Ministério, sd), criado pelo Ministério da Cultura, com apoio da UNESCO e recursos do Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID, possui conceito inovador, pois associa recuperação e preservação do patrimônio histórico com desenvolvimento econômico e social. Uma das propostas deste programa é atuar de maneira integrada nas cidades históricas protegidas pelo IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - promovendo obras de conservação e restauração dos bens tombados localizados nas áreas de projeto. Além da formação de agentes locais de cultura e turismo, promoção de atividades econômicas e programas educativos estimulando a educação patrimonial, busca-se ainda resgatar os ofícios e as técnicas tradicionais de construção por meio de cursos de capacitação e requalificação de mão-de-obra para intervir em obras de conservação e restauração de imóveis históricos de maneira adequada.

O Programa Monumenta já tem proporcionado uma série de resultados ativando a economia das cidades pela ocupação e geração de renda da população e pela capacitação de mão de obra específica. Este programa vem sendo implementado nas cidades a partir das assinaturas de convênios firmados entre o Ministério da Cultura, prefeituras e/ou estados, onde são estabelecidas as atribuições de cada uma das partes, os valores repassados e prazos de execução das obras. Ao final, espera-se que os sítios históricos consigam manter suas características preservadas sem depender de novos aportes federais para sua conservação e que a população se conscientize sobre a importância de se preservar o patrimônio existente.

Ouro Preto é uma das cidades contempladas, onde o Projeto Monumenta está investindo 200 milhões de dólares, através de parceria com o Banco Interamericano de Desenvolvimento, empresas privadas e os governos municipal, estadual e federal.

A Fundação de Arte de Ouro Preto - FAOP, instituição vinculada a Secretaria de Estado de Cultura de Minas Gerais, com recursos do Programa Monumenta do Ministério da Cultura, implantou em 2006 seu Núcleo de Ofícios, com o intuito de promover cursos de qualificação e re-qualificação de profissionais da construção civil, capazes de atuar na conservação e restauração. Neste Núcleo, é priorizado um ensino baseado em experiências compartilhadas entre os instrutores (mestres artífices) e professores (teóricos), profundos conhecedores e pesquisadores dos temas, que são associados às práticas.

Os cursos iniciados em 2006 e finalizados em 2007 foram de alvenaria, carpintaria, estucaria, pintura, ferraria e instalação. Atualmente, estão sendo ministrados novos cursos para pedreiros, carpinteiros e pintores, e os alunos exercem o conhecimento adquirido em um protótipo construído no *campus* do CEFET- Ouro Preto.

Na primeira iniciativa (2006/2007), 120 profissionais foram selecionados e receberam, durante todo o curso, um auxílio-bolsa no valor de R\$ 150,00 mensais, para transporte e alimentação.

5.2. Curso de Alvenaria

O Curso de Alvenaria, com duração de 464 horas (8 meses), tem seu conteúdo e suas práticas divididos em 3 módulos:

1- Arquitetura e urbanismo: módulo teórico, com 66 horas, aborda a história e evolução da arquitetura e das cidades mineiras e brasileiras, com destaque para Ouro Preto, e inclui ensino de conceitos e técnicas de restauro.

2- Teoria das construções: módulo teórico, com 78 horas, apresenta as características básicas das edificações históricas: fundação, muros, estruturas (terra, pedra, madeira), elementos de vedação, pisos, vãos, esquadrias e escadas, revestimentos e argamassas.

3- Prática das construções: módulo prático, com 320 horas, no qual os alunos executam elementos estruturais em um protótipo de edificação, com enfoque nas alvenarias tradicionais como adobe, pau-a-pique e taipa de pilão em função da predominância destas técnicas na região (figuras 1 e 2).



Figura 1 – Confeção de adobes para execução de parede



Figura 2 – Preenchimento do pau-a-pique com barro

5.3. Curso de Carpintaria

O Curso de Carpintaria também possui 464 horas (8 meses) de duração, e tem seu conteúdo e suas práticas divididos em 3 módulos:

1- Arquitetura e urbanismo: módulo teórico, com 66 horas, aborda a história e evolução da arquitetura e das cidades no Brasil, em Minas Gerais com destaque em Ouro Preto, e inclui ensino de conceitos e técnicas de restauro.

2- Teoria das construções: módulo teórico, com 78 horas, apresenta as características básicas das edificações históricas: estruturas de terra, pedra e madeira, elementos de vedação, pisos de madeira, esquadrias, escadas e coberturas.

3- Prática das construções: módulo prático, com 320 horas, no qual os alunos realizam atividades relacionadas ao ofício em um protótipo de edificação, com enfoque nas técnicas tradicionais como o pau-a-pique (figuras 3, 4 e 5) e taipa de pilão, em função da predominância destas estruturas na região, e atuam também na cobertura.



Figuras 3 e 4 – Execução da trama do pau-a-pique



Figura 5 – Protótipo em execução pelos alunos e supervisão dos mestres e professores

Em pau-a-pique, os alunos executam a trama da parede em bambu amarrado e, na taipa de pilão, elaboram a forma | taipal. Para a cobertura, são executadas as tesouras, forro de saia e camisa, beiral e cachorrada externa além de acabamento em madeira sobre beiral.

6. RESULTADOS

O Curso Superior de Tecnologia em Conservação e Restauração de Imóveis do CEFET - Ouro Preto e os Cursos de Requalificação Profissional do Núcleo de Ofícios da FAOP, tem despertado o interesse de muitas pessoas da região, do estado e do país.

O CEFET - Ouro Preto já possui três turmas e se prepara agora para mais um processo anual seletivo. A última turma iniciou as aulas no primeiro semestre de 2008 e possui hoje 34 alunos. A segunda turma apresenta um total de 28 alunos que irá se formar em 2009. No final deste ano, serão formados os primeiros 12 profissionais, que iniciaram o curso em 2006.

Em 2007, A FAOP capacitou e formou 99 oficiais de conservação e restauração do patrimônio edificado nas áreas de alvenaria, carpintaria, estuque, pintura, ferraria e instalações. Grande parte deste grupo já foi absorvida por empresas públicas e privadas e atuam hoje na restauração e conservação de imóveis históricos (figura 6). Das 30 vagas iniciais para pedreiros e carpinteiros, foram formados consecutivamente 26 e 24 oficiais, que se tornaram também agentes multiplicadores e guardiões do patrimônio, compromissados com a preservação dos bens culturais patrimoniais.

Entre julho e dezembro de 2007, a FAOP, em um convênio firmado com a Prefeitura Municipal de Congonhas, com apoio da Fumcult³, viabilizou cursos de qualificação profissional, com 240 horas de duração, para pedreiros, carpinteiros e pintores. O objeto escolhido para realização das atividades práticas foi um sobrado do século XVIII, localizada em Lobo Leite, distrito de Congonhas. Vinte e sete alunos finalizaram os cursos e receberam certificados.

Em outubro de 2007, turmas com 30 alunos cada, iniciaram as aulas de alvenaria, carpintaria e pintura. A conclusão destes cursos está prevista para o segundo semestre de 2008. Em setembro de 2008, duas novas turmas deram início às aulas, uma de pedreiro e outra de carpinteiro, cada uma com 20 alunos e 4 meses de duração.



Figura 6: Ex-aluno já inserido em contexto de trabalho

7. CONCLUSÃO

Diante deste panorama, a consolidação do Curso Superior de Tecnologia em Conservação e Restauração de Imóveis do CEFET – Ouro Preto e dos Cursos de Requalificação Profissional do Núcleo de Ofícios da Fundação de Arte de Ouro Preto, representa um grande passo para a garantia da conservação do nosso rico acervo.

É importante ressaltar nesta conclusão a grande satisfação do autor em participar ativamente deste processo, tanto como professor do CEFET nas disciplinas de Projeto de Restauração II e IV, Sistemas Construtivos IV e Desenho Arquitetônico, ou como mestre artífice do Núcleo de Ofícios da FAOP.

É gratificante perceber o interesse dos novos profissionais em assimilar os conteúdos teóricos e práticos inerentes à conservação e restauração das alvenarias de terra, parte da tradição e do costume de muitos dos nossos alunos.

O CEFET – Ouro Preto, a FAOP e o Programa Monumenta surgem como elementos fundamentais no resgate da identidade cultural e da cidadania, estimulando a produção social e revitalizando os espaços urbanos históricos. Como beneficiários, além dos profissionais (re)qualificados, podemos citar toda a população de Ouro Preto, da região, de Minas Gerais e do Brasil.

De uma forma mais abrangente, cada cidadão brasileiro se beneficia desta iniciativa, uma vez que Ouro Preto reconhecidamente detém o título de Patrimônio Cultural da Humanidade, e contribui para a multiplicação de agentes preservacionistas do patrimônio histórico.

BIBLIOGRAFIA

CEFET-OP (2007). Projeto de Curso Superior de Tecnologia em Conservação e Restauração de Imóveis. Ouro Preto.

MASCARENHAS, Alexandre (2008). Ornatos: restauração e conservação. In-folio, Rio de Janeiro. 108p.

MASCARENHAS, Alexandre (2008). Formation de main d'oeuvre spécialisée en constructions traditionnelles en béton et mortiers historiques: Programa Monumenta | Fundação de Arte de Ouro Preto – une nouvelle forme d'encouragement pour la conservation du patrimoine. In Anais Terra 2008 10^{ème} Conférence Internationale sur l'Étude et la Conservation du Patrimoine Bati en Terre.

MINISTÉRIO DA CULTURA (sem data). Programa Monumenta. Folder, Brasília. 23p.

NOTAS

1 – Ouro Preto possui, por sua importância no panorama nacional e internacional, os seguintes títulos visando a sua preservação:

- “Cidade Monumento Municipal”, pelo decreto nº 13, promulgado em 19/09/1931, pelo então prefeito Dr. João Baptista F. Velloso;
- “Cidade Monumento Nacional”, pelo decreto nº 22.928, promulgado em 12/08/1933, pelo Presidente da República Getúlio Vargas;
- “Cidade Patrimônio Cultural da Humanidade”, em 02/09/1980, pela UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura).

2 – As disciplinas do curso estão divididas em linhas metodológicas estruturadas e articuladas entre si:

- Linha de Fundamentação Técnico-Tecnológica (Geometria descritiva, Estudo de solos, Matemática, Química, Topografia e cartografia, Resistência de materiais, Metodologia de pesquisa científica);
- Linha de Fundamentação Histórico-Conceitual (História da Arte, Introdução à Arquitetura e Urbanismo, História da Arquitetura e das Cidades I, História da Arquitetura e das

Cidades II, Teoria da Restauração I, Teoria da Restauração II, Regulação Urbana e de Proteção do Patrimônio I, Regulação Urbana e de Proteção do Patrimônio I);

- Linha Projetual (Desenho arquitetônico, Desenho auxiliado por computador, Fotografia documental, Maquete, Noções de arqueologia aplicada à restauração, Projeto de Restauração I, Projeto de Restauração II, Projeto de Restauração III, Projeto de Restauração VI);
- Linha Tecnológica (Materiais I, Materiais II, Materiais III, Materiais VI, Sistemas Construtivos I, Sistemas Construtivos II, Sistemas Construtivos III, Sistemas Construtivos VI, Instalações Prediais);
- Linha de Gestão de Obras e Serviços (Planejamento de obras, Gerenciamento e administração de obras, Ética e exercício profissional, Síntese, Trabalho de Conclusão de Curso I, Trabalho de Conclusão de Curso II, Estágio supervisionado).

3 – Fumcult: Fundação Municipal de Cultura, Lazer e Turismo associada à Prefeitura de Congonhas, MG.

AUTOR

Alexandre Mascarenhas, arquiteto e restaurador, mestre em Engenharia Civil – UFF; especialista em Conservação de Estruturas de Terra (Chan Chan, Peru 1999) e em Conservação de Ornamentos (Veneza, Itália 2001). Foi coordenador dos cursos de requalificação profissional em Congonhas, MG (Programa Monumenta | FAOP | Prefeitura Municipal). Publicou o livro *Ornatos: restauração e conservação*. Atualmente executa projetos e obras de conservação e restauração e é professor do Curso Superior de Tecnologia em Conservação e Restauração de Imóveis do CEFET-OP e da FAOP.



FORMAÇÃO DE JOVENS ARTESÃOS TAIPEIROS

Wilma Maria Abdalla

Fundação Vilanova Artigas, Rua Barão de Jaceguai 1151 04606-003 São Paulo SP
Tel: (5511) 38811715 desenhoartigas@uol.com.br

Palavras-chave: ensino, jovens, restauro

RESUMO

A Prefeitura Municipal da Estância Turística de São Luis do Paraitinga no estado de São Paulo, por meio da Secretaria do Bem Estar e da Cultura solicitou-nos a organização e implantação de um curso profissionalizante que atendesse as necessidades de inserção no mercado de trabalho de jovens oriundos de famílias de baixa renda dessa cidade de 18.000 habitantes. São Luis do Paraitinga possui o maior conjunto arquitetônico construído no século XVIII do Brasil, contemplando cerca de 300 edificações. Este acervo é tombado pelo CONDEPHAAT¹, destacando-se a casa onde nasceu o médico sanitarista Oswaldo Cruz, também protegida pelo IPHAN². As edificações tombadas foram construídas com terra crua, nas técnicas taipa de pilão, taipa de mão e adobe. Portanto, foi natural a opção pela Prefeitura de um Curso de Construção e de Restauro dessas técnicas ancestrais, para atender às necessidades de manutenção, conservação e restauro desse patrimônio histórico tão importante. Tomamos as experiências que foram desenvolvidas anteriormente sob nossa orientação nas cidades de Jundiá e Araçatiguama, ambas no Estado de São Paulo e ampliamos o escopo de trabalho com a adição de oficinas de ensino de acordo com as demandas do local, como restauro de peças de madeira, manutenção de ferragens, pinturas a base de cal e terra crua.

1. FORMAÇÃO DE JOVENS ARTESÃOS TAIPEIROS

As técnicas construtivas com terra têm uma grande importância na nossa cultura, e esse patrimônio técnico e cultural está se perdendo, pois está sendo abandonado ou sendo conservado e reproduzido de forma inadequada.

Ao definir os critérios para o desenvolvimento do presente projeto de ensino e formação de mão-de-obra qualificada para construção e restauro de edificações elaboradas com terra, constatou-se a dificuldade de se encontrar mão-de-obra especializada nas técnicas construtivas com esse material, que foi utilizado no período colonial e que, em algumas regiões do Brasil, ainda tem uso corrente, mas, na maioria das vezes, de forma errônea, não conferindo a durabilidade, a salubridade e a beleza que a terra proporciona quando se produz edificações de forma correta. Como essas técnicas caíram em desuso, nosso patrimônio histórico construído com essas técnicas, estão se desfazendo, destruindo registros importantes para a memória de nosso país. Somando-se à isso, existe a necessidade de se dar uma possibilidade de trabalho aos jovens, em sua grande maioria sem acesso ao mercado produtivo. Considerando-se que muitas cidades ainda possuem este tipo de construção formando seu patrimônio histórico e que na atualidade, com a preocupação com o ambiente, nada mais oportuno que se difundir essa possibilidade que requer pouca energia, uso mínimo de água, possíveis resíduos pós obra são reaproveitáveis, evitando-se a problemática do que se fazer com o entulho, com o gasto de energia para reciclá-lo, incluindo-se aí seu transporte.

Como o Curso prevê aulas de construção civil convencional, a possibilidade de trabalho se amplia e, com o aprendizado em outras oficinas de ensino, como, por exemplo, a de marcenaria onde as técnicas de marcenaria convencional são ensinadas para se atingir o conhecimento para restauro em madeira, amplia-se o conhecimento e a possibilidade de inserção no mercado de trabalho. No final do curso o aluno estará apto, terá segurança para exercer o ofício para o qual ele foi formado, Consideramos que a formação de cooperativas e parcerias com empresas públicas ou privadas se constitui na situação mais adequada

para a continuidade do exercício profissional desses jovens – com faixa etária entre 16 e 20 anos, pois devido à sua inexperiência em relação às condições da oferta das suas aptidões, se torna difícil que os mesmos se articulem junto ao mercado de trabalho sem uma ajuda inicial.

O curso se estende por um período de dez meses, no qual são ministradas todas as matérias, por professores diversos, que enfocam cada ementa específica. As aulas com concentração no campo do restauro e construção com terra contemplam os itens 2.1, 2.2, 2.3, 2.6, 2.11 e 2.12, abaixo discriminados. Estas atividades foram desenvolvidas semanalmente, para duas turmas distintas, uma no período matinal e outra no período vespertino, totalizando uma carga horária de 140 horas. Cada turma é composta por vinte alunos. Até o presente momento concluíram o curso catorze turmas, seis turmas em Jundiaí (2002 a 2005), duas em Araçariguama (2005) e seis em São Luiz do Paraitinga (2005, 2007 e 2008), totalizando 504 alunos, já considerada uma evasão de cerca de dez por cento.

Os cursos em Jundiaí e Araçariguama foram financiados pela Fundação Antonio Antonieta Cintra Gordinho. Em São Luiz do Paraitinga pela Prefeitura Municipal e pelo Banco Real.

2. PROGRAMA ESCOLA DE ARTES E OFÍCIOS PARA RESTAURO

Conteúdo Programático Teórico e Prático

2.1. História das técnicas construtivas no Brasil até o Séc.XIX

- Introdução à História da Técnica Construtiva
- Considerações gerais
- Construções ancestrais
- Construções no período colonial

2.2. Pesquisa Documental

- Compreensão do contexto histórico e técnico
- História local e regional e suas relações com a história do Brasil
- Fontes documentais
- Locais de pesquisa dos documentos
- Restauro de Edificações

2.3. Noções básicas de conservação e restauro

- Normas referentes ao restauro
- Metodologia de trabalho, planilhas, diário de obras, observações e perguntas
- Procedimentos
- Fases de execução do restauro:
 - Obtenção de toda documentação possível sobre o bem a ser restaurado
 - Cadastramento espacial do imóvel
 - Levantamento das patologias existentes
 - Definição das técnicas e materiais que serão utilizadas na intervenção
 - Treinamentos para execução das intervenções (no canteiro)
 - Execução das obras

2.4. Oficinas Específicas de Restauro

- Madeira
- Papel
- Telas
- Murais
- Azulejos
- Oficina de ladrilho hidráulico

2.5. Construção Civil Convencional + oficinas

Canteiro permanente:
Oficina de Elétrica
Oficina de Hidráulica
Oficina de Marcenaria
Oficina de Serralheria

2.6. Construção com terra (tradicional)

Técnica construtiva em adobe
Técnica construtiva em taipa de pilão
Técnica construtiva em taipa de mão
Elementos arquitetônicos específicos – arcos, etc.
Técnicas tradicionais
Técnicas contemporâneas

2.7. Português

Interpretação de textos (estudos dos textos de pesquisa documental)
Redação (feitas em função das necessidades do curso)
Relatórios (feitos em função das necessidades do curso)
Requerimentos
Cartas

2.8. Matemática

Sistemas de Grandezas e unidades
Escala métrica
Áreas e Volumes
Juros e porcentagens
Proporções
Gráficos
Desenho Geométrico

2.9. Cidadania e afins

Programa a ser desenvolvido com a entidade contratante de acordo com seus objetivos

2.10. Programa das aulas práticas

Organização do Canteiro de obras
Uso de equipamentos de segurança
Materiais- conhecimento e utilização
Ferramental- conhecimento, manejo e utilização

2.11. Prática das técnicas construtivas com terra

Os procedimentos são comuns para as três técnicas que serão estudadas

Reconhecimento do solo
Testes de composição do solo
Estabilização do solo

Pau-a-pique

Estabilização do solo e umidade adequada
Montagem dos baldrame, esteios, frechais, trama, barreamento e revestimento.

Adobe

Estabilização do solo e umidade adequada
Execução das formas
Fabricação dos adobes
Armazenamento

Execução de paredes
Revestimento

Taipa de pilão

Estabilização do solo e umidade adequada
Abertura de valas para alicerces
Execução das sapatas
Montagem das formas
Apiloamento
Retirada das formas
Acabamento

2.12. Aula prática de restauro considerando as técnicas descritas

São executadas nas paredes e construídas no canteiro onde foram previamente “produzidas” as patologias que serão objetos de restauro durante as aulas.

As figuras 1 a 6 ilustram as oficinas de treinamento e restauro em pau a pique e taipa de pilão.



Figura 1 – Construção do entramado de parede em pau a pique executada pelos alunos



Figura 2 – Barreamento de parede em pau a pique



Figura 3 – Restauro de parede em pau a pique na Casa Oswaldo Cruz



Figura 4 – Montagem de forma de taipa de pilão



Figura 5 – Apiloamento de parede em taipa de pilão



Figura 6 – Obra concluída pelos alunos em taipa de pilão – Capela dos Romeiros Araçariguama SP

3. CONCLUSÃO

O curso se estende por um período de dez meses, no qual são ministradas todas as matérias, por professores diversos, que enfocam cada ementa específica. As aulas com concentração no campo do restauro e construção com terra contemplam os itens 2.1, 2.2, 2.3, 2.6, 2.11 e 2.12, acima discriminados. Estas atividades foram desenvolvidas semanalmente, para duas turmas distintas, uma no período matinal e outra no período vespertino, totalizando uma carga horária de 140 horas. Cada turma é composta por vinte alunos. Até o presente momento concluíram o curso catorze turmas, seis turmas em Jundiá (2002 a 2005), duas em Araçariguama (2005) e seis em São Luiz do Paraitinga (2005, 2007 e 2008), totalizando 504 alunos, já considerada uma evasão de cerca de dez por cento.

Os cursos em Jundiá e Araçariguama foram financiados pela Fundação Antonio Antonieta Cintra Gordinho. Em São Luiz do Paraitinga pela Prefeitura Municipal e pelo Banco Real.

Os cursos desenvolvidos vêm atendendo seu objetivo uma vez que após a formatura cerca de 70% dos alunos vem encontrando colocação no mercado local e regional, no campo da construção civil corrente e em obras de restauro, mas não existem dados para conhecer os que se dedicam exclusivamente a restauro. Uma das alunas construiu sua própria casa em técnica de pau a pique e outros promoveram ampliações em suas casas com aplicação das técnicas e conhecimentos absorvidos.

NOTAS

1 – CONDEPHAAT – Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico.

2 – IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional.

AUTORA

Wilma Maria Abdalla é arquiteta pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Brás Cubas (1972/1977), mestranda em História Social FFLCHUSP. Desenvolve atividades na ABCTerra e Fundação Vilanova Artigas e conta com várias obras de restauro executadas tais como Mosteiro de São Bento em Sorocaba, Casa Oswaldo Cruz SL em Paraitinga, Terminal Rodoviário de Jaú. Palestras sobre este tema em Portugal 2007 e Marrocos 2002.



ENSEÑANZA PARA LA AYUDA, UNA AYUDA PARA LA PRODUCCIÓN. UNA EXPERIENCIA DE ELABORACIÓN DE PROTOTIPOS CON TIERRA ESTABILIZADA EN LA ENSEÑANZA UNIVERSITARIA DE GRADO

Darío Medina; Jorge Lombardi; Gustavo Cremaschi; Karina Cortina

Unidad 3. IDEHAB. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional de La Plata.
Calle 47 N° 162. La Plata. Buenos Aires. Argentina. CP: 1900
Tel: 54 221 4236587/ 88/ 89/ 90 Int: 251 unidad3@yahoo.com, dariomedina66@yahoo.com.ar

Palabras clave: enseñanza, producción, voluntariado

RESUMEN

La utilización responsable de los recursos naturales para la aplicación, elaboración y desarrollo del hábitat, debe estar acompañada por un genuino y acabado conocimiento de las técnicas de aplicación. Desarrollar conocimiento y destrezas, metodologías de bajo costo y fácil aprendizaje, es de suma importancia para la mejora del hábitat social de sectores de bajos recursos económicos. La producción del hábitat social no se reduce a la aplicación de estas técnicas al mejoramiento de las viviendas, sino también a sus espacios de producción.

Es por esto que en el año 2006 presentamos un proyecto de voluntariado a la convocatoria del Ministerio de Educación de La Nación, con aplicación en el año 2007 del proyecto Construcción de una sala de extracción de miel para la cooperativa apícola Nuevo Horizonte de Río Muerto, Dto. de Figueroa, Santiago del Estero. El programa de Voluntariado Universitario permitió, al grupo de docencia, investigación y extensión, Unidad 3 IDEHAB, desarrollar una experiencia teórico-práctica con tecnologías de suelo cemento y tierra estabilizada con un grupo de alumnos (voluntarios) de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de La Plata. Durante el periodo comprendido entre mayo y octubre del 2007, en trabajo de campo en la FAU, exploramos prototipos de bóvedas de tierra estabilizada, elementos y componentes.

Otro de los objetivos, de estas experiencias, fue introducir a los alumnos en la práctica constructiva a escala real, poco frecuente en nuestra facultad, haciendo realidad la relación docencia/investigación/práctica constructiva¹.

La presente ponencia pretende contar la experiencia pedagógica, teórico-práctica, desarrollada por alumnos de la FAU en el proyecto de Voluntariado Universitario, preparatorio en lo técnico y fundamentalmente en la constitución de un grupo humano, exponiendo los objetivos pedagógicos, el proceso realizado y las conclusiones a las que arribamos.

1. FUNDAMENTOS

La utilización responsable de los recursos naturales en cuanto a la aplicación, elaboración y desarrollo del hábitat, debe estar acompañada por un genuino y acabado conocimiento de las técnicas de aplicación. Desarrollar conocimiento y destrezas, metodologías de bajo costo y fácil aprendizaje, es de suma importancia para la mejora del hábitat social de sectores de bajos recursos económicos.

La producción del hábitat social no se reduce a la aplicación de estas técnicas al mejoramiento de las viviendas, sino también a sus espacios de producción y su consecuente impacto en las familias integrantes del sistema productivo que consecuentemente repercutirá en todo su hábitat societario.

En nuestra facultad es escasa la posibilidad de poder formar/capacitar a los alumnos en técnicas y tecnologías no convencionales. La inserción dentro de la práctica pedagógica y su definición programática y curricular es altamente necesaria en estos tiempos de escasas herramientas que den solución adecuada a la problemática habitacional y productiva.

Es por esto que en el año 2006 presentamos un proyecto a la convocatoria de voluntariado del Ministerio de Educación de La Nación, con aplicación en el año 2007 del proyecto “Construcción de una sala de extracción de miel para la cooperativa apícola Nuevo Horizonte de Río Muerto, Dto. de Figueroa. Santiago del Estero”.

2. OBJETIVO GENERAL

El programa de Voluntariado Universitario nos permitió al grupo de docencia, investigación y extensión, Unidad 3 IDEHAB, desarrollar una experiencia teórico-práctica con tecnologías de suelo cemento y tierra estabilizada con un grupo de alumnos (voluntarios) de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de La Plata, con los cuales se desarrollo en escala 1 en 1 prototipos de bóvedas de tierra estabilizada.

3. OBJETIVO PARTICULAR

Por un lado ayudar a la cooperativa apícola Nuevo Horizonte con el proyecto y desarrollo constructivo de una sala de extracción de miel, el cual servirá tanto para la cooperativa como para la región circundante

Capacitar a los alumnos, que participarían de la experiencia, en técnicas no convencionales de la forma como pensar los problemas y en como arribar a soluciones accesibles tanto para ellos como para los habitantes cooperativistas de Río Muerto.

Los alumnos necesariamente deberían ser voluntarios por la convocatoria específica y ello conformaba un perfil de estudiante previamente motivado, lo cual nos estableció un perfil de alumnos receptivo a las propuestas pedagógicas a desarrollar.

4. LA PRÁCTICA, EL APRENDIZAJE Y LA CAPACITACION

En el mes de mayo comenzamos con reuniones los días sábados, una vez por semana fuera del cronograma académico los sábados, con las experiencias en técnicas y tecnologías con tierra. La elección de las técnicas y tecnologías aplicables para la región de Santiago del Estero fueron las prioritarias a la hora de determinar cuales deberíamos construir, desarrollamos práctica específica en 6 ejemplos tecnológicos y producimos un prototipo de cada uno, a los cuales les realizamos pruebas de resistencia, manipuleo y comportamiento a las condiciones ambientales de nuestra región.

Santiago del Estero se encuentra en el centro norte de nuestro país, a unos 1300 kilómetros de nuestro centro de estudios, en una región medioambiental calida seca con una escasa precipitación de lluvias y graves problemas de aprovisionamiento de agua potable. Esto conforme una oportunidad de trabajar a la distancia pero con el desafío de conformar un grupo definido por el mismo objetivo, que fue, y es aun, la de llevar adelante la construcción de la sala de extracción de miel para el poblado de Río Muerto.

Como primeros pasos en el aprendizaje realizamos probetas con tierra traída de la región donde íbamos a intervenir de Santiago del Estero.

Las probetas nos ayudarían a conocer su composición, textura y comportamiento a las alteraciones y estabilizaciones a las que queríamos someterla. La tierra fue traída misma se consiguió en unos de los viajes preparatorios y de organización con el grupo de cooperativistas.

Se desarrollaron algunos estudios y prácticas de técnicas de reconocimiento de la tierra de la zona, se clasificaron los diferentes componentes y porcentajes de los mismos, mediante el método visual y el de sedimentación. Se elaboraron dos tipos de probetas, bolitas y rollizos de tierra los que fueron catalogados y estudiado su comportamiento en el paso de los días en las mismas condiciones de humedad (figura 1).

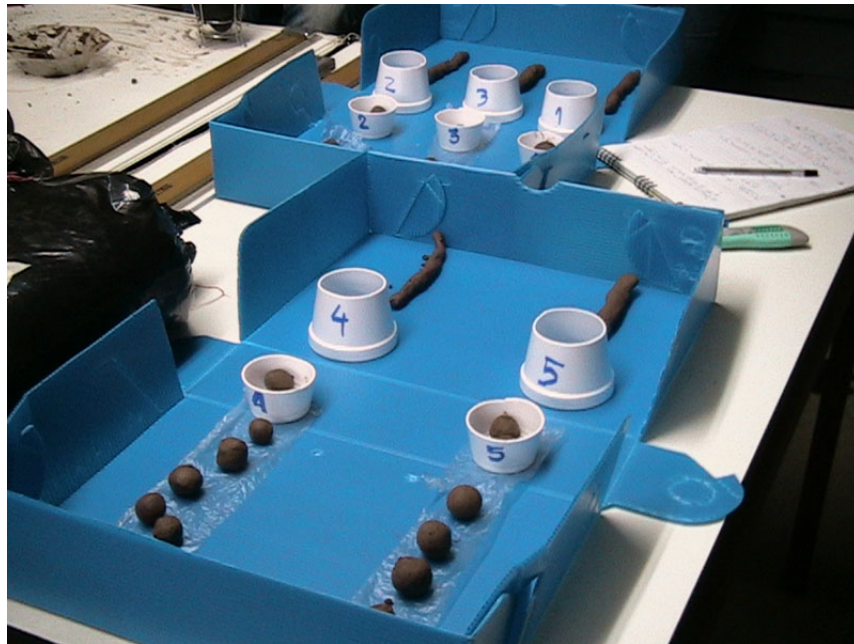


Figura 1 – Probetas con tierra de Santiago del Estero

Resultados

Según la bibliografía consultada (Bauluz y Barcena, 1998), la respuesta de las probetas establecieron una tierra apta para la elaboración de suelo cemento y construcción de elementos y componentes de tierra y adobe.

5. LOS PROTOTIPOS DESARROLLADOS

- Malla plástica, caña y suelo cemento
- Ladrillo de adobe estabilizado
- Media bóveda, malla plástica y suelo cemento
- Dovela de ladrillos de adobe estabilizado
- Caña, malla de alambre y suelo cemento, con cimbra.
- Caña, malla de alambre y suelo cemento, con cimbra y encofrado.

5.1 La preparación del suelo cemento

Se utilizó tierra colorada de la zona, previamente zarandeada, se colocó 7 partes de tierra, 1 parte de cemento, se mezclaron a pala con el agregado del agua de una cantidad variable ya que depende de la humedad preexistente en la tierra.

5.2 Malla plástica, caña y suelo cemento

Para este prototipo montamos un marco de madera elevado, aproximadamente 1 metro de altura, para poder trabajar sin agacharnos demasiado y para poder utilizarlo en experiencias donde tengamos que intervenir desde abajo.

Las herramientas utilizadas fueron: Palas, baldes, carretilla, zaranda, cucharas, martillo, pinzas, tenazas y serrucho, los materiales utilizados: tierra colorada, cemento, malla plástica y pasto seco.

Colocamos la malla plástica sujeta con un listón que fue clavado al marco, atamos con hilos plásticos las cañas cortadas con el ancho de la red, el sentido de la colocación de cañas fue mantener un ancho fijo para la red plástica y corregir cualquier deformación de la malla (figura 2).

Volcamos sobre el sector medio de la malla la mezcla de barro, cemento y pasto seco. El peso de la mezcla fue conformando la curvatura del prototipo, ya anunciando por el propio peso de la malla y las cañas atadas.

Dejamos fraguar la bóveda por unos días y comenzamos con la tarea de darlo vuelta y poder para la bóveda



Figura 2 – Prototipo de malla plástica, caña y suelo cemento

Los resultados obtenidos

Al posicionar la bóveda en el piso ambas puntas se quebraron con solo el peso propio, quedando algo más que el 50% de la longitud de la bóveda para los ensayos de peso.

Los ensayos fueron realizados con ladrillos que teníamos en la obra, como era esperado cedió en los puntos mas débiles que ya se habían detectado en la etapa de fraguado

5.3 Ladrillos de adobe estabilizado

Elementos utilizados: Grilla de madera como molde

Herramientas: Pala, balde, cuchara, martillo

Materiales utilizados: Listones de madera, clavos, tierra colorada, pasto seco, cemento y agua



Figura 3 – Prototipo de ladrillos de adobe estabilizado

El proceso de producción

Se armaron los moldes para los ladrillos, con listones de madera clavados, teniendo cuidado de dejar las cabezas de los clavos afuera para poder desmoldarlos de manera sencilla, se pintaron los moldes con aceite desmoldante (figura 3).

La mezcla aplicada fue de barro, paja y cemento, que se moldearon con cuchara y apisonados con un pisón de madera de 3 cm por 3 cm.

Los resultados obtenidos

Se obtuvieron ladrillos consistente y de una aceptable resistencia al desprendimiento clásico del desmolde y manipuleo.

5.4 Media bóveda, malla plástica y suelo cemento

Elementos utilizados: Moldes múltiples de madera.

Herramientas: Mezcladora, palas, baldes, carretilla, zaranda, cucharas, martillo, pinzas, tenazas, cuchilla y serrucho.

Materiales utilizados: Tierra colorada, cemento y pasto seco.

El proceso de producción

En primera instancia se zarandeo la tierra y luego se colocó en la mezcladora conjuntamente con el cemento y el pasto seco.

Se preparó el montículo de tierra con la curvatura requerida para la media dovela a construir.

El proceso de montaje.

Se colocó sobre el montículo un film de polietileno como separador y se proyectó una capa de suelo cemento de aproximadamente 3 cm (figura 4).

Sobre esta capa se extendió la malla plástica y una nueva capa de 3 cm de espesor de suelo cemento alisado con una llana.



Figura 4 – Media bóveda, malla plástica y suelo cemento

Los resultados obtenidos

Se trasladó el elemento y se colocó en posición para recibir esfuerzos, al colocarlo se produjo una fisura en el ancho de la pieza.

5.5 Dovela de ladrillos de adobe estabilizado

Elementos utilizados: Moldes múltiples de madera.

Herramientas: Mezcladora, palas, baldes, carretilla, zaranda, cucharas, martillo, pinzas, tenazas, cuchilla y serrucho.

Materiales utilizados: Tierra colorada, cemento y pasto seco.

El proceso de producción

Se zarandeo la tierra, se preparo el pasto y se mezclo con el cemento, para lograr una mezcla homogénea se utilizo una mezcladora eléctrica.

Se preparo el montículo de tierra con la curvatura requerida para la media dovela a construir.

Se construyó el molde para la producción de los ladrillos y posteriormente se volcó la mezcla en el molde que se posiciono sobre un nylon como desmoldante.

El proceso de montaje

Una vez fraguado los ladrillos comenzamos la construcción de la dovela sobre el montículo de tierra.

Se posiciono un nylon, como separador, entre la tierra y la dovela, se colocaron los ladrillos con una separación entre ellos de 2,5 cm y en la junta una barra de acero del 4,2 mm como refuerzo (figura 5).

La junta se relleno con un mortero cementicio 1:3



Figura 5 – Dovela de ladrillos de adobe estabilizado

Los resultados obtenidos

No se encontraron fisuras superficiales importantes, fundamentalmente entre el mortero cementicio y los ladrillos de adobe, el transporte y posicionamiento en la área de pruebas, realizado por 4 personas, fue algo dificultoso, la resistencia de la pieza la transporte fue aceptable con algunos desprendimiento menores en los bordes.

5.6. Caña, malla de alambre y suelo cemento, con cimbra.

Elementos utilizados: Cimbra de madera.

Herramientas: Palas, baldes, carretilla, zaranda, cucharas, martillo, pinzas, tenazas, cuchilla y serrucho, cinta métrica y lápiz.

Materiales utilizados: 1/4 de cañas, plástico de 100 micrones, alambre, tierra, cemento y pasto seco.

El proceso de producción

Se cortaron las cañas por cuartos con las cuchillas y martillos, debiendo tener cuidado con el desvío que se produce en los nudos y poder tener piezas lo mas rectas posibles.

Luego se dibujo en el piso la curvatura del prototipo y colocamos testigos de caña clavados para poder trenzar el entramado de cañas que sostendrá la malla metálica.

Manteniendo la curvatura final, se ataron con alambre los cruces de cañas y se colocaron dos tensores en la parte inferior de la curva para mantener la forma lograda y no deformar los nudos.

El proceso de montaje

Se posiciono el entramado de caña sobre la cimbra, y se le coloco una malla de alambre atada con alambre en cada cruce de cañas (figura 6).

El llenado del prototipo se realizo desde ambos extremos de abajo hacia arriba, con cuchara, de un espesor de 5 cm.

El curado se desarrollo manteniendo la humedad del prototipo con la cobertura de un nylon. Al retirarlo se encontraron fisura de retracción.



Figura 6 – Caña, malla de alambre y suelo cemento, con cimbra

Los resultados obtenidos

Fue desmontada la cimbra luego del fraguado del suelocemento y se produjeron separaciones de las fisuras existentes.

Al retirar completamente la cimbra se produjo el quiebre de las fisuras mayores y su posterior derrumbamiento

5.7. Caña, malla de alambre y suelo cemento, con cimbra y encofrado.

Elemento utilizado: cimbra de madera.

Herramientas: palas, baldes, carretilla, zaranda, cucharas, martillo, pinzas, tenazas, cuchilla, serrucho, cinta métrica y lápiz.

Materiales utilizados: una plancha de cartón prensado, 1/4 de cañas, plástico de 100 micrones, alambre, tierra, cemento y pasto seco.

El proceso de producción

Se corto una plancha de cartón prensado en dos para lograr el largo adecuado de la curvatura de la cimbra existente, se preparo la mezcla a usar y se cortaron las cañas para el armado de la trama de cuartos de caña.

Sobre un marco de caña se coloco la cimbra y sobre esta la plancha de cartón, el nylon de 100 micrones como separador, luego el entramado de caña, el metal desplegado, el cual fue atado con alambre al entramado de caña en cada cruce de las mismas (figura 7).

El llenado se realizo desde ambos extremos de abajo hacia arriba, con cuchara de un espesor de 5 cm. aproximadamente.

El curado se realizo manteniendo la humedad del prototipo bajo la cobertura de un nylon. Al cabo de una semana se paso al desmolde del prototipo, se retiro la cimbra, luego las planchas y el nylon, luego de esto y como técnica de terminación se aplico una capa de cemento 1:3.



Figura 7 – Caña, malla de alambre y suelo cemento, con cimbra y encofrado

Los resultados obtenidos

Al desmoldar nos encontramos con sectores debajo del prototipo que no se llenaron completamente y con fisuras superficiales, no estructurales. Una aceptable estabilidad del prototipo y una mayor rapidez de ejecución.

6. CONCLUSIÓN

Las experiencias realizadas son un paso adelante en la inserción de la problemática social y tecnológica en las currículas de nuestros planes de estudios, creemos que esta construcción en lenta pero debe de ser constante, estas experiencias nos sirven para conformar un cuerpo teórico/pedagógico de cómo enseñar/aprender estas técnicas y tecnologías y validarlas en nuestro núcleo de docentes/investigadores/extensionistas y ante la comunidad universitaria y en particular de nuestra facultad, lo cual es importante a la hora de ejecutar

las transformaciones necesarias tanto de inserción curricular como presupuestarias para llevarla a cabo.

Pretendemos proyectar esta experiencia a nuestra estructura curricular, que debe ser articulada por las diferentes áreas y cátedras de nuestra facultad y proyectar estas experiencias en ámbitos de alta vulnerabilidad social, con las herramientas de la autogestión y democratización del saber y el saber hacer, promoviendo con esto un hábitat para todos con inclusión social.

BIBLIOGRAFÍA

BAULUZ DEL RÍO, Gonzalo; BARCÉNA BARRIOS, Pilar. Bases para el Diseño y Construcción con Tapial. MOPT. Ministerio de Obras Públicas y Transporte. España. 1998.

GONZÁLEZ LOBO, Carlos. Vivienda y Ciudades Posibles. Ministerio de Vivienda. México 2000.

TOGNERI, Jorge. Polémica en la Arquitectura. Espacio Editora. Argentina. 1984

NOTAS

1 – Togneri (1984) e González Lobo (2000). Ambos autores establecen el marco teórico conceptual de nuestra acción y extensión universitaria a la comunidad.

AUTORES

Medina, Dario. Arquitecto. Ayudante de Curso Diplomado Ordinario Taller Vertical de Procesos Constructivos I-II-III FAU- UNLP. Auxiliar Docente Ordinario Taller Vertical de Producción de Obras. I-II-III. FAU-UNLP. Investigador categoría 4 de la Unidad de Investigación N° 3 Instituto de Estudios del Hábitat (IDEHAB) FAU-UNLP. Evaluador de Proyectos de Extensión Universitaria. Evaluador de Proyectos de Investigación UNLP. AUGM.

Lombardi, Jorge. Arquitecto. Profesor Titular Ordinario Taller Vertical de Procesos Constructivos I-II-III FAU- UNLP. Director de Unidad de Investigación N° 3 Instituto de Estudios del Hábitat (IDEHAB) FAU-UNLP. Investigador Categoría I Sistema Ínter universitario Nacional. Co- Director de Proyectos de Investigación sobre Tecnología y Gestión de Vivienda Social. Director de Proyecto de Voluntariado Universitario Acreditados por MCYE.

Cremaschi, Gustavo. Arquitecto. Profesor Titular Ordinario Taller Vertical de Procesos Constructivos I-II-III FAU- UNLP. Profesor Titular Ordinario Taller Vertical de Producción de Obras. I-II-III. FAU-UNLP. Co-Director de Unidad de Investigación N° 3 Instituto de Estudios del Hábitat (IDEHAB) FAU-UNLP. Investigador Categoría II Sistema Ínter universitario Nacional. Co- Director de Proyectos de Investigación sobre Tecnología y Gestión de Vivienda Social. Director de Proyecto de Extensión Acreditados por UNLP.

Cortina, Karina. Arquitecta, Becaria Doctoral del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Argentina). Integrante equipo de investigación Unidad de Investigación n° 3, Instituto de Estudios del Hábitat, Facultad de Arquitectura y Urbanismo [FAU], UNLP. Ayudante de Curso Diplomada FAU, UNLP.



FRONTERA: TALLERES DE CAPACITACIÓN // URUGUAY_ARGENTINA

Rosario Etchebarne¹, Alejandro Ferreiro¹, Helena Gallardo¹, Ariel González², Mariano Pautasso², Gabriela Piñeiro¹, Daniela Verzeñassi

(1) Unidad Regional de Estudios y Gestión del Hábitat (UREGH): Regional Norte de la Universidad de la República. Rivera Nº 1350, Salto, Uruguay. Tel: (+598 73) 29149. ruetche@yahoo.com

(2) Centro de Investigación y Desarrollo para la Construcción y la Vivienda (CECOVI). Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe. Lavaise Nº 610, Santa Fe, Argentina
Tel: (+54 342) 4697728. aagonzal@frsf.utn.edu.ar

<http://proyectofronterra.googlepages.com>

Palabras clave: capacitación, sensibilización, región

RESUMEN

El equipo de Fronterra tiene por objetivo vincular las experiencias de construcción con tierra que se desarrollan desde hace varios años en Uruguay y Argentina. Desde agosto de 2007 a marzo de 2008 se han realizado encuentros bilaterales sobre construcción con tierra que abarcan desde la sensibilización de niños hasta cursos específicos para albañiles y personal de obra. Se propone difundir el resultado de las distintas investigaciones al sector productivo de la región y avanzar en la elaboración de un programa regional de formación en diseño, construcción y conservación de las arquitecturas de tierra. Desde octubre de 2007 se han realizado actividades para albañiles en Santa Fe y Reconquista en Argentina y en Pueblo Los Ceballos y en la ciudad de Progreso en Uruguay en los departamentos de Paysandú y Canelones respectivamente. El equipo técnico bilateral está integrado por el ingeniero Ariel González, el arquitecto Mariano Pautasso y la arquitecta Daniela Verzeñassi de Argentina; y por la arquitecta Rosario Etchebarne, la arquitecta Helena Gallardo, la arquitecta Gabriela Piñeiro y el arquitecto Alejandro Ferreiro de Uruguay. Con la experiencia individual de cada uno de sus integrantes y la coordinación de actividades conjuntas, el equipo de Fronterra tiene capacidad para ofrecer asesoramiento integral en capacitación y transferencia de tecnologías de arquitectura con tierra, a través de acuerdos de trabajo o convenios con instituciones públicas u organizaciones sociales formales. Esta ponencia desarrollará los aspectos más importantes de las actividades realizadas y las conclusiones obtenidas de las mismas.

1. LA FRONTERA

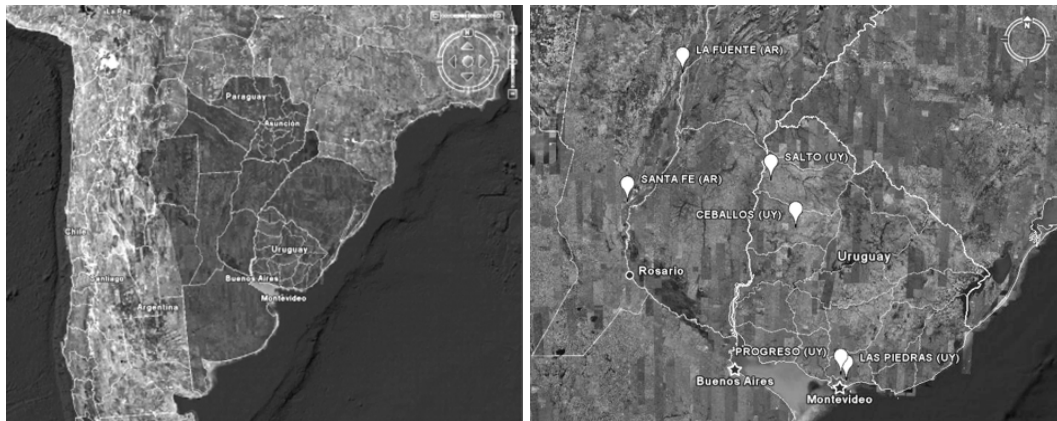
“En la aldea global no hay límites sino fronteras y más allá de definiciones geográficas o políticas representan zonas de confluencia. La frontera aplicable al arte, ha de entenderse como región de influencia y de intercambio de culturas, como una zona de difusión y encuentro. Transgredir el límite para recuperar el valor y el significado de la diferencia, en la construcción de una lengua del futuro...”¹

En tal sentido se entiende que este límite no separan sino que une e identifica a quienes lo habitan: el río, la montaña o la calle pasan a ser elementos comunes a ambos lados con costumbres y culturas similares con sutiles variaciones². Estas costumbres y culturas no son aisladas sino que responden a situaciones locales y regionales más generales.

Fronterra trabaja sobre esas fronteras tanto a nivel geográfico como conceptual y tiene por misión el estudio, el desarrollo y la formación de recursos humanos en diseño de arquitecturas y tecnologías con tierra, haciendo énfasis en la construcción y el mejoramiento del hábitat. La etapa inicial de este proyecto ha vinculado las experiencias de construcción con tierra que se están desarrollando desde hace varios años en Uruguay en los departamentos de Salto, Paysandú, Canelones y Montevideo y en la República Argentina en Santa Fe y Paraná. De este modo el proyecto tiene una localización concreta pero dispersa que traspasa las fronteras entendidas como límites para convertirlas en lugares de encuentro, intercambio y difusión, y que acaban definiendo una región de actuación.

Esta región se podría identificar como aquella zona del sur de América con similitudes topográficas, orográficas, climáticas y culturales. Se entiende una zona de llanuras y ríos, con un clima templado subtropical y períodos de abundancia de lluvias. Una zona sin presencia de sismos y con suelos finos donde los limos y las arcillas sean preponderantes. En cuanto a lo antropológico se distingue a la zona con una base cultural de etnias aborígenes; de fuerte influencia de la inmigración europea a principios del siglo XX y de marcada migración interna de campo a ciudad aunque con una marcada economía de base en la producción rural. No se encuentran diferencias idiomáticas que oficien como obstáculos y se observan costumbres culturales homogéneas con sus variaciones locales como datos en cierto modo anecdóticos como el uso de la yerba mate, la guitarra criolla y la imagen del gaucho. Se observa también una distribución homogénea en este territorio de Universidades, Facultades y Escuelas de Arquitectura que cuentan con experiencias e investigaciones sobre el uso de la tierra como material de construcción como la UNL y la Universidad Tecnológica Nacional en Santa Fe, el Grupo Tierra Tucumán, la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Buenos Aires, la Universidad de la República en Uruguay y la Facultad de Arquitectura de Asunción.

Se considera a la región como la zona identificada en la figura 1, que comprende todo el territorio de Uruguay, las provincias de Buenos Aires, Entre Ríos, Santa Fe, Santiago del Estero, Tucumán, Chaco, Formosa, Corrientes y Misiones, parte de la provincia de Córdoba, la región centro-sur de Paraguay y el estado de Río Grande do Sul en Brasil.



Figuras 1 y 2 – La región de intervención del proyecto e indicados en blanco los lugares de actuación durante el año 2007 (Imágenes Google Earth)

2. FRONTERRA

Los objetivos generales del proyecto son:

- Promover la formación de formadores vinculados al diseño, la construcción y la conservación de arquitecturas con tierra con base científica tecnológica
- Rescatar el patrimonio intangible de saberes populares que ha utilizado la tierra como material de construcción y como identidad cultural regional y reactualizarlo desde una perspectiva científica y contemporánea
- Posicionar a la arquitectura y construcción con tierra como una solución válida para los problemas habitacionales, aprovechando los recursos locales y apostando por un desarrollo local sostenible
- Impulsar la construcción con tierra hacia una normalización que incluya los materiales, los sistemas constructivos y las prácticas constructivas

Los objetivos específicos del proyecto son:

- Vincular las experiencias contemporáneas de construcción con tierra en la región

- Promover eventos de sensibilización de los diferentes actores involucrados en los procesos constructivos acerca de las características y cualidades de la tierra como material de construcción que incluyan al usuario, al constructor y al arquitecto
- Ofertar el conocimiento a través de acciones de asesoramiento integral en capacitación y transferencia de tecnologías de arquitectura con tierra, a través de acuerdos de trabajo o convenios con instituciones públicas u organizaciones sociales formales.
- Implementar y desarrollar un programa regional o maestría para la formación de profesionales en el diseño, la construcción y la conservación de arquitecturas con tierra

Para esto, se indaga acerca de cuales son las formas mas adecuadas de recibir y transmitir conocimientos referentes a la construcción con tierra. En este sentido se intenta definir con quienes establecer ese intercambio y obtener un público vasto y heterogéneo que abarque desde la sensibilización a niños de edad escolar hasta profesionales y obreros de la construcción. De este modo queda definido el público objetivo al que se pretende acceder según la clasificación de la tabla 1.

Tabla 1 – Identificación del público objetivo

Grupos etarios	Actividad	Público
6 a 12 años	Educación primaria	Escolares
13 a 18 años	Educación secundaria	Escuelas secundarias y técnicas
> 18 años	Técnicos	Albañiles y constructores
	Educación terciaria	Estudiantes universitarios
	Profesionales	Arquitectos, ingenieros, etc.
	Profesionales	Ámbito académico
	Político - técnica	Técnicos y decisores políticos
	Otros	ONGs
	Otros	Autoconstructores

Es aquí que se hace imprescindible definir las diferentes escalas de intervención dependiendo de la edad, de las motivaciones y de las expectativas. Esta escala queda determinada por la profundización en las fases de sensibilización y aproximación a la tierra como material de construcción, el desarrollo y profundización en técnicas constructivas e intercambio de destrezas prácticas y en el desarrollo y profundización de herramientas para el diseño. La planificación y organización de estas instancias fue realizado durante el año 2007 en el marco del Subprograma III de Fortalecimiento Institucional y Cooperación Internacional del Programa de Desarrollo Tecnológico de Uruguay³. Las jornadas de encuentro y planificación del equipo bilateral fueron realizadas en la ciudad de Salto en agosto, en Santa Fe en octubre, en Montevideo en noviembre de 2007 y en Salto en junio de 2008.

Tabla 2 – Escalas de intervención

Público	Sensibilización		Técnicas		Diseño	
	Básica	Técnica	Básica	Técnica	Básica	Técnica
Escolares						
Escuelas secundarias y técnicas						
Profesionales						
Albañiles y constructores						
Autoconstructores						
Técnicos y decisores políticos						
ONGs						
Universitarios y académicos						

En función de estos grupos y las posibles escalas de aproximación fueron planificados una serie de talleres y encuentros de que permitieran comenzar a establecer este intercambio de conocimientos. Cada una de estas instancias tendría como objetivo adicional conocer las expectativas, intereses, dudas y dificultades así como también identificar las experiencias positivas o negativas sobre la construcción con tierra en los diferentes grupos socioculturales y etarios e intentar dar respuestas a estas demandas. Para ello serán importantes las instancias de registro que posibiliten insumos para una posterior evaluación.

Tabla 3 – Talleres realizados en 2007

Público	Lugar	Fecha
Técnicos y decisores de OG y ONGs	Reconquista (AR)	Agosto, 2007
Escolares	Las Piedras (UY)	Agosto, 2007
Escolares	Solymar (UY)	Setiembre, 2007
Albañiles, artesanos y auto constructores.	Santa Fe (AR)	4, 5 y 6 de octubre, 2007
Escolares	Los Ceballos (UY)	8 de noviembre, 2007
Pobladores de hábitat rural en tierra.	Los Ceballos (UY)	8 de noviembre, 2007
Albañiles, artesanos y auto constructores.	Progreso (UY)	9 y 10 de noviembre, 2007
Pobladores de hábitat rural en tierra.	Isla La Fuente (AR)	16,17 y 18 de diciembre, 2007

3. TALLERES

La propuesta general consiste en definir con precisión a quienes va dirigido el taller, qué es lo que se va a comunicar y cómo se va a actuar para cumplir con los objetivos planteados. Los objetivos son la columna vertebral que atraviesa transversalmente todos los talleres e incluyen aspectos generales y particulares.

El reconocimiento del público objetivo implica indagar sobre cuales serían las formas más adecuadas de transmitir e intercambiar los conocimientos de la construcción con tierra. Se busca integrar a un amplio espectro de participantes provenientes tanto del ámbito académico como fuera de él, a modo de integrar a los distintos actores involucrados en el diseño, ejecución y apropiación de los espacios arquitectónicos (arquitectos, ingenieros, diseñadores, carpinteros, albañiles y usuarios en general).

El contenido incluye aspectos de la historia local y universal sobre la tierra como material de construcción y el compromiso con lo actual; el diseño desde la sustentabilidad y desde las particularidades del hábitat y los aspectos prácticos y constructivos. El contenido se materializará a través de la imagen como disparador y los materiales y la práctica como expresión concreta. Se pueden considerar tres niveles que son comunes a los distintos públicos y donde cada uno profundizará de manera diferenciada:

- Sensibilización: dirigido especialmente a niños y adolescentes
- Técnicas constructivas: dirigido especialmente a albañiles y constructores
- Diseño y detalles constructivos: dirigido especialmente a profesionales

El cómo implica determinar la infraestructura y la logística mínima necesaria para disponer los recursos materiales y humanos en el momento adecuado. Además de la instrumentación administrativa del taller, definir roles, establecer los contenidos teóricos, producir material de apoyo a cada actividad y difundir los talleres antes y después de su realización⁴.

El equipo de organización estará a cargo de los talleres y la gestión con los actores locales, participará a modo de coordinadores, moderadores o relatores y será el responsable por la selección de las locaciones donde realizar las actividades teóricas y prácticas y la logística para disponer del traslado de recursos humanos y materiales. La duración de cada tipo de taller podrá tener cierta variación, pero se propone un mínimo de 90 minutos para las actividades teóricas y un mínimo de 180 minutos para las actividades prácticas. Estos tiempos dependerán fundamentalmente de la cantidad de participantes y el grado de compromiso que demuestren.

A modo de insumo para la evaluación de las actividades, se llevará un registro escrito, fotográfico y de video de las actividades desarrolladas para detectar dificultades y logros en relación con las metodologías implementadas. Se procurara elaborar una evaluación final de cada taller con el aporte de opiniones y sugerencias de los participantes.

3.1 - Talleres para escolares

3.1.1- Participantes: niños entre 10 y 12 años de edad que asistan a espacios culturales, educativos y/o recreativos tales como escuelas, clubes, asociaciones infantiles y ONGs orientadas al trabajo con niños (figura 3). En esta franja etarea ya se manejan conceptos de suelo, historia y geografía que permiten desarrollar ciertos temas técnicos. Se requiere de la participación de maestros y educadores que articulen los conceptos dentro de un programa más amplio y que funcione como eslabón de un proceso. Se considera como imprescindible que previo a la implementación del taller se disponga de una clase previa entre el educador y los educandos sin la participación presencial del equipo del taller, a modo de homogeneizar conceptos e ideas.

3.1.2- Objetivos generales: revalorizar la dimensión histórica y cultural del uso de la tierra a nivel universal y regional, difundir el uso de la tierra como material de construcción y sensibilizar sobre las características y cualidades del material.

3.1.3- Objetivos específicos: articular con los contenidos planificados para el año escolar en función del proyecto institucional del centro educativo e incorporar la temática al proceso educativo.



Figura 3 – Talleres con escolares en Las Piedras, Uruguay

3.1.4- Contenidos: se desarrollan paquetes de contenidos donde la tierra sea parte de una temática integral previamente planificada: Historia Universal - otras culturas. Historia Latinoamericana - nuestras raíces. Geografía - Características físicas, geográficas y climáticas de la región. Ciencias Sociales - derecho a la tierra y derecho a la vivienda digna. Ciencias Naturales. Comportamientos físicos. Comportamientos químicos. Artes plásticas. Para el desarrollo de los contenidos se considera imprescindible el apoyo en distintos medios audiovisuales y en la logística del taller práctico.

3.1.5- La infraestructura mínima para el desarrollo de las actividades incluye el espacio físico de salón y un computador con sonido, proyector de video y el software adecuado además de material fungible que pueda ser consultado durante el desarrollo de la exposición. La fase práctica se constituye como la actividad principal y es importante que los niños participen de todo el proceso. Para estos talleres se considera importante desarrollar alguna técnica que se base en bloques o mampuestos, como ser adobes, bloques de tierra alivianada o BTC.

De esta manera y a modo de ejemplo, cada niño participaría del trabajo en el pisadero, la incorporación de estabilizantes, el moldeado y el curado. Es clave que todos tengan la posibilidad de probar el material y más aún que cada uno pueda producir una pieza, identificarla, hacerle un seguimiento durante su curado y luego compartir en su hogar lo que produjo en la escuela. Los recursos materiales necesarios para el módulo práctico incluyen disponer de suficiente tierra preparada y preestabilizada para que cada niño pueda realizar

un mampuesto, moldes y el lugar adecuado para pisadero y moldeado además de las herramientas y accesorios tales como baldes y palas. La tierra debe llegar pronto al lugar aunque allí se termine de preparar con los niños. En relación al mejoramiento de la tierra se considera que no es necesario profundizar sino simplemente enumerarlas a modo de identificar procesos previos que se deben tener en cuenta tales como la incorporación de aditivos, el amasado y el pisado.

En el momento de la instancia práctica de embarrado y los niños rápidamente superan el instante de la duda ya que hasta hace muy poco jugaban con materiales con similares texturas y las tienen presentes más que los adultos quienes necesitan procesos cognoscitivo diferentes para llegar a entender el material. Se propone apostar a reducir la brecha del desconocimiento con relación a la tierra a partir de las generaciones más jóvenes e introducir la factibilidad de su uso como material de construcción válido en la región en los próximos años.

En el taller realizado en la escuela de Solymar en el departamento de Canelones, Uruguay se trabajó sobre los contenidos dentro del tema “La vida de los primeros pobladores de la campaña oriental” del programa escolar. Uno de los aspectos a incorporar con este taller fue el del saber construir en relación a las viviendas rurales. Los disparadores fueron las imágenes de paisaje y de viviendas rurales incorporadas a partir de ejemplos de la pintura nacional. Se planteó el valor de la transferencia oral del conocimiento constructivo a través de sucesivas generaciones y del corte que nuestra sociedad vivió a diferencia de muchas otras culturas en la región y el mundo. En particular, se intenta desterrar un concepto fuertemente arraigado, transmitido desde ámbitos educativos a partir de los años 50 que vinculan el supuesto las construcciones con tierra y el mal de Chagas transmitida por la vinchuca. Este vínculo muchas veces desmentido, permanece aún hoy en la cultura popular y es misión de los técnicos relacionados con el tema dar elementos y fundamentos para cambiar esta situación. Los componentes naturales con los que se construían las viviendas fueron abordados a partir de la identificación y diferenciación de la tierra que proporcionará información del ambiente y del entorno y permitirá desarrollar las distintas y obtener distintos resultados estéticos y constructivos. Se explicitaron detalles a tomar en cuenta para obtener esta duración: las buenas botas y el buen sombrero y el conocimiento del material con el que se va trabajar. Si bien éste es el más antiguo que conoce la humanidad los técnicos tienen la responsabilidad de mejorar e innovar y las construcciones que conjuguen de la mejor manera ambas características seguramente obtendrán los mejores resultados.

3.2- Talleres para albañiles y constructores

3.2.1- Participantes: albañiles, obreros y constructores interesados en capacitarse en técnicas y tecnologías de construcción con tierra, herreros, carpinteros y artesanos que pudieran intervenir en la fase de elaboración de instrumentos, herramientas y maquinaria que mejore los procesos de producción y elaboración y ejecución de componentes y elementos constructivos (Figura 4).

3.2.2- Objetivos generales: rescatar el patrimonio intangible de saberes populares que ha utilizado la tierra como material de construcción y como identidad cultural regional y reactualizarlo desde una perspectiva científica y contemporánea, posicionar a la arquitectura y construcción con tierra como una solución válida para los problemas habitacionales, aprovechando los recursos locales y apostando por un desarrollo local sostenible y sensibilizar sobre las características y cualidades del material.

3.2.3- Objetivos específicos: introducir las diferentes técnicas constructivas que utilizan la tierra como material de construcción a partir de instancias prácticas que posibiliten el contacto con el material, generar espacios de intercambio donde plantear dificultades experimentadas y proponer mejoras en las técnicas.



Figura 4 – Circuitos de trabajo en taller de albañiles en taller de albañiles en Santa Fe, Argentina

3.2.4- Contenidos: se proponen tres momentos de aproximación: la aproximación al material, la aproximación a las técnicas y la experiencia.

El primero de estos momentos implica la presentación de la tierra como material de construcción, sus características y propiedades, la clasificación e identificación de tierras aptas para la construcción y su posible mejoramiento y estabilización.

La aproximación a las técnicas se plantea como una instancia audiovisual donde se presenten obras contemporáneas construidas con tierra y que ejemplifiquen la variedad de técnicas constructivas tales como la tapia, la fajina, el adobe, los bloques de suelo estabilizado y las posibilidades de revoques y terminaciones. Debido a que los talleres se plantean como regionales, resulta significativo realizar una profundización en las técnicas locales más importantes pero también ampliar el horizonte a otras técnicas que se hayan experimentado en la región.

En base a los antecedentes de muchos talleres prácticos realizados en seminarios y congresos, la fase experimental se plantea a modo de circuitos de experiencias con un tiempo de rotación entre 45 y 90 minutos en función de la cantidad de participantes y la infraestructura disponible, donde se incluyan algunas de las siguientes bases de práctica:

- a. Clasificación de suelos y ensayos de campo
- b. Adobes: estabilización de la tierra, pisado y corte de adobes
- c. Tapia: preparación de la tierra, armado de encofrados y compactación
- d. Fajina: armado de bastidores, preparación de la tierra, embarrado y enlucidos
- e. Bloques de suelo cemento: preparación de la tierra y uso de la prensa manual
- f. Mampostería según componentes, morteros, solución de encuentros y revoques
- g. Tierra alivianada: preparación de la tierra, bloques, apisonado y paneles

A partir de esta dinámica se posibilitó el intercambio entre los participantes en cuanto a ventajas y desventajas del material y de las técnicas presentadas, posibles usos y recaudos a tener en cuenta en los diferentes momentos de diseño; ejecución y conservación o mantenimiento.

3.2.5- La infraestructura para el desarrollo de las actividades incluye un espacio físico de dimensiones adecuadas a la cantidad de participantes para aquellas instancias teóricas y el apoyo de un computador con sonido, proyector de video y el software adecuado. El material impreso que se proporcione deberá ofrecer una breve descripción de las actividades prácticas a realizar a modo de manual práctico pero sin profundizar en detalles. Aquí también la fase práctica se constituye como la actividad central y es imprescindible que todos los asistentes participen activamente. Se deberá disponer de la cantidad adecuada de herramientas de modo de evitar tiempos perdidos.

3.3- Talleres para pobladores de hábitat rural construido en tierra

3.3.1- Participantes: comunidades rurales vinculadas a la Universidad a través de algún organismo gubernamental o no gubernamental que solicitan asesoramiento sobre mejoramiento tecnológico de sus viviendas o sobre construcción de nuevas viviendas en función de los recursos naturales disponibles⁵ (figura 5).

3.3.2- Objetivos Generales: rescatar el patrimonio intangible de saberes populares que ha utilizado la tierra como material de construcción y como identidad cultural regional y reactualizarlo desde una perspectiva científica y contemporánea, posicionar a la arquitectura y construcción con tierra como una solución válida para los problemas habitacionales, aprovechando los recursos locales y apostando por un desarrollo local sostenible y sensibilizar sobre las características y cualidades del material.

3.3.3- Objetivos Específicos: identificar los recursos locales disponibles, revalorizar la tierra como solución apropiada y viabilizar diferentes técnicas constructivas en función de los recursos detectados.

3.3.4- Contenidos: Se considera fundamental el vínculo a través de una demanda concreta mediante la gestión de alguna institución reconocida por los interesados. Se propone una primera visita donde se definan los roles y los alcances de la posible intervención de modo de no generar expectativas que excedan las posibilidades en cuanto a recursos humanos y materiales. Las actividades iniciales se plantean con dinámicas de integración y la realización de un taller expositivo que ilustre las posibilidades de las técnicas de construcción con tierra que sea el disparador de un posterior debate y discusión. Este taller puede ser el origen tanto de talleres para niños y adolescentes como para albañiles o auto constructores.



Figura 5 – Intercambio de posibles tecnologías constructivas con materiales del lugar. Comunidad de Isla la fuente, Reconquista

3.3.5- La infraestructura para este taller un espacio físico abierto o cerrado en el lugar donde se encuentre la comunidad con la que se trabaja, evitando traslados de los participantes. El material impreso que se proporcione deberá ofrecer una breve descripción de las posibilidades de la tierra como material de construcción en un lenguaje llano y franco. En este tipo de talleres se hace imprescindible el trabajo con otros profesionales del área social que hayan realizado actividades con la comunidad.

En el taller realizado en la ciudad de Santa Fe se desarrolló en el predio del CERIDE, donde se ha radicado una pequeña empresa que elabora bloques de suelo estabilizado, con el acompañamiento de la Universidad Tecnológica Nacional. Se desarrollaron tres grupos que fueron trabajando en distintas bases con elaboración de bloques de suelo cemento, preparación de la tierra y uso de la prensa manual, trabajos con tapia, armado de encofrados y compactación y ejecución de mampostería de bloques de suelo estabilizado.

3.4- Talleres para profesionales

3.4.1- Participantes: arquitectos, ingenieros, diseñadores y demás profesionales de la construcción.

3.4.2- Objetivos Generales: rescatar el patrimonio intangible de saberes populares que ha utilizado la tierra como material de construcción y como identidad cultural regional y reactualizarlo desde una perspectiva científica y contemporánea, posicionar a la arquitectura y construcción con tierra como una solución válida para los problemas habitacionales, aprovechando los recursos locales y apostando por un desarrollo local sostenible y sensibilizar sobre las características y cualidades del material.

3.4.3- Objetivos Específicos: difundir las experiencias regionales de construcción con tierra llevadas a cabo en los últimos veinte años por profesionales y constructores en la región, y capacitar en los procesos de diseño, producción, ejecución y conservación de arquitecturas con tierra desde una perspectiva contemporánea.

3.4.4- Contenidos: se propone organizar el taller tres módulos diferenciados. El módulo uno refiere a la aproximación y a la sensibilización sobre la arquitectura con materiales naturales y los módulos dos y tres apuntan a la formación y a la profundización de conocimiento.

Si bien estos talleres no se han realizado dentro de las actividades de Fronterra es uno de los temas más importantes como continuación del proyecto como consolidación de una etapa de desarrollo regional y capacidades locales.

4. CONCLUSIONES Y PROYECCIONES

En los últimos veinte años observa un aumento creciente en conocer los modos de construir con tierra en la región y las posibilidades del material a nivel constructivo y estético. Como se explicitó en los párrafos anteriores, este proyecto busca promover la capacitación en los procesos de diseño, ejecución y uso.

La capacitación del usuario tiene dos aspectos y se ubica al comienzo y al final del proceso, ya que se considera al usuario como el sujeto que motiva y condiciona el diseño y aquel que finalmente evaluará el comportamiento de la construcción. La difusión a nivel general de las características y ventajas de una construcción con tierra contribuirá a cambiar ciertos preconceptos y a estimular la construcción de nuevas viviendas con esta tecnología⁶.

En cuanto a la mano de obra se observa que los operarios capacitados que se dedican a la construcción con tierra como forma de trabajo se reduce a pocas personas en determinadas ciudades y eso se considera un punto crítico en el proceso de ejecución. Los talleres dirigidos a la capacitación de albañiles buscan revertir esta carencia, generar el intercambio entre arquitecto y albañil y ofrecer a aquellos que actualmente trabajan en la construcción convencional una nueva posibilidad laboral.

En el diseño y en la etapa de proyecto, se detecta que actualmente la formación se debe a impulso individual debido a la falta de cursos curriculares dentro de ámbitos académicos formales. Sin embargo se destacan algunas experiencias regionales como la desarrollada en la Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional de Tucumán o los cursos desarrollados en Uruguay desde el año 1995 en el marco de la Unidad de Educación Permanente de la Facultad de Arquitectura de Uruguay.

Es así que se presenta una de las mayores proyecciones de este proyecto a través de un programa regional de formación en técnicas de bioconstrucción coordinado por docentes de la Unidad Regional de Estudios y Gestión del Hábitat de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de la República y del Centro de Investigación y Desarrollo para la Construcción y la Vivienda de la Facultad Regional Santa Fe - Universidad Tecnológica Nacional, en coordinación también con otras escuelas y facultades de arquitectura o ingeniería. A modo de esbozo se plantean actividades tanto presenciales como a distancia, seminarios sobre las generalidades de la construcción con tierra y clases magistrales a cargo de referentes de la construcción con tierra de la región, mesas de debate, actividades de campo y laboratorio y visitas a ejemplos regionales de construcción con tierra.

BIBLIOGRAFÍA

Quaderns Nº 229 – Revista del Colegio de Arquitectos de Cataluña

NOTAS

1 – Víctor Valembois. ¿Fronteras en el arte? (Tan flotantes como aplastantes en el contexto globalizado) Universidad de Costa Rica en collaborations.denison.edu/istmo/n01/articulos/fronteras_en_el_arte.html

2 – "...Les fronteres són traços continus que configuren imatges planimètriques de territoris puzzle. Traços dibuixats sense separar la punta del llapis del paper. Són els confins, la terra de ningú en la qual es produeixen els canvis de noms. En el seu sentit literal, són la separació política i cultural entre països o àrees geogràfiques; però també són els llocs en els quals es produeix un grau més alt de mestissatge..." – Revista Quaderns Nº 229

3 – Proyecto FPR/F/BI/64/19 - "Elaboración de un programa regional de formación en técnicas de bioconstrucción" financiado por el Programa de Desarrollo Tecnológico (PDT) perteneciente a la Dirección de Innovación Ciencia y Tecnología (DICYT). Se financia la movilidad de investigadores en el marco de proyectos conjuntos de investigación de grupos de universidades y centros de investigación y desarrollo uruguayos con contrapartes de Argentina. El programa se enmarca en el Memorando de Entendimiento de Cooperación Científica y Tecnológica entre el Ministerio de Educación y Cultura de Uruguay y la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (SECYT) de Argentina, suscripto el 25 de septiembre de 2002. El proyecto se enmarca dentro del Área Energía y Recursos Renovables

4 – Los talleres para albañiles desarrollados en Santa Fe (Argentina) y en Progreso y Los Ceballos (Uruguay) tuvieron amplia difusión en medio de prensa uruguayos y argentinos como ser El Litoral, Cable y Diario, La Diaria, Hoy Canelones y El Telégrafo

5 – En el taller realizado en Isla La Fuente, Santa Fe - Argentina se desarrolló en el espacio donde se construirá un centro comunitario. Los participantes fueron representantes de las familias que habitan la isla, integrantes de Ongs locales como INCUPO y Asociación Amigos del Aborigen e integrantes del equipo Fronterra. Se utilizaron paneles en formato A2 ilustrando las técnicas de tapia, fajina, adobes, bloques de suelo cemento y tierra alivianada y se comentaron los insumos y tiempos necesarios para su ejecución. La participación fue activa ya que para cada una de las técnicas explicitadas se debatía si la isla ofrecía los recursos necesarios o no para su desarrollo. El debate posterior permitió reconocer los intereses y expectativas sobre sus propias viviendas Una de las principales inquietudes que se expresó fue la posibilidad de que el salón comunitario se realizara con diferentes técnicas a modo experimental y de evaluación. Otra demanda planteada fue la estudiar los diseños de las viviendas en función de las orientaciones y características de la región por lo que se propuso la realización de un taller de diseño participativo para avanzar sobre las necesidades particulares pero también sobre el cómputo de tiempos y recursos imprescindibles para la gestión económica de la propuesta.

6 - "Esto está lejos de la panacea. No estamos compitiendo ni con el acero, ni con el hormigón ni con el ladrillo que tienen su espacio ganado y que estas técnicas con tierra no ingresan porque no son su campo. Es una forma de construir que reemplaza algunas viviendas individuales cuyos moradores estén buscando el confort que ofrecen". Entrevista al equipo de Fronterra en Santa Fe, publicado en El Litoral, octubre de 2007.

AUTORES

Rosario Etchebarne: Arquitecta desde 1982, egresada de la Facultad de Arquitectura, Universidad de la República, Uruguay. Experta en diseño, construcción y capacitación de tecnologías con tierra y materiales naturales. Investigadora titular de la Universidad de la República en tecnologías constructivas de bajo impacto ambiental y responsable científica de proyectos de extensión universitaria. Responsable del proyecto "Elaboración de un programa regional de formación en técnicas de bioconstrucción". Integrante de la Red Iberoamericana PROTERRA.

Alejandro Ferreiro: Arquitecto desde 2005, egresado de la Facultad de Arquitectura, Universidad de la República, Uruguay. Docente G2 de la Cátedra de Arquitectura y Tecnología. Integrante del proyecto "Elaboración de un programa regional de formación en técnicas de bioconstrucción". Integrante desde 2002 a 2006 del equipo de "Proyecto Hornero". Integrante de la Red Iberoamericana PROTERRA.

Helena Gallardo: Arquitecta desde 1994, egresada de la Facultad de Arquitectura, Universidad de la República, Uruguay. Docente G3 de Anteproyecto III. Integrante del proyecto “Elaboración de un programa regional de formación en técnicas de bioconstrucción”. Integrante del equipo de la Unidad de Gestión del Hábitat, Intendencia Municipal de Canelones – Programa de Integración de Asentamientos Irregulares. Integrante de la Red Iberoamericana PROTERRA.

Ariel González: Ingeniero en construcciones, Magíster Scientiae en Metodología de la Investigación. Docente investigador del CECОВI, UNT. Integrante de equipos interdisciplinarios sobre hábitat urbano y rural. Responsable de proyectos de investigación, desarrollo y transferencia de tecnologías para viviendas de bajo costo. Responsable del proyecto “Elaboración de un programa regional de formación en técnicas de bioconstrucción”. Integrante de la Red Iberoamericana PROTERRA.

Mariano Pautasso: Arquitecto desde 2003, egresado de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad Nacional del Litoral, Argentina. Docente de la Cátedra de Hábitat Popular, UTN/UNL/ESS. Integrante de CECОВI - UTN. Integrante del proyecto “Elaboración de un programa regional de formación en técnicas de bioconstrucción”. Integrante de la Red Iberoamericana PROTERRA.

Gabriela Piñeiro: Arquitecta desde 1997, egresada de la Facultad de Arquitectura, Universidad de la República, Uruguay. Docente Investigadora del Área Tecnológica del Departamento Regional Norte de Facultad de Arquitectura. Investigadora especializada en materiales de construcción, sistemas constructivos con energías renovables y transferencia y capacitación. Integrante del proyecto “Elaboración de un programa regional de formación en técnicas de bioconstrucción”. Integrante de la Red Iberoamericana PROTERRA.

Daniela Verzeñassi: Arquitecta desde 2003, egresada de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad Nacional del Litoral, Argentina. Especialista en problemática ambiental y bioarquitectura y evaluadora de impacto ambiental. Integrante del Foro Ecologista de Paraná, Entre Ríos, Argentina. Integrante del proyecto “Elaboración de un programa regional de formación en técnicas de bioconstrucción”. Integrante de la Red Iberoamericana PROTERRA.



PROCESSO PARTICIPATIVO EM BIOCONSTRUÇÃO DE UMA EDIFICAÇÃO PARA O CENTRO DE FORMAÇÃO DO TRABALHADOR NO ASSENTAMENTO SEPÉ TIARAJU

Viviane S. Martins¹; Iazana Guizzo²; Cecília H. Prompt³; Fernando C. Costa⁴

(1) Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Rural (PGDR) - UFRGS – Porto Alegre-RS, Brasil UPAN- União Protetora do Ambiente Natural. Tel: (55 51) 3592 7933
arq.bioconstruida@yahoo.comhttp://www.upan.org.br/proj_bioarq.htm

(2) Pós-Graduação em Psicologia Social - Instituto de Ciências Humanas e Filosofia - UFF – Niterói-RJ, Brasil – iaguizzo@yahoo.com.br

(3) Pós-Graduação em Energias Renováveis e Meio Ambiente na Arquitetura – UPC/ Barcelona
cecipoa@yahoo.com.br

(4) Ulbra Canoas-RS, Brasil ferccosta@yahoo.com.br

Palavras-chave: bioconstrução; participação; desenvolvimento rural sustentável

RESUMO

Os Centros de Formação do Trabalhador Filhos de Sepé - Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST) - objetivam a formação política e educação dos agricultores. No Assentamento Sepé Tiaraju, Viamão-RS, busca integrar conceitos de desenvolvimento rural sustentável através da implementação de design permacultural e tecnologias bioconstruídas. Esse artigo apresentará o processo de implementação de um protótipo, denominado a Oficina do Assentado, concebida para ser o gerador dos demais espaços desse Centro. As diretrizes propostas foram: respeito à paisagem, utilização de recursos locais e emprego de técnicas bioconstruídas. A metodologia envolveu capacitação de agentes multiplicadores desde a concepção do projeto arquitetônico, utilizando maquetes e desenhos para sua discussão, até a obra, através de palestras, mutirões e workshops, considerando a valorização da arquitetura e estética popular, autonomia tecnológica e resistência cultural, integrando conhecimento popular e técnico. Foram empregadas estruturas em madeira, paredes em fardos de palha e superadobe, reboco de terra, forro de bambu e telhado vivo.

ABSTRACT

The "Filhos de Sepé" Workers Formations Centers, part of the Brazil's Landless Workers Movement aim the political formation and the farmers' education. in Viamão-rs. They search to integrate the concepts of sustainable rural development through the implementation of design permacultural and echo built technologies. This article will present the implementation of the worker's space. It would be the generator of the other spaces in that center. The proposed guidelines were: respect to the landscape, use of the local resources and the use of techniques echo built. The methodology involved the training of multipliers agents from the conception of the architectural project, using models and drawings for the discussion, through lectures, collective efforts and workshops, considering the valorization of the architecture and popular aesthetics, technological autonomy and cultural resistance, integrating popular and technical knowledge. Structures were used in wood, walls in straw bales and superadobe, tow of earth, bamboo lining and alive roof.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Arquitetura bioconstruída

Segundo o Estatuto da UNESCO/ UIA 96 – União Internacional de Arquitetos - a Arquitetura e o Urbanismo, entre outras coisas:

- São matéria de interesse público,
- Devem compreender e traduzir as necessidades dos indivíduos, grupos sociais e comunidades,
- Devem proteger o equilíbrio natural,

- Devem utilizar racionalmente os recursos disponíveis.

Entendemos a Arquitetura Bioconstruída como a integração entre a arte-ciência do espaço com os conceitos da permacultura e da bioconstrução, buscando responder aos princípios tão bem expressos no “Estatuto da UNESCO/ UIA”.

A escolha por essas técnicas, permacultura e bioconstrução, se deve ao fato de possuírem forte significado na cultura brasileira de forma empírica, além de se tratar de algo essencialmente simples e legível a todos. Além da preocupação de se ter uma proposta em harmonia com a natureza, o uso de materiais e técnicas de bioconstrução permite liberdade e fluidez para a concepção de formas orgânicas, proporcionando que os volumes projetados se integrem à paisagem através da topografia e do uso de materiais naturais como terra, bambu e coberturas verdes.

A Permacultura foi criada pelo australiano Bill Molisson (Molisson e Slay, 1994) e o termo se origina da contração das palavras agricultura permanente, atualmente ampliada sua compreensão para cultura permanente, sua essência está em recriar ecossistemas equilibrados nas intervenções para assentamentos humanos. Reconhecemos na permacultura uma identificação com os princípios de planejamento sustentável, através de sua metodologia de design ambiental.

O maior desafio não é o de construir paredes de terra ou de palha, mas de desenvolver e disseminar essas técnicas de bioconstrução em harmonia com o ato de sentir e pensar o espaço a partir do olhar da arquitetura. Esse olhar vai além da busca de soluções técnicas: ele tem sua raiz na cultura popular, na estética dos povos e nas tantas tecnologias empregadas ao longo da história.

Talvez o verdadeiro desafio esteja em acreditar nisso e tornar possível a reapropriação dos conhecimentos vernaculares, oportunizando a todos a autonomia tecnológica.

Nesse contexto, minimizam-se os questionamentos acerca da origem do conhecimento - quem ensina quem - e consolida-se o saber empírico, isto é, aquele que se guia pela experiência e não pelo estudo.

1.2. Autonomia tecnológica

A questão da autonomia tecnológica está associada aos movimentos anti-hegemônicos, no caso da construção civil relacionados à homogeneização de técnicas construtivas que respondem a demanda de um reduzido número de empresas produtoras de materiais de construção.

1.3 Centro de Formação do Trabalhador

Os Centros de Formação do Trabalhador são uma iniciativa do Movimento dos Trabalhadores Rurais sem Terra (MST) objetivando a formação de ensino médio e político dos agricultores do movimento através das escolas itinerantes estaduais e nacionais. O Centro de Formação do Trabalhador (CFT) Filhos de Sepé localiza-se no Assentamento Sepé Tiaraju em Viamão-RS e é coordenado pelo Instituto Preservar.

Em 2002 foi realizado um planejamento da área de terra onde se localiza o CFT, esse projeto foi denominado Implantação Eco-socio-ambiental¹ e definiu o zoneamento de todas as demandas do programa de necessidades definido em conjunto com os representantes do movimento sob conceitos de permacultura, agroecologia e design sustentável. O objetivo era desenvolver um modelo de assentamento rural que buscasse a integração do homem no ambiente natural através de uma sustentabilidade que contempla as áreas ambientais, sociais, econômicas e culturais, de forma que as tecnologias implantadas possam ser replicadas nas moradias e lotes daqueles que freqüentam esse espaço.

O protótipo apresentado nesse artigo contempla uma parte deste trabalho através do projeto e obra de um protótipo, a Oficina do Assentado². A Oficina do Assentado, denominada assim pelos membros do Movimento, é um espaço destinado a substituir a antiga oficina de lona, onde eram realizados os trabalhos de carpintaria e serralheria dentro do CFT. O objetivo da realização desse protótipo foi a capacitação de agentes multiplicadores desde a

concepção do projeto através de processo participativo, até a conclusão da obra, realizada em etapas que contavam desde uma dedicação mais efetiva das equipes de trabalhadores, até a realização de um workshop ministrado pelo Prof. Dr. Gernot Minke e o Arq. Márcio D'ávilla, em parceria com a Universidade de Kassel, Alemanha.

2. OBJETIVO

O objetivo deste artigo é relatar o processo de construção desse protótipo, constituindo-se de uma edificação bioconstruída, através de processo participativo, para o Centro de Formação do Trabalhador localizado em uma área de uso coletivo do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra, no Assentamento Sepé Tiaraju, situado em Viamão-RS.

3. METODOLOGIA

3.1. Diretrizes

Ao longo do trabalho estabelecemos as seguintes diretrizes:

- Processo projetual e construtivo participativo,
- Integração do conhecimento popular e técnico,
- Valorização da arquitetura e estética popular,
- Respeito à paisagem,
- Utilização de recursos renováveis locais,
- Emprego de técnicas de bioconstrução e bioclimatismo,
- Planejamento ambiental,
- Desenvolvimento e troca de conhecimentos,
- Formação de agentes multiplicadores.

3.2. Técnicas Bioconstruídas

A arquitetura bioconstruída envolve técnicas construtivas que utilizam materiais naturais ou de menor impacto ambiental, disponíveis no local, de fácil manejo e com reduzido consumo de energia. Além disso, resgata conhecimentos populares, através da pesquisa das soluções construtivas desenvolvidas pelos povos em suas realidades locais.

A iniciativa de aplicação dessas técnicas tem o objetivo de reascender as discussões sobre as possibilidades de construir sustentavelmente, minimizando impactos e resgatando autonomia tecnológica junto à sociedade, comunidades urbanas ou rurais e movimentos organizados.

São diversas as técnicas que podem ser utilizadas, podemos citar reboco de terra, taipa de pilão, superadobe, tijolo de adobe, alvenaria em fardo de palha, telhado vivo, taipa leve, estruturas em madeira e bambu, sistemas separadores de tratamento de efluentes, captação de água da chuva, cisternas, entre outros. Assim como, diversas também são as técnicas a serem pesquisadas, experimentadas e desenvolvidas.

As técnicas foram escolhidas em conjunto com os representantes do CFT de acordo com as habilidades dos trabalhadores, os materiais disponíveis no local e na região, considerando as técnicas sugeridas pelo Prof. Gernot Minke para o workshop.

O protótipo foi implantado em um declive, a terra retirada do corte do barranco foi utilizada para a execução das paredes de superadobe e substrato do telhado de grama. A grama foi retirada do próprio local, doada por um dos assentados. Foram empregadas as seguintes técnicas na construção desse protótipo:

- Estrutura em madeira de eucalipto com tratamento a base de bórax,
- Contenção do barranco com paredes em superadobe e pneus intertravados,

- Paredes em fardos de palha, sob fundações de pneus intertravados,
- Rebocos de terra, mangueiras de terra,
- Forro de bambu tratados à base de tanino,
- Telhado vivo com utilização de grama nativa,
- Piso em laje grês.

O Superadobe (figura 1-a) é uma técnica, que foi desenvolvida pelo indiano Nader Kalili, trata-se de uma alvenaria portante (estrutural) em terra crua apiloada, estruturada em sacos estrudados de ráfia (usados para sementes e insumos agrícolas). As paredes de superadobe foram construídas com sacos 50 cm de largura. Com o reboco, a espessura total da parede é de 55 cm, o que permite um bom conforto térmico no interior do edifício (a terra tem grande inércia térmica e retarda a entrada e saída de calor). Além do mais é uma técnica econômica pois utiliza solo local para o recheio das paredes, limitando seu custo ao saco de ráfia.

Para a execução de alvenarias em fardo de palha, os fardos devem ser contrafiados (como em uma alvenaria comum) e podem ser estruturadas com travamento entre bambus, cipós ou vergalhões, aos quais são pressionados com arame. As palhas mais indicadas são as ricas em sílica pela dureza. O fardo deve ser bem compactado para aumentar a resistência e a durabilidade. Para execução destas paredes foi feita uma base de pneus recheados de pedras que funciona como fundação, garantido a resistência e o isolamento da parede de palha a respeito do solo.



Figura 1 – Superadobe (a) e reboco de terra (b)

Os rebocos com terra (figura 1-b) devem ser executados em etapas, permitindo a sua cura completa. Para a liga da massa podem ser utilizados diversos componentes, entre eles óleo, baba de cactos, babosa, esterco fermentado. Os rebocos são executados tanto nas paredes de superadobe quando nas de alvenaria de fardos de palha. Para a aplicação nas paredes de superadobe, é necessário retirar a parte do saco de ráfia das laterais da parede, para que o chapisco pegue diretamente na parede de terra. No caso das paredes de fardos de palha, o reboco garante a vedação e durabilidade da mesma.

O telhado vivo (figura 2) é uma técnica para cobertura com grama, podendo ser utilizadas outras plantas em conjunto, como ervas medicinais, flores, etc. sempre tendo o cuidados com o tipo de raízes para evitar que as mesmas furem a manta impermeabilizante. Nos projetos utilizamos impermeabilização com manta PEAD sobre forro (bambu ou madeira) proteção mecânica tipo geotextil, substrato e grama nativa. No CFT foi utilizada a grama do próprio assentamento. A utilização de vegetação local garante adaptação imediata da cobertura verde ao clima.



Figura 2 – Telhado vivo (b)

O projeto e a obra do protótipo, denominado Oficina do Assentado, foram concebidos de forma a receber workshops (figura 3) em bioconstrução, onde foram realizadas algumas das técnicas aplicadas ao protótipo. Destacamos o workshop ministrado pelo Prof. Dr. Gernot Minke - referência internacional em arquitetura de terra – cuja orientação foi fundamental para o sucesso do trabalho, com a colaboração do Arq. Márcio D'Ávila. Esse workshop foi realizado em parceria com a Universidade de Kassel, da Alemanha.



Figura 3 - Workshop alvenaria de fardos de palha (a) e Workshop telhado vivo (b)

Ao final do workshop, com duração de uma semana, os participantes haviam experimentado na prática as seguintes técnicas bioconstruídas: adobes, reboco de terra, mangueiras de terra, alvenarias em fardo de palha e tetos vivos.

4. RESULTADOS

A Oficina do Assentado foi totalmente construída e atualmente acolhe diversas atividades do Centro de Formação. Depois de sua implantação outros espaços vêm sendo viabilizados, atualmente está sendo construída uma biblioteca e está em fase de projeto uma Ciranda Infantil, ambas utilizando técnicas bioconstruídas somado a conceitos de bioclimatismo e saneamento ambiental.



Figura 4 - Oficina do Assentado – obra concluída

Foram realizados diversos workshops para sua construção, e no workshop ministrado por Gernot Minke e Márcio D'ávila, participaram 60 representantes de movimentos sociais rurais e urbanos, além de entidades como a Prefeitura Municipal de Viamão, o INCRA e a CGTEE. Nesse curso, foram realizadas aulas práticas em adobes, reboco de terra, alvenarias em fardo de palha e tetos vivos. Os representantes dos movimentos sociais que participaram do workshop foram contratados para a execução de auditórios e espaços bioconstruídos para o Fórum Social Mundial de 2005, ocorrido em Porto Alegre, cujo objetivo além da valorização das técnicas e dos trabalhadores era também sua difusão e o estímulo à discussão sobre as possibilidades de construções mais sustentáveis.

BIBLIOGRAFIA

MOLISSON, Bill. SLAY, Reny Mia. Introdução a Permacultura. (Tradução por André Soares). 1994

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (Álvaro Delatorre), ao Instituto Preservar (Leandro Feijó e Clarisse Trois de Abreu), a Universidade de Kassel – Alemanha (Prof. Dr. Gernot Minke e Arq. Márcio D'ávila), ao Grupo de Estudos em Bioarquitetura (GEBA) e ao Instituto dos Arquitetos do Brasil (*in* memória José Albano Volkmer).

NOTAS

1 – Projeto de autoria das Arquitetas Viviane Santi Martins e Letícia Prudente, em composição com os acadêmicos de arquitetura Fernando C. Costa e Rafael Passos.

2 - Projeto e obra de autoria dos Arquitetos Viviane Santi Martins, Iazana Guizzo e Márcio D'Ávila, em composição com o acadêmico de arquitetura Fernando C. Costa, o técnico agrícola Leandro Feijó e orientação do Arq. Gernot Minke.

AUTORES

Viviane S. Martins é arquiteta e urbanista, mestranda do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Rural (PGDR) - UFRGS, desenvolve projetos na área de bioconstrução e design permacultural, atendendo áreas urbanas e rurais. Coordena o Núcleo de Estudos em Assentamentos Humanos Sustentáveis da OSCIP União Protetora do Ambiente Natural em São Leopoldo-RS.

Iazana Guizzo é arquiteta e urbanista, mestranda da Pós-Graduação em Psicologia Social - Instituto de Ciências Humanas e Filosofia - UFF – Niterói-RJ.

Cecília Prompt é arquiteta e urbanista e doutoranda no curso Energias Renováveis e Meio Ambiente na Arquitetura na UPC em Barcelona. É especializada em formação em bioconstrução em assentamentos rurais e desenvolve tese sobre este tema.

Fernando C. Costa é acadêmico no curso de Arquitetura e Urbanismo – Ulbra Canoas-RS.



PARTICIPAÇÃO E BIOCONSTRUÇÃO NA IMPLEMENTAÇÃO DO CENTRO DE FORMAÇÃO DO INSTITUTO MORRO DA CUTIA DE AGROECOLOGIA

Viviane S. Martins (1); Iazana Guizzo (2); Cecília H. Prompt (3); Fernando C. Costa (4)

(1) Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Rural (PGDR) - UFRGS – Porto Alegre-RS, Brasil UPAN- União Protetora do Ambiente Natural. Tel: (55 51) 3592 7933
arq.bioconstruida@yahoo.comhttp://www.upan.org.br/proj_bioarq.htm

(2) Pós-Graduação em Psicologia Social - Instituto de Ciências Humanas e Filosofia - UFF – Niterói-RJ, Brasil – iaguizzo@yahoo.com.br

(3) Pós-Graduação em Energias Renováveis e Meio Ambiente na Arquitetura – UPC/ Barcelona
cecipoa@yahoo.com.br

(4) Ulbra Canoas-RS, Brasil ferc costa@yahoo.com.br

Palavras-chave: bioconstrução, participação

RESUMO

Esse trabalho tem como objetivo apresentar a experiência projetual e construtiva do Centro de Formação do Instituto Morro da Cutia de Agroecologia (IMCA), espaço de vivência e troca entre agricultores ecológicos e sociedade, onde paisagem e tecnologias são objetos pedagógicos. O IMCA resulta do trabalho da Cooperativa de Citricultores Ecológicos do Vale do Caí (Ecocitrus), objetivando promover formação, desenvolvimento e adaptação de tecnologias provenientes do saber popular. O processo de implantação é participativo, focando segurança alimentar, autonomia energética e apropriação de tecnologias construtivas baseadas no resgate cultural, ao desenvolvimento e replicação de tecnologias sociais. A metodologia parte do processo pedagógico que envolve projeto e construção do Centro, através de mutirões e capacitações de agricultores e membros de movimentos sociais, através dos conceitos: “aprender fazendo” e “ação - reflexão - ação”. A implantação do Centro integra edificações com o entorno através de paisagismo produtivo e implantação do sistema de coleta de água da chuva e saneamento ambiental, permitindo sua visibilidade para atividades pedagógicas. Compreende cinco edificações, das quais duas já executadas, utilizando técnicas bioconstruídas priorizando materiais locais, entre elas: telhados verdes, forros de bambu, superadobe e reboco de terra. Esse processo resulta na possibilidade de integração de diferentes grupos sociais, tornando-se referência em práticas sustentáveis em assentamentos humanos, agroecologia e participação popular. Contribuindo, dessa forma, para o uso de estratégias mais sustentáveis na concepção de projetos arquitetônicos promovendo a participação da comunidade a qual se destinam.

1. INTRODUÇÃO

O Instituto Morro da Cutia de Agroecologia - IMCA resulta do trabalho da Cooperativa de Citricultores Ecológicos do Vale do Caí (Ecocitrus), localizada na cidade de Montenegro-RS, objetivando promover formação, extensão rural, desenvolvimento e adaptação de tecnologias provenientes do saber popular. O processo de implantação é participativo, focando segurança alimentar, autonomia energética e apropriação de tecnologias construtivas baseadas no resgate cultural, ao desenvolvimento e replicação de tecnologias sociais.

2. OBJETIVO

Esse artigo tem como objetivo avaliar se o processo pedagógico participativo associado à experiência construtiva do Centro de Formação do IMCA tem possibilitado processos de reflexão crítica sobre o desenvolvimento sustentável, assim como a integração entre participantes de grupos diferentes.

3. METODOLOGIA

O processo pedagógico envolve projeto e construção do Centro de Formação, através de mutirões e capacitações de agricultores e membros de movimentos sociais, com base no Método Paulo Freire (1987), inspirado a partir da “ação-reflexão-ação”, onde os participantes, educadores e educandos, estão em processo de aprendizagem e em constante construção e gestão do conhecimento, por meio de avaliações, encontros e replanejamentos (figura 1).



Figura 1 – Curso de capacitação com filhos de agricultores da região

O processo pedagógico, na perspectiva freiriana, estimula a reflexão sobre o nosso papel no mundo (Freire, 1987). A partir da adaptação do método freiriano, os participantes ao mesmo tempo em que refletem sobre formas possíveis de ocupar o espaço sustentavelmente, também refletem sobre sua própria vida como existência sustentável possível, por meio de reflexão crítica.

Os participantes das atividades pedagógicas em bioconstrução são de diferentes origens, idades, interesses e culturas. De uma forma geral, participam representantes de movimentos sociais rurais e urbanos, como o MST (Movimento dos Trabalhadores Rurais sem Terra), MPA (Movimento de Pequenos Agricultores) e o MNLM (Movimento Nacional de Luta pela Moradia), quilombolas organizados, representantes de associações e cooperativas rurais, assim como seus filhos adolescentes em cursos específicos. Também participam universitários e profissionais das áreas da construção civil e da agronomia.

O projeto e a obra desse Centro foram concebidos incluindo noções de formas mais sustentáveis de ocupação do espaço, incluindo bioconstrução e permacultura.

A bioconstrução ou arquitetura bioconstruída envolve técnicas construtivas que utilizam materiais naturais ou de menor impacto ambiental, disponíveis no local, de fácil manejo e com reduzido consumo de energia. Além disso, resgata conhecimentos populares, através da pesquisa das soluções construtivas desenvolvidas pelos povos em suas realidades locais.

A permacultura é um sistema de desenho criado pelos australianos Bill Mollison e David Holmgren (Mollison e Slay, 1994). O conceito foi desenvolvido visando a criação de ambientes sustentáveis através de sistemas intensivos baseados na natureza, e culminou com a publicação do livro *Permacultura 1*, em 1978. O objetivo era desenvolver um modelo de assentamento rural que buscasse a integração do homem no ambiente natural através de uma sustentabilidade que contempla as áreas ambientais, sociais, econômicas e culturais

A escolha por essas técnicas, permacultura e bioconstrução, se deve ao fato de possuírem forte significado na cultura brasileira de forma empírica, além de se tratar de algo essencialmente simples e legível a todos. Além da preocupação de se ter uma proposta em harmonia com a natureza, o uso de materiais e técnicas de bioconstrução permite liberdade

e fluidez para a concepção de formas orgânicas (figura 2), proporcionando que os volumes projetados se integrem à paisagem através da topografia e do uso de materiais naturais como terra, bambu e coberturas verdes. Além disso, a iniciativa de aplicação dessas técnicas tem o objetivo de reacender as discussões sobre as possibilidades de construir sustentavelmente, minimizando impactos e resgatando autonomia tecnológica junto à sociedade, comunidades urbanas ou rurais e movimentos organizados.

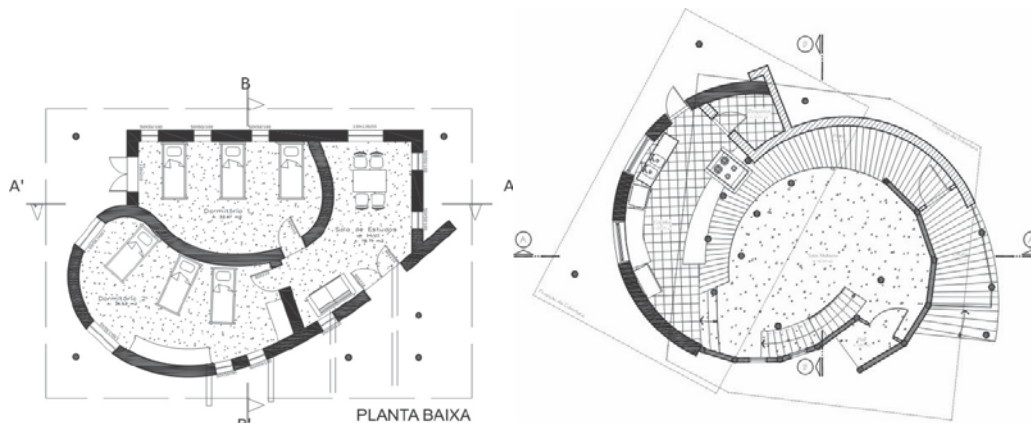


Figura 2 – Planta Baixa Alojamento Feminino e Casa Mãe – IMCA

O projeto arquitetônico¹ do Centro de Formação do IMCA segue o seguinte programa: a Casa Mãe é o centro do sistema, onde estarão localizadas as áreas de uso coletivo, como a cozinha comunitária, salão de atividades e administração. Os alojamentos masculino e feminino formam blocos separados, assim como os respectivos sanitários (figura 3).



Figura 3 – Maquete do Instituto Morro da Cutia de Agroecologia – IMCA

O projeto foi concebido de forma a permitir a construção em etapas, com o objetivo de viabilizar o início das atividades pedagógicas, dentre as quais já foram concluídas as obras do alojamento e sanitário masculino (figura 4).

Sendo assim, compreende cinco edificações separadas, utilizando técnicas bioconstruídas priorizando materiais locais, entre elas: telhados verdes, forros de bambu, superadobe e reboco de terra.

No que se refere às coberturas, optou-se por telhados para captação de água da chuva nos sanitários e na casa mãe, totalizando uma superfície de 258 m². Nos dois alojamentos optou-se por telhado vivo, na busca de um maior conforto térmico. As faces voltadas para oeste serão protegidas do sol com pergolados.

As águas coletadas pelos telhados serão armazenadas em um sistema de cisternas, cuja capacidade alcança 90.000 litros, e tem o potencial de abastecer um grupo de quinze pessoas durante de trinta dias. A vazão prevista possibilitará encher os reservatórios com 5 horas de chuva.



Figura 4 – Alojamento e sanitário masculinos

O telhado vivo é uma técnica para cobertura com grama, podendo ser utilizadas outras plantas em conjunto, como ervas medicinais, flores, etc. sempre tendo o cuidado com o tipo de raízes para evitar que as mesmas furem a manta impermeabilizante. Nos projetos foi utilizada impermeabilização com manta PEAD sobre forro (bambu ou madeira), proteção mecânica tipo geotextil, substrato e grama nativa. Na figura 5 vê-se a etapa de colocação de leivas sobre o substrato, cuja atividade foi realizada em forma de mutirão, assim como as demais etapas bioconstruídas, ao fundo da mesma figura onde se observa a equipe responsável pelo reboco de terra. (Minke, 2004)



Figura 5 – Mutirão de construção do telhado vivo – IMCA

Para a execução das paredes optou-se por superadobe, devido suas propriedades térmicas. O Superadobe é uma técnica que foi desenvolvida pelo indiano Nader Kalili (1986), e trata-se de uma alvenaria portante (estrutural) em terra crua apiloadada, estruturada em sacos estrudados de ráfia (usados para sementes e insumos agrícolas). As paredes de superadobe foram construídas com sacos 50 cm de largura. Com o reboco, a espessura total da parede é de 55 cm, o que permite um bom conforto térmico no interior do edifício (a terra tem grande inércia térmica e retarda a entrada e saída de calor). Além do mais é uma técnica econômica, pois utiliza solo local para o recheio das paredes, limitando seu custo ao saco de ráfia.

Os rebocos com terra devem ser executados em etapas, permitindo a sua cura completa. Para a liga da massa podem ser utilizados diversos componentes, entre eles óleo, baba de cactos, babosa, esterco fermentado. Para a aplicação nas paredes de superadobe, é necessário retirar a parte do saco de ráfia das laterais da parede (figura 6), para que o

chapisco pegue diretamente na parede de terra. A mistura de reboco deve ser testada na parede e a forma de suas fissuras deve ser observada, para a escolha da melhor composição (Minke, 2001). O reboco de terra é feito por etapas que requerem espera de cura entre elas, o que pode levar de uma semana a uma mês, dependendo das condições de umidade e temperatura local, por esse motivo, nos cursos e mutirões, eram preparadas superfícies nas diferentes etapas para que os participantes tivessem a oportunidade de experimentar cada uma delas.



Figura 6 – Paredes de superadobe com provas de reboco – IMCA

No design permacultural as conexões são fortalecidas por todo um paisagismo produtivo que abraça toda a área do Centro de Formação, trazendo elementos como quebra ventos, espirais de ervas, horta, pergolados, árvores frutíferas, assim como vegetações e painéis para sombreamento.

A espiral de ervas e a horta-mandala são elementos clássicos de design permacultural. A espiral de ervas consiste em um canteiro em forma de espiral ascendente que cria vários micro-climas (mais ou menos sol, mais ou menos umidade) e por isso permite a plantação de diferentes tipos de plantas. É utilizado para o cultivo de ervas e temperos. A horta-mandala é uma área de produção de alimentos desenhada de forma que se possa alcançar todas as áreas sem a necessidade de pisar no canteiro, garantindo, assim, a não compactação do solo. Além de seguir princípios de agricultura orgânica através do uso de adubos naturais e de associação de plantas (Molisson e Slay, 1994).

Também conta com a implantação de sistema de coleta de água da chuva realizada através dos telhados e armazenada em cisternas e saneamento ambiental. O saneamento ambiental foi concebido de acordo com o sistema criado pelo Engenheiro Luis Ercole. (Ercole, 2003) Consiste em um sistema de separação de águas negras (provenientes do vaso sanitário) e cinzas (águas provenientes do chuveiro, tanques, pias) e vala de infiltração, de forma a se reintegrar ao solo sem causar contaminações.

4. RESULTADOS ALCANÇADOS

O processo de construção tem possibilitado a participação e interação de diferentes grupos que - além de contribuir e aprender novas tecnologias - passa por processos de reflexão sobre o seu papel e suas possibilidades no desenvolvimento sustentável, ao experienciar práticas coletivas de decisão e execução, assim como presenciarem tecnologias de produção sustentável do espaço. Os mutirões e oficinas realizados na área de bioconstrução, saneamento ambiental e paisagismo produtivo, possibilitaram a participação de forma integrada de representantes de comunidades quilombolas, movimentos sociais rurais e urbanos, agricultores da cooperativa Ecocitrus e estudantes universitários. A realização dessas atividades, além de promover a difusão de saberes e práticas na área da construção sustentável, estimula a troca de experiências entre grupos diferentes e sua percepção crítica.

A materialização desses espaços ainda permitiu que fossem iniciadas as atividades pedagógicas nas áreas de agroecologia, biocombustíveis e permacultura², servindo atualmente como espaço multiuso, além da função de alojamento.

O Centro de Formação do IMCA já se configura como uma referência para diversos público-alvos, além de ser uma estrutura para capacitação de agentes multiplicadores, oriundos de diversas comunidades carentes de qualidade de vida, principalmente no que se refere à soberania alimentar³.

BIBLIOGRAFIA

ERCOLE, Luis Augusto dos Santos. Sistema modular de gestão de águas residuárias domiciliares. Dissertação (Mestrado em Engenharia) Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

KALILI, Nader. Ceramic houses and earth architecture: how to build your own. San Francisco: Harper & Row, 1986

MINKE, Gernot. Manual de Construcción en tierra. Montevideo: Ed Nordam Comunidad, 2001.

MINKE, Gernot. Techos verdes: planificación, ejecución, consejos prácticos. Montevideo: Editorial Fin de Siglo, 2004.

MOLISSON, Bill; SLAY, Reny Mia. Introdução a Permacultura. 1994

FREIRE, Paulo. Pedagogia do Oprimido. Rio de Janeiro: Paz e Terra. 1987.

NOTAS

1 – Projeto e obra de autoria dos Arquitetos Viviane Santi Martins, Iazana Guizzo e Cecília Prompt, em composição com acadêmico de arquitetura Fernando C. Costa.

2 – Permacultura é um sistema de *design* para a criação de ambientes humanos sustentáveis e produtivos em equilíbrio e harmonia com a natureza (Mollison e Slay, 1994).

3 – Soberania alimentar é entendida, de forma geral, como o direito dos povos e comunidades a produzirem sua própria alimentação, de acordo com suas tradições e técnicas, e de também manterem suas próprias políticas para a produção e o mercado agrícola. (Alegria, 2006).

AUTORES

Viviane S. Martins é arquiteta e urbanista, mestranda do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Rural (PGDR) - UFRGS, desenvolve projetos na área de bioconstrução, design permacultural e geobiologia, atendendo áreas urbanas e rurais. Coordena o Núcleo de Estudos em Assentamentos Humanos Sustentáveis da OSCIP União Protetora do Ambiente Natural em São Leopoldo-RS.

Iazana Guizzo é arquiteta e urbanista, mestranda da Pós-Graduação em Psicologia Social - Instituto de Ciências Humanas e Filosofia - UFF – Niterói-RJ.

Cecília Prompt é arquiteta e urbanista e doutoranda no curso Energias Renováveis e Meio Ambiente na Arquitetura na UPC em Barcelona. É especializada em formação em bioconstrução em assentamentos rurais e desenvolve tese sobre este tema.

Fernando C. Costa é acadêmico no curso de Arquitetura e Urbanismo – Ulbra Canoas-RS.

TEMA 5
TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA



REFLEXÕES SOBRE A REDE IBERO-AMERICANA PROTERRA

Marco Antônio Penido de Rezende

Depto. de Tecnologia da Arquitetura e do Urbanismo da Escola de Arquitetura da Universidade
Federal de Minas Gerais – UFMG – BRASIL

Rua Paraíba, 697, Funcionários 30130- 140 Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil

Tel: (55 31) 3409 8823 marco.penido.rezende@hotmail.com

Palavras-chave: Proterra, construção com terra, transferência de tecnologia

RESUMO

Este artigo reflete sobre o desenvolvimento da Rede Ibero-Americana PROTERRA, buscando compreender as causas de seu sucesso e as características de sua evolução. Será útil não só para a melhoria da rede, mas a todos que trabalhem em redes temáticas de conhecimento. A metodologia utilizada foi a da observação participante, e a fonte de dados foram os diversos relatórios e artigos já escritos sobre a rede, e a experiência dos autores na rede. São analisadas e discutidas as razões do sucesso da rede e as possibilidades de melhorá-la. Os principais pontos discutidos são: a necessidade de maior participação dos diversos países membros nos próximos SIACOTs; a redação de documentos nos SIACOTs no sentido de recomendar o ensino formal de construção em terra em todos os níveis; a importância do estabelecimento de materiais didáticos para os cursos formais e informais; os convênios entre instituições como possibilidade de aumento de intercâmbios; a necessidade de troca de informações sobre o desenvolvimento do ensino formal e informal; a utilização da rede como divulgação dos SIACOTs e outros eventos da Rede, utilizando os recursos disponíveis em cada instituição/membro participante; a grande abrangência de possibilidades de atuação da rede; a importante articulação entre arquitetura vernacular e a contemporânea, os monumentos e as novas obras em arquitetura de terra; as novas possibilidades oferecidas pela articulação com as redes nacionais e locais;

1. INTRODUÇÃO

PROTERRA é uma rede internacional e multilateral de cooperação técnica que promove a transferência de tecnologia de arquitetura e construção com terra mediante as seguintes linhas de atuação:

- capacitação e transferência da tecnologia em distintos níveis;
- apoio técnico a projetos de pesquisa aplicada;
- intercâmbio de informações e experiências;
- informação e difusão da tecnologia de construção com terra;
- elaboração de normas e procedimentos de execução das técnicas de construção com terra;
- publicações especializadas sobre estes temas.

As atividades são desenvolvidas por especialistas de universidades, centros de pesquisas, empresas e organizações não-governamentais – ONGs - dedicados ao estudo e aplicação da terra como material de construção. Atualmente, PROTERRA conta com mais de 130 membros procedentes de 23 países.

As raízes de Proterra estão no Projeto de Investigação, que surgiu como parte das atividades do Subprograma XIV – Habitação de Interesse Social, do Programa de Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento – CYTED, e tinha um horizonte temporal de quatro anos (desde os finais de 2001 até os de 2005). Seu objetivo era incentivar o uso da terra como material de construção através da realização de projetos demonstrativos, publicações,

curiosos e outros eventos. Em fevereiro de 2006, com o encerramento do Projeto de Investigação foi criada a Rede Ibero-americana PROTERRA contando com o apoio e a adesão de aproximadamente 90% dos membros do extinto Projeto de Investigação. Entre as atividades que a Rede Proterra vem realizando com regularidade, destacam-se:

- realização anual do Seminário Ibero-americano de Construção com Terra – SIACOT
- realização e apoio a outros seminários, cursos, oficinas (cursos práticos) sobre o tema;
- exposição itinerante de painéis informativos e exemplos da arquitetura e construção com terra;
- publicações impressas e digitais;
- intercâmbio de informações e difusão do conhecimento sobre a conservação / preservação e a construção em terra entre os associados da rede e os demais usuários, mediante solicitações feitas através da lista de debate virtual sobre o tema.

Em que pese seu caráter, por princípio, focado na construção contemporânea, PROTERRA incorporou atividades de profissionais dedicados à preservação do patrimônio por compreender a forte ligação existente entre o conhecimento produzido para a restauração / conservação de edificações, aproveitados na construção contemporânea, pois a base tecnológica desenvolvida para a conservação resgata e mantém viva a tradição e a memória do conhecimento.

Diante do grande número de inscritos na rede, o apoio e a realização de diversos eventos, cursos e publicações, tornou-se importante refletir sobre as razões deste sucesso, na busca de que esta reflexão possa gerar melhorias para a própria rede.

Estudos pioneiros feitos por Neves (2005; 2006), e posteriormente por Coelho e Neves (2007) e Correia e Neves (2008) trataram do tema dentro do contexto mais global das redes e da difusão mundial da arquitetura de terra. Em sequência a estes estudos, este artigo propõe reflexões e aponta possibilidades de pesquisa sobre a Rede Proterra à luz dos resultados obtidos pela Rede referentes às suas atividades, especialmente as realizadas em 2007.

Como metodologia foi utilizada a chamada observação participante. Desenvolvida inicialmente pela antropologia¹, mas também muito utilizada pela área de administração (Roesch, 1999), a observação participante tem sido empregada em diversos campos do conhecimento onde o estudo de fenômenos complexos, em geral sociais, exige a presença do observador, que acaba por se envolver diretamente com o fenômeno estudado. Neste caso o fato do observador estar envolvido com o objeto em análise é considerado como um dado da pesquisa a ser trabalhado e não um problema que inviabilizaria a pesquisa. Esta metodologia soma-se ao levantamento de referências sobre o tema, além das impressões e troca de informações vivenciadas durante a convivência entre os membros da rede. Assim, o que se pretende é apontar algumas questões a serem debatidas pelos membros e interessados na rede para fornecer subsídios às próximas pesquisas.

2. AS REALIZAÇÕES DA REDE PROTERRA

Neves (2006) relatou as realizações do Projeto de Investigação PROTERRA² e posteriormente da Rede Ibero-americana PROTERRA: foram várias publicações feitas com apoio, ou mesmo editadas, pelo Projeto/Rede, além de eventos, oficinas, seminários e cursos realizados, com destaque para os Seminários Ibero-americanos de Construções com Terra, os SIACOTs.

Durante o período de vigência do Projeto PROTERRA/CYTED, havia assembleia anual com a participação da maioria dos seus membros para avaliação das atividades realizadas durante o ano e programação das próximas. Na primeira assembleia, com o objetivo de aproveitar os 15 a 20 especialistas presentes então, foi organizado um seminário para a

divulgação da Arquitetura e Construção com Terra para profissionais e estudantes do local. O evento despertou a eficiência desta realização como forma de destacar o tema para toda a sociedade, e criar a oportunidade de encontro dos profissionais envolvidos com o tema e de apresentarem e discutirem seus trabalhos periodicamente.

Baseados nos dados inicialmente sistematizados por Neves (2006), acrescidos dos dados de 2007 (Boletim 14, 2007), a tabela 1 mostra a evolução destes eventos.

Tabela 1 – Evolução dos SIACOTs

SIACOT	ANO	LOCAL	Artigos	Assistentes	Países
I	2002	Salvador, BR	15	200	10
II	2003	Madrid, ES	49	60	15
III	2004	Tucuman, AR	52	100	10
IV	2005	Monsaraz, PT	95	200	22
V	2006	Mendoza, AR	90	200	16
VI	2007	Tampico, MX	48	367	6
VII	2008	São Luis, BR	a se realizar		

Conforme mostra a tabela 1, constata-se que é significativo o grande número de participantes no primeiro evento e, ao mesmo tempo, o pequeno número no segundo, situação que poderia ser talvez explicado pelo local onde se realizou o segundo evento, a Espanha, país com custos locais mais elevados para todos os latino americanos. Esta hipótese, entretanto, não se confirma de forma absoluta, uma vez que o quarto evento realizado em Portugal, voltou ao patamar inicial em torno de 200 assistentes. No ano seguinte, 2006, durante o V SIACOT em Mendoza, o número de assistentes se manteve em torno de 200, o que, como comenta Neves (2006), é muito significativo, pois este foi o primeiro evento realizado pela Rede PROTERRA, enquanto tal, e sem o apoio financeiro do CYTED que contava o Projeto PROTERRA. Em 2007, em Tampico, houve o significativo aumento no número de participantes, mais de 80% em relação aos maiores eventos realizados até então, atingindo a marca de 367 participantes. Que razões levaram o VI SIACOT a tamanho sucesso de público? De acordo com a tabela 1 e o gráfico 1, houve a redução dos países participantes, o que indica, em contrapartida, maior participação local ao evento. Segundo o Boletim 14 (Proterra, 2007) constata-se dois aspectos que talvez justifiquem o número de assistentes: o VI SIACOT foi realizado em conjunto com o *Seminário Internacional del Diseño Sustentable* e com a participação generosa de estudantes da universidade que organizou o evento e de outras escolas. Percebeu-se a comunhão de participantes interessados em dois diferentes temas, mas que se completaram no foco da própria escola – *Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo*, produzindo um evento com um público significativo.

A diminuição do número de países pode ser talvez atribuída à dificuldade de locomoção dos interessados para o local do evento. A diminuição no número de países talvez seja uma das causas da redução do número de artigos, pois muitos pesquisadores e profissionais, diante da impossibilidade de irem ao evento, podem ter desistido de enviar seus trabalhos para divulgação.

Em relação à evolução do número de artigos científicos publicados nos eventos, considera-se a particularidade do primeiro evento, na verdade a primeira assembléia do Projeto PROTERRA/CYTED, em que somente os membros do Projeto Proterra foram convidados a apresentarem artigos, sustentado na oportunidade de aproveitar a presença de tantos especialistas no mesmo lugar e época. A partir daí aproveitou-se a oportunidade de realização das assembléias do Projeto PROTERRA, para se realizar eventos cada vez mais amplos, resultando um aumento, já no segundo evento, de mais de 200% no número de

trabalhos. A não ser pelo último evento (VI SIACOT em Tampico) a tendência era até então de aumento do número de artigos a cada evento. O curioso é a maior queda de artigos ter acontecido exatamente no evento onde o público foi maior. De qualquer forma, o número de artigos no VII SIACOT, que será realizado em São Luís, e dos seguintes, permitirá analisar se a diminuição do número de artigos do VI SIACOT, de Tampico, foi uma característica específica do evento ou uma tendência em relação aos demais eventos.

Em relação ao número de países representados em cada evento, o curioso é que é o maior o número de países presentes nos eventos realizados na Europa, apesar de se tratar de um evento ibero-americano, que conta com mais países envolvidos no continente americano, com exceção do V SIACOT, realizado em Mendoza, Argentina. Mas embora o número de países presentes neste evento seja superior aos dos demais realizados na América, é importante lembrar que o número de participantes foi o mesmo do SIACOT anterior (em Monsaraz) e, portanto, proporcionalmente há também uma diferença em relação aos demais. A maior presença de países nos eventos europeus poderia ser justificada apenas pelo fascínio do novo mundo pelo velho mundo?

A pouca presença de estrangeiros no VI SIACOT, em Tampico, que teve público recorde, talvez esteja relacionada com as dificuldades econômicas pelas quais passam os profissionais, sem condições de investir recursos financeiros para participar de eventos internacionais, mesmo os mais importantes.

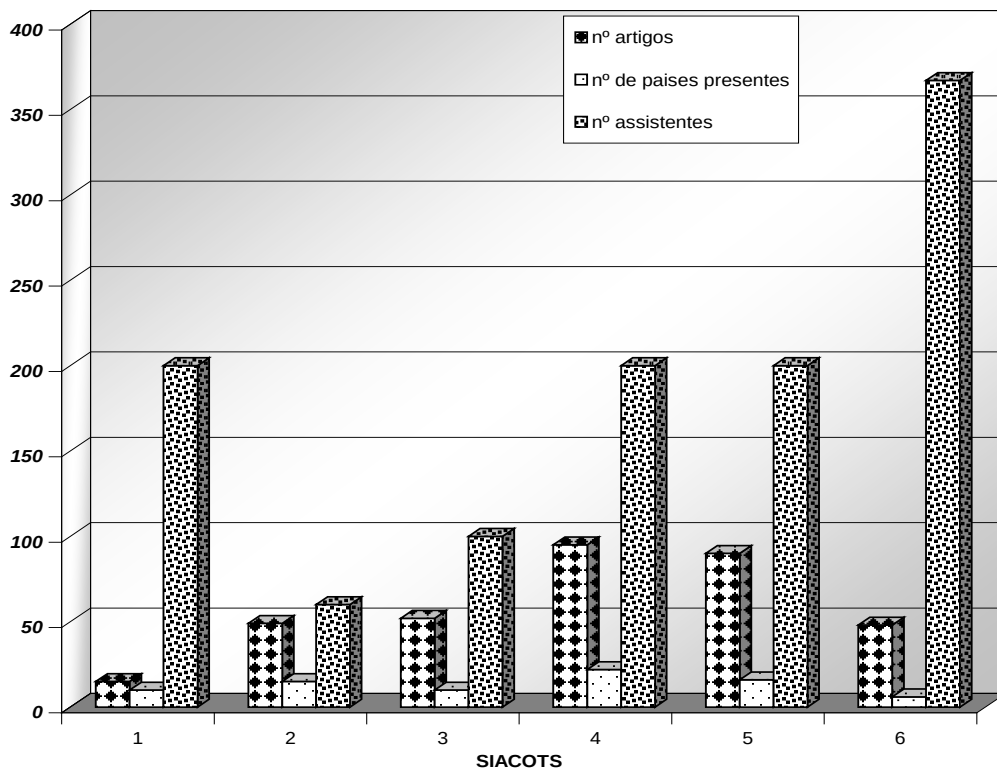


GRÁFICO 1 – Comparação entre o número de artigos, países presentes e assistentes nos SIACOTs

O gráfico 1, compara os três aspectos analisados – número de artigos, número de países presentes e número de assistentes nos SIACOTs. A análise inicial do gráfico não parece mostrar uma relação entre os três fatores analisados. A única possibilidade de interface seria talvez a relação do pequeno número de artigos no último evento coincidente com o pequeno número de países. A diminuição do número de países pode ser talvez atribuída à dificuldade de locomoção para o local do evento. Por sua vez, a diminuição do número de países seja talvez a provável causa do número menor de artigos.

Este aspecto abre um debate em duas direções: os SIACOTs representam um momento de intercâmbio de informação internacional, notadamente entre os ibero-americanos, mas

também funcionam como uma excelente oportunidade para difusão no local onde eles acontecem. Neste sentido, é provável ter ocorrido um momento muito importante para a difusão da arquitetura a construção com terra em Tampico, quando se realizou o VI SIACOT. Entretanto a diminuição do número de trabalhos científicos e de países presentes talvez aponte para a necessidade de se fazer uma escolha estratégica do local dos próximos eventos no sentido de facilidade de acesso e/ou buscar financiamento para a presença de interessados de localidades mais distantes do evento. Neste último caso, para os financiamentos internacionais poderia se pensar em uma distribuição de tarefas entre os membros da rede, no sentido de se levantar e contatar agentes financiadoras. De qualquer forma, o dado mais importante é a continuidade na realização dos SIACOTs.

Durante o ano de 2007, a Rede PROTERRA apoiou a publicação de sete livros (Boletim 13; Boletim 14, 2007), a realização de vários cursos e seminários locais e de três seminários internacionais, além do próprio SIACOT. Deu-se também início a um programa interlaboratorial de ensaios, iniciando com os ensaios de resistência à compressão em adobe. Com a adesão de cinco laboratórios de países três países, esta atividade indica a possibilidade de criação de uma nova estratégia de pesquisa e trabalho conjunto, em que cada pesquisador utiliza os recursos locais disponíveis com resultados significativos no âmbito global.

Esta mesma estratégia já havia sido utilizada na realização do glossário de termos técnicos relacionados à arquitetura de terra. O inovador no programa interlaboratorial é o maior envolvimento das instituições, notadamente de laboratório de ensaios, em uma escala em que cada laboratório envolvido pode assumir, mas que, somado os esforços conseguidos individualmente, provavelmente permitirá a obtenção de dados abrangentes.

Durante o ano de 2008, a Rede continuou a exercer várias atividades apoiando a difusão e pesquisa na área de arquitetura e construção em terra, dando continuidade ao sucesso alcançado até então. Em início de 2008, houve a troca de coordenador o que, aparentemente, não diminuiu a atividade da Rede. Todos os membros continuam com o mesmo comprometimento que sempre demonstraram e cumpriram.

3. AS RAZÕES DO SUCESSO DA REDE PROTERRA

Segundo Coelho e Neves (2007), *“redes são comunidades virtuais, ou presenciais, constituídas em estruturas flexíveis e cadenciadas, que se estabelecem por relações horizontais e interconexas e se sustentam pela vontade e afinidade de seus integrantes, caracterizando-se como um significativo recurso organizacional”*. E comentam que o que mantém a “comunidade” (rede) unida é o conjunto de valores e objetivos que se estabelece como sendo comum cujas decisões são compartilhadas e a participação ocorre de forma colaborativa e não competitiva. Porém, diferente da maioria das redes, Protterra conta com coordenação, estatuto e metas. Também o procedimento de adesão é formal e restrito:

Neves (2006) atribui grande parte do sucesso da Rede à sua horizontalidade. De fato, na Rede Ibero-americana PROTERRA não há hierarquias, todos participam de maneira igual, desde o iniciante ao mais graduado profissional ou pesquisador. Segundo a autora e coordenadora da rede no seu período de fundação até início de 2008, desta forma todos se sentem motivados a participar. Perguntas e questionamentos de membros com menos experiência servem de motivação para reflexão e revisão de conhecimentos dos mais experientes.

Entretanto outros fatores deste sucesso podem ser apontados, começando pela própria qualidade administrativa durante toda a gestão do projeto de investigação PROTERRA/CYTED e na gestão da rede. A coordenadora do projeto instituiu um trabalho coletivo, onde todos os membros de Protterra sentem-se realmente como seu trabalho é parte importante do projeto. Com grande percepção das qualidades e habilidades dos envolvidos, a coordenadora soube chamar a cada um para contribuir, dentro de suas particularidades e potencialidades no projeto coletivo. Esta afirmação é fundamentada nas

conversas informais do autor com vários membros, e na efetiva participação de cada um, e que, seguramente, seria endossada por qualquer *survey* a ser feito.

Desta forma, sem abrir mão de seu papel de coordenação, a coordenadora conseguiu formar realmente um grupo de pesquisa e difusão tecnológica que se sente comprometido pela condução da Rede. Prova disto foi a grande adesão à Rede Ibero-americana PROTERRA, quando do encerramento do Projeto de Investigação PROTERRA/CYTED. Neste caso todos sabiam que não haveria recursos financeiros disponíveis, mas todos perceberam e sentiram a importância de participar da rede.

Outro aspecto importante relacionado diretamente à horizontalidade da rede, é o espírito de difusão do conhecimento que predomina. Todos querem colaborar e passar as informações que possuem em prol do desenvolvimento da arquitetura e construção com terra. As informações fluem com grande qualidade e espírito de colaboração. Este espírito não está necessariamente presente em associações de profissionais e pesquisadores. Para que fosse atingido, provavelmente contribuíram vários fatores. Há o perfil de quem, em geral, se dedica a arquitetura e construção com terra que se caracteriza pela satisfação de difundir e compartilhar o conhecimento. Há a certeza da reciprocidade de tratamento por todos: da mesma maneira que informações são disponibilizadas aos membros da rede, são também obtidas por eles. Há a equidade de tratamento da coordenação e de todos. O conhecimento pessoal por meio da participação nos SIACOTs e em outros congressos e oficinas também é um aspecto significativo. Enfim são vários fatores que acabaram por atingir o resultado, que tem, sem dúvida, contribuído para a difusão do conhecimento em construções em terra.

Mas por hora, vale destacar um destes aspectos: o conhecimento pessoal entre os seus membros, ou pelo menos entre grande parte de seus membros. Facilitado pela realização anual dos SIACOTs e vários outros eventos, esta relação pessoal ajudou a consolidar o clima de apoio recíproco e confiança na troca de informações. É difícil “medir” até que ponto estes conhecimentos pessoais colaboraram na estrutura futura da Rede. Mas este conhecimento, seguramente, ajudou na criação do ambiente de colaboração e confiança presentes na rede.

Há que se destacar também a participação de importantes profissionais e pesquisadores da área. A Rede conseguiu efetivamente mobilizar alguns dos mais notáveis profissionais, pesquisadores e professores ibero-americanos envolvidos com a arquitetura e construção com terra.

4. COMO MELHORAR A ATUAÇÃO DA REDE?

A pergunta é complexa, e é quase uma ousadia querer responder, ou propor questões em uma rede que faz tamanho sucesso. Por outro lado, ao se pretender uma rede ainda melhor, é fundamental a reflexão sobre como criar ações neste sentido. Um dos aspectos já levantados é a necessidade de financiamento para a realização dos SIACOTs e a própria localização estratégica do local dos eventos.

O VII SIACOT, por exemplo, em São Luís, Brasil, caracteriza-se como uma cidade de difícil acesso devido ao custo das passagens aéreas nacionais, e a complicada rota de viagem para a maioria dos estrangeiros que, em geral, entram no país por Rio de Janeiro ou São Paulo para então enfrentar outra jornada até São Luís. Claro que ao se discutir estas questões não se podem criar burocracias e “engessar” o rápido e democrático processo de decisão que sempre caracterizou a rede. Os organizadores justificam a escolha do local como a oportunidade de levar a Arquitetura e Construção com Terra a diversas regiões dos países para poder atingir um público que não teria oportunidade caso este fosse realizado em outros locais. Acredita-se que este é apenas um dos fatores a ser pensado, que não pode ser desconsiderado. Por outro lado, associado a ele está a questão do financiamento sobre o qual se poderia desenvolver ações mais constantes em órgãos internacionais como, por exemplo, a UNESCO.

Mas este é apenas um dos aspectos que envolve a rede. Mais significativo que a questão do financiamento sempre foi a agilidade e criatividade dos membros da rede. E é neste aspecto que cabe aqui uma reflexão. No V SIACOT, em Mendonza, decidiu-se estruturar uma publicação coletiva na área de arquitetura e construção em terra. Fez-se a seleção de temas, elegeram-se os coordenadores para cada tema, mas até o momento pouco avançou esta publicação coletiva. Sabe-se que todos têm falta de tempo. Mas acredita-se que valeria a pena repensar o assunto e identificar qual seria o melhor caminho para desenvolver esta atividade.

Pensando na rede como um elemento de difusão vários aspectos podem ser comentados. Em primeiro lugar várias frentes de atuação, trabalho e pesquisa se fazem necessários. São importantes desde o levantamento, registro e discussão sobre a preservação das técnicas vernaculares ainda hoje presentes em vários países latino-americanos, até pesquisas laboratoriais, incluindo a utilização de novos produtos e tecnologias, passando é claro, por todas as questões relacionadas à preservação dos monumentos em terra e a necessidade da construção de novas habitações. A Rede Ibero-americana PROTERRA pode contribuir com todas elas. No campo da pesquisa de laboratório, o já citado programa interlaboratorial, registra com sucesso a sua primeira etapa, com os ensaios de resistência à compressão de adobes, e já caminha para a etapa seguinte.

No campo da pesquisa e também do ensino formal há que se pensar em uma rede de convênios entre as diversas instituições presentes na rede. Estes convênios poderiam facilitar além da troca de informações e desenvolvimento de atividades e pesquisas conjuntas, a mobilidade entre os professores e de alunos envolvidos. É fundamental explorar melhor as possibilidades de intercâmbio, inclusive com possibilidade de financiamento que existem entre os países. A concretização de cada convênio exige razoável esforço e dedicação, pois as instituições são muito burocráticas, especialmente quando se trata de convênios internacionais, mas o resultado é sempre positivo.

Pensando ainda no ensino formal, em todos os anos de atividade da Rede são relatados vários cursos formais em diversas instituições e países. Por isso, em um próximo SIACOT poderia ser realizada uma mesa redonda, ou mesmo uma série de trabalhos, procurando comparar como se desenvolvem estes cursos, como eles poderiam ser melhorados e, sobretudo, como se poderia mostrar às diversas instituições a necessidade de realizá-los. Neste sentido, como os SIACOTs são os eventos mais significativos da área, talvez se devesse pensar em elaborar no final dos eventos documentos no sentido de mostrar a necessidade do ensino formal de arquitetura e construção em terra nos cursos técnicos e superiores da área. Ter este documento em mãos significaria para cada um dos professores envolvidos com o ensino formal, mais um aval para o desenvolvimento de suas atividades, e convencimento de seus pares e da direção de suas instituições.

Outro aspecto que poderia ajudar na difusão da arquitetura de terra, seria uma sistematização, divulgação e inclusive elaboração de materiais didáticos mais adequados às realidades latino-americanas de ensino superior.

No campo de ensino informal, as oficinas realizadas nos SIACOTs e em outros eventos da Rede são um exemplo do dinamismo que os diversos profissionais envolvidos com a Rede possuem nesta área. Os relatos registrados e experiência acumulada nesta área constituem um material tão amplo, que todo material produzido possibilita estruturar cada vez melhor os eventos seguintes, em que pese a grande importância das diferenças regionais onde cada oficina é realizada.

A meio caminho, entre o ensino formal e informal, tem-se os diversos cursos voltados mais especificamente a formação de pedreiros e operários da construção civil. Estes cursos têm importância fundamental na difusão da arquitetura e construção em terra. Vários países têm diversas ações nesta área que poderiam ser sistematizadas para melhor avaliação. O apoio da Rede PROTERRA a este tipo de formação também poderia ter desdobramentos positivos para o incentivo a estas atividades.

No campo das publicações seria talvez o caso de se começar a pensar em como cada um dos países e instituições participantes podem contribuir para se conseguir manter as publicações na área, mas utilizando também a força e qualidade que poderiam advir de publicações envolvendo alguns membros da rede em áreas específicas.

Um campo de articulação importante é a relação entre a arquitetura vernacular, a preservação de monumentos e a produção de novas moradias em arquitetura de terra. De fato, a existência da arquitetura vernacular é garantia da existência de mão-de-obra para restaurar monumentos e construir novas habitações. Por outro lado a necessidade de restaurar e conservar monumentos pode ajudar a valorizar a arquitetura vernacular e financiar pesquisas que podem ser úteis também as habitações contemporâneas. Finalmente a pesquisa para novas habitações foi responsável por boa parte do desenvolvimento do conhecimento sobre a arquitetura de terra, tendo desdobramento importante sobre o processo de conservação das arquiteturas históricas em terra. Portanto, essa tríade, já reconhecida por algumas das instituições de pesquisas e fomentos internacionais mais importantes, não pode ser perdida de vista por nenhum dos membros da rede. Um dos aspectos positivos da rede é exatamente esta soma de esforços. Desta forma pode se otimizar a busca de recursos, o desenvolvimento de atividades, e o avanço do conhecimento em si.

Um novo campo de atuação a ser perseguido é a articulação com as diversas redes nacionais ou temáticas que se estruturam nos diversos países ou com objetivo específico. Como elas podem se reforçar mutuamente e evitar re-trabalhos? Como identificar ações que poder ser realizadas conjuntamente?

Finalmente como um primeiro passo para um retorno mais sistematizado da forma como os participantes da rede têm visto, e vivido a contribuição da rede na difusão da arquitetura e construção em terra, é proposto um questionário. Neste primeiro momento, o objetivo é lançar o questionário para que todos os membros da rede possam criticá-lo. A partir desta crítica pretende chegar-se ao questionário definitivo, a ser respondido por todos.

O questionário foi pensado objetivando atender dois requisitos básicos: não ser muito longo e estar aberto o suficiente para permitir variadas inserções de informações. Desta forma chegou-se a este primeiro modelo, que apresenta três questões abertas, a primeira relativa ao início da participação do entrevistado na rede, a outra relativa a atuação da Rede até o momento e a outra sobre as perspectivas futuras.

1. Membro de Proterra desde: _____
2. O projeto e a rede PROTERRA ajudaram na difusão e pesquisa da arquitetura de terra em sua região e país? Como?
3. Como você acha que a Rede poderia melhorar a sua atuação?

5. CONCLUSÕES

Este artigo se propõe a lançar questionamentos sobre o desenvolvimento da Rede Proterra, e dar continuidade às reflexões aqui pontada. Sendo assim, mais do que concluir o objetivo foi de analisar e convidar ao debate construtivo sobre os caminhos a serem percorrido pela Rede.

A atuação de PROTERRA em 2007 confirmou a grande quantidade de atuações que já vinham ocorrendo na realização de eventos, cursos, oficinas e publicações. Inaugurou também uma pesquisa interlaboratorial que pode gerar além de seus resultados uma nova forma de colaboração entre os membros da rede.

Como pontos de discussão destacaram-se: a necessidade de maior participação dos diversos países membros nos próximos SIACOTs, a redação de documentos nos SIACOTs no sentido de recomendar o ensino formal de construção em terra em todos os níveis; a importância do estabelecimento de materiais didáticos para os cursos formais e informais;

os convênios entre instituições como possibilidade de aumento de intercâmbios; a necessidade de troca de informações sobre o desenvolvimento do ensino formal e informal; a utilização da rede como divulgação dos SIACOTs e outros eventos da Rede, utilizando os recursos disponíveis em cada instituição/membro participante; a grande abrangência de possibilidades de atuação da rede; a importante articulação entre arquitetura vernacular, os monumentos e as novas obras em arquitetura de terra; as novas possibilidades oferecidas pela articulação com as redes nacionais e locais.

BIBLIOGRAFIA

BRANDÃO, C. R. (1981). Pesquisa Participante. São Paulo: Brasiliense.

CARDOSO, R. A (1986). Aventura Antropológica. Rio de Janeiro: Paz e Terra.

COELHO, Ana Cristina V.; NEVES, Célia (2007). A arquitetura e construção com terra viajando nas redes virtuais: patrimônio cultural do século XXI. In: 5º Arquitectura de Terra em Portugal, Aveiro (Portugal). **Actas...** Aveiro: Universidade de Aveiro. 1 CD-ROM.

CORREIA, Mariana; NEVES, Célia (2008). Transfer of knowledge & network on earth architecture. Apresentação no XXV International Congress on Earthen Architecture Conservation. Bamako

NEVES, Célia. (2006). Cinco anos de arquitetura e construção com terra e Proterra em Ibero-américa. In: TERRABRASIL 2006, Ouro Preto (Brasil). **Atas...** Belo Horizonte: UFMG; PUC MINAS; PROTERRA. 1 CD-ROM.

NEVES, Célia. (2006). Relatório Final Projeto de Investigação Proterra- CNPq/CYTED

NEVES, Célia, (2005). Relatório Anual Projeto de Investigação Proterra – CNPq/CYTED

PROTERRA. Boletim 13, Jan-Mar, 2007

PROTERRA. Boletim 14, Abri-Dez, 2007

ROESCH, S. M. A. (1999). Projetos de Estágios e de Pesquisa em Administração. 2 ed. São Paulo: Atlas.

AGRADECIMENTO

À Célia Neves, coordenadora do Projeto de Investigação PROTERRA desde 2001 e da Rede Ibero-americana PROTERRA até abril de 2008 por fornecer os documentos e diversas outras informações fundamentais para o trabalho do autor.

A todos que colaboram para a existência da Rede PROTERRA e a alimentam com registros, difusão de informações e intercâmbio de idéias, sem as quais este artigo não seria possível.

NOTAS

1 - Devido a importância deste método para a Antropologia existem várias obras sobre o tema entre as quais pode se destacar: BRANDÃO, (1981) e CARDOSO(1986).

2 – A Rede Ibero-americana PROTERRA foi formada a partir da finalização do Projeto de Investigação PROTERRA financiado pelo Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnologia para el Desarrollo – CYTED (Neves, 2006)

AUTOR

Marco Antônio Penido de Rezende, arquiteto (UFMG, 1987); Mestre em Arquitetura e Urbanismo (UFMG, 1998); Doutor em Construção Civil (POLITECNICA, USP, 2003). Professor Escola de Arquitetura da UFMG atuando nas áreas de difusão de novas tecnologias, restauração de construções antigas e história das técnicas, nos cursos de graduação de arquitetura, história e na pós-graduação interdisciplinar em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável tendo coordenado vários cursos, pesquisas e escrito artigos na área de arquitetura de terra.



TECNOLOGÍA Y PRODUCCIÓN DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA: ASPECTOS PEDAGÓGICOS DE LA TRANSFERENCIA A SECTORES POPULARES EN MISIONES, ARGENTINA

Eva Isabel Okulovich, Gilberto Haselstron, Graciela Anger, María Ernestina Morales

Facultad de Artes. Carhue 832, Oberá, Misiones, Tel: (37 55) 401150 evaoku@arnet.com.ar

Palabras claves: tecnología productiva, BTC, población rural

RESUMEN

El estudio de los aspectos pedagógicos de las acciones de transferencia de tecnología en actividades de extensión de la Universidad y de las prácticas artísticas plásticas populares de Oberá, proporciona claves para entender fenómenos relacionados con la transferencia, a la vez expone modos y estilos de conocimiento adecuados para una educación tecnológica y artística viable, orientados hacia el desarrollo de la autonomía de la población. A partir del reconocimiento de la posibilidad de intervención de la Universidad, con aportes consistentes en desarrollos de tecnología productiva y artística, basados en el uso de materiales de la región, aptos para la construcción de viviendas con tierra autogestivas -en sectores poblacionales rurales y suburbanos de menores ingresos- a los que el Estado no llega con sus tradicionales Planes Habitacionales. Y, convencidos de que, si el mundo de los saberes a aprender está alejado de los saberes prácticos cotidianos, se genera una brecha cultural y epistemológica que vuelve difícil la transferencia de conocimientos como hecho pedagógico crítico. Entonces, indagamos los aspectos pedagógicos involucrados en la interrelación teoría-práctica de las actividades de transferencias de tecnología productiva de BTC, su relevancia en el desarrollo de la autonomía de los destinatarios. Paralelamente, realizamos el diagnóstico de prácticas artísticas populares, que nos permitió incorporar la naturaleza de la estética como práctica artística propia de la cultura a que pertenece el sujeto. Los modos detectados de abordaje y de apropiación de los contenidos teórico - prácticos de los destinatarios, a partir del encuentro entre el *saber popular* y el *saber académico*, y el descubrimiento de las bases que orientan el comportamiento estético popular en Oberá; nos permiten destacar algunas líneas pedagógicas y metodológicas para nuevas propuestas de transferencia tecnológicas y productivas de materiales y técnicas para la construcción de viviendas con tierra, autogestivas y para la producción artística.

1. INTRODUCCIÓN

En este artículo abordamos el tema de la transferencia en tanto acción concreta de la interrelación de la teoría con la práctica a efectos de problematizar la vinculación del medio académico con el entorno social en tanto articulación de mundo de saberes construidos y la transposición didáctica como vehículo que los constituye en saber a enseñar y saberes aprendidos.

Recortamos como objeto de indagación los aspectos pedagógicos de las acciones de transferencia de conocimientos en prácticas productivas con el objetivo de analizar las relaciones pedagógicas e identificar el modo de apropiación de los oleros en una interacción donde miramos con atención a la dimensión de los vínculos y la comunicación.

Por un lado, el núcleo central del trabajo se recorta como "los aspectos pedagógicos de una experiencia de transferencia" de tecnologías de la tierra para el desarrollo de prácticas productivas y, con respecto a las prácticas artísticas, se realizó un relevamiento diagnóstico para delimitar el tipo de manifestaciones estéticas, plásticas y visuales existentes, además de presentar tendencias para el aprendizaje de este tipo de prácticas.

El trabajo empírico se concretó en un asentamiento de oleros no propietarios, radicado en el Dpto. de Guaraní de la provincia de Misiones.

Nuestra formación académica de grado (profesora en cerámica), ha sido propiciada dentro una cultura hegemónica caracterizada por su enfoque restringido al arte de artistas.

La percepción de fenómenos de "arte-no arte" en la interacción cotidiana con personas de diferentes sectores de la sociedad, fueron poniendo de relieve posibilidades de manifestaciones artísticas no tradicionales y de prácticas no sistematizadas.

La formación en la Universidad Nacional de Misiones, nos permitió, no solo acceder a "otras perspectivas científicas", sino también a revalorar las Ciencias Sociales, y dentro de ellas a la "Educación artística", considerándola como un hecho de humanización.

De esta forma - articulando el proceso formativo permanente con las experiencias laborales tanto de enseñanza como de investigación- se fue configurando la temática elegida para este trabajo y sus objetivos: indagar acerca de la mejor forma de realizar la transferencia de tecnologías productivas y artísticas a grupos de ámbitos no académicos o populares, en este caso en particular, a las familias campesinas oleras.

Para ello, en primer término observamos los aspectos pedagógicos involucrados en la transferencia de tecnologías para el desarrollo de prácticas productivas, asumiendo una posición atenta a la dimensión social de la formación humana.

Comprendiendo al aprendizaje y a la enseñanza como fenómenos situados, nos preocupamos por la descripción del ámbito geográfico y cultural de los oleros prestando especial atención a la actividad de la olería, que se constituye en el centro o motor vital de las dinámicas familiares y socio culturales.

Por otra parte, nuestro acercamiento a las prácticas artísticas plásticas autogestivas que realizan los oleros, se limita -en este trabajo- a un relevamiento diagnóstico que nos permita incorporar las diferencias no reconocidas por los patrones establecidos dejando abiertas posibilidades de proyección de transferencias en este campo.

Los resultados obtenidos se convierten en posibles orientaciones para la enseñanza, la investigación y la extensión universitarias transferibles a otros escenarios y sujetos. No es nuestra intención redactar prescripciones a modo de un "manual de transferencia".

Ambicionamos a contribuir en la elaboración de criterios y de pautas que puedan aportar tanto a la intervención de las instituciones que pretenden acompañar a estas familias en sus proyectos de vida como así también a la elaboración de las políticas educativas y culturales para la zona.

Por otra parte, tanto el tema como los resultados provisionales pretenden instalar el debate y la reflexión crítica del paradigma científico y cultural dominante.

El campo de esta investigación es el área de "artes plásticas", situándonos en el campo profesional del "arte", con aportes de teóricos de la sociología (Bourdieu, 1992), los antecedentes antropológicos en el tema oleros (Bartolomé, 2000; Schamber, 1999; Cebolla, 1988) y, dentro del paradigma de la pedagogía crítica, elegimos la postura y los principios de la pedagogía de Paulo Freire.

En relación con las prácticas artísticas plásticas de los campesinos oleros, aspiramos a la vigencia de una actitud de respeto, inherente a la vocación de todo trabajador del arte.

Además del respeto, aspiramos a asumir un sistemático trabajo de rescate y revalorización de esos conocimientos y técnicas; no como una simple curiosidad para construir objetos de análisis desde nuestros marcos teóricos preestablecidos, sino como contenidos valiosos de los cuales partir en futuras prácticas pedagógicas.

El modelo metodológico que nos permitió movernos en este sentido es el de un paradigma emergente (Bisquerra, 2000) con predominio cualitativo del enfoque exploratorio (Samaja, 1993).

La construcción del marco teórico nos ha permitido ampliar nuestros esquemas interpretativos, en relación con la transferencia y los aspectos pedagógicos desde la línea teórica de la pedagogía crítica de Freire (2002) enriquecida por las conceptualizaciones de la teoría

sociológica de Bourdieu (1992), cultural de Taylor y Bogdan (1996) y de la filosofía del arte de Cassirer (1999).

El trabajo de campo se focalizó en las experiencias de transferencias productivas observadas y registradas. El análisis detallado de los procesos de interacción del científico investigador con los oleros en la transferencia del uso de una máquina productora de BTC, nos ofreció los datos para describir las prácticas pedagógicas que se pusieron en juego, haciendo hincapié fundamentalmente en el modelo interactivo y dialéctico.

Finalizamos el recorrido textual enunciando las conclusiones, consideraciones varias acerca de los objetivos que se propusieron, los interrogantes que se fueron gestando, los aportes para realizar transferencia de saberes académicos -tecnológicos y artísticos- a partir de un acercamiento entre los conocimientos prácticos y científicos mediante experiencias que partan del reconocimiento y la aceptación de los modos de producción del artesano y la posibilidad de propiciar mecanismos de inclusión descubriendo significaciones y advirtiendo nuevos interrogantes que sin lugar a dudas nos nevará a continuar investigando.

Finalmente, deseamos expresar la significación personal de este trabajo en relación con nuestra práctica profesional cotidiana, constituyó un ejercicio para integrar las actividades investigativas a la práctica profesional docente, y no asumir a aquellas como "un corte" sino incorporado a la formación docente y artística.

2. ASPECTOS PRELIMINARES

Hipótesis: En primer lugar consideramos que la detección de aspectos pedagógicos involucrados en la interacción teoría-práctica de las transferencias de tecnologías productivas a un sector social determinado, en un contexto de acciones de extensión universitaria y la identificación de lo más valioso para el desarrollo de la autonomía de los oleros, posibilitaría su utilización en transferencias de tecnologías artísticas plásticas del medio académico a contextos de idénticas características.

En relación con esta posibilidad consideramos que el conocimiento de las tendencias en prácticas artísticas de los oleros, favorecería el diseño de propuestas de transferencia de saberes artísticos que promuevan la mejora de condiciones laborales de este sector, conformamos esta idea como segunda hipótesis.

En cuanto a los objetivos que funcionaron como rectores de nuestra búsqueda, nos permitió:

- La determinación de los aspectos pedagógicos relevantes involucrados en las transferencias productivas en un contexto de acciones de extensión de la Universidad con oleros No Propietarios.
- El relevamiento en carácter de diagnóstico de las prácticas artísticas de los oleros, a partir de la identificación de las características de las mismas.
- La sistematización de tales conocimientos nos permite contar con cierto bagaje teórico y metodológico para diseñar nuevas propuestas de transferencia de tecnologías a los oleros de la zona para la producción artística, a la vez de constituirse en insumos para otras acciones académicas relacionadas.

Para la comprensión de la complejidad de la problemática consideramos en la construcción del marco referencial los conceptos teóricos de cultura y arte desde distintas perspectivas, así como el de imagen visual desde una perspectiva artística.

En lo referente a los conceptos pedagógicos acordamos con los principios de una formación profesional genuina, las dimensiones de la pedagogía crítica y la educación artística pública y la transferencia, el arte como un derecho y la idea de configuraciones didácticas como modelo de interpretación de las prácticas pedagógicas.

Ingresamos al terreno empírico con una caracterización del sitio de las olerías o contexto de producción, los sujetos y las prácticas de los mismos en torno de la producción de ladrillos

artesanales, como así también una percepción del valor y sentido que el mismo olero le da a sus prácticas. Aspectos que consideramos esenciales para comprender y pensar una educación situada.

3. ASPECTOS PEDAGÓGICOS INVOLUCRADOS EN LA INTERACCIÓN TEORÍA-PRÁCTICA DE LAS TRANSFERENCIAS DE TECNOLOGÍAS PRODUCTIVAS

En relación con la primera dimensión de nuestra indagación podemos sintetizar algunos hallazgos logrados del trabajo en terreno, compartiendo una experiencia de transferencia de docentes investigadores de la UNAM comprometidos con el sector, que han llevado como nueva propuesta de tecnología productiva al olero, una máquina productora de bloques de tierra comprimida¹ (BTC), la cual aporta cambios tecnológicos al proceso manual, introduciendo menor esfuerzo y maximización de uso del tiempo, representando una aceleración del proceso que redundará en una ventaja productiva y un beneficio importante para la salud.

Comparativamente con el sistema tradicional, dicha tecnología opera reemplazando dentro del proceso manual de las etapas de malacateado, cortado y canteado; con tareas rotativas, y permite la producción con todo tipo de arcillas puras o en mezclas, sin agua adicional.

Acompañamos como observadores no participantes, dos momentos de la transferencia en los cuales el profesor investigador a cargo de la misma, desarrolló las explicaciones y la enseñanza del uso de la máquina.

Realizamos el análisis de la configuración didáctica atendiendo a: las interacciones de los sujetos y el objeto; la relación dialógica construida entre el académico y el artesano; el modo de apropiación del conocimiento de los oleros; la metodología del profesor. El análisis exhaustivo de los registros nos permitió encontrar los modos de organización de la “clase”, desmontando cada uno de los componentes de la configuración.

En síntesis podemos establecer los aspectos nodales de la misma, como vías disponibles para aprender pues consideramos que la situación de transferencia ha sido un hecho pedagógico constructivo debido a algunos aspectos que rescatamos en estas conclusiones:

- La centralidad del rol del docente, de sus intervenciones en el proceso de transferencia, en tanto sujeto que porta los saberes a enseñar y lleva a cabo estrategias constructivas que colaboran para que el que aprende, desde su estado previo de saberes prácticos, pueda apropiarse de los nuevos saberes e incorporarlos a su red de sentidos.
- Por otra parte, en la dinámica de dicha dialéctica, observamos cómo el teórico reacomoda sus saberes y reformula su posición teórica a partir del intercambio con los prácticos.
- El punto de partida del profesor se instaló en el reconocimiento, respeto y valorización de los saberes de los oleros; como lo dice Freire (2002: 31): “*saberes socialmente contruidos en la práctica comunitaria*”, actitud -al igual que otras características de su práctica docente- que evidencia un posicionamiento en el paradigma freireano. Los conocimientos de los oleros pertenecen al mundo de la experiencia práctica, y en ellos se basan las estrategias planteadas, logrando mantener durante todo el proceso un clima de interés y atención participativa.

Durante el desarrollo del proceso, se mantuvo el centro en la actividad, en la tarea, en torno a la cual se fue planteando un acercamiento al objeto sobre la base de observación, fundamentalmente en la primera etapa, explicaciones, manipulaciones del objeto, pruebas, ensayos, errores, nuevas pruebas, producto y evaluación. Las situaciones de aproximación se plantearon desde la problematización, la inducción a través de la duda metódica y la ejercitación mediante el ensayo y el error.

Es oportuno recordar lo que sostiene Friere (Ídem: 27) en relación a que:

El educador democrático no puede negarse el deber de reforzar, en su práctica docente, la capacidad crítica del educando, su curiosidad, su insumisión.”, en este sentido, observamos situaciones de alto “rigor metódico” donde “enseñar no se agota en el tratamiento del objeto o del contenido, hecho superficialmente, sino que se extiende a la producción de las condiciones en que es posible aprende críticamente.

- Las situaciones de aprendizaje permitieron seguir paso a paso el proceso en un avance espiralado que mostró cómo el docente fue retirando paulatinamente el andamiaje y los oleros fueron tomando protagonismo en la resolución de los problemas.
- Este proceso estuvo sostenido pedagógicamente en algunas decisiones clave del docente: el olero conoce la meta; ésta está relacionada con sus intereses prácticos y con la familiaridad de los materiales y del ámbito; va haciendo explícitos los conocimientos; acompaña cada acto con la explicación verbal correspondiente; invita al otro a colaborar; deja probar y equivocarse; consulta; intercambia los roles; acepta sugerencias, apoya con explicaciones; favorece la integración de saberes; evalúa permanentemente el proceso y favorece la reflexión crítica, considerando al error como parte de los aprendizajes.
- El equilibrio entre los contenidos que se enseñaron y las estrategias utilizadas con un estilo de comunicación apropiado iba provocando el descubrimiento de las relaciones por los oleros, favorecido por la cesión gradual del experimento a los mismos, hasta su dominio total. Acciones propiciadas por la interacción, discusión y resolución de problemas entre los educandos, el fortalecimiento de la confianza, la pérdida de la timidez y el establecimiento de vínculos entre los participantes y el docente.
- El planteo dialógico de la enseñanza teórico práctica fue propiciado por el desarrollo de procedimientos cognitivos como: observar, comparar, relacionar, integrar, valorar, etc. Todos dispositivos que favorecen conductas creativas no repetitivas ni estandarizadas.
- La actitud del docente, en tanto vía disponible para el aprendizaje se caracterizó por la paciencia, la humildad, la predisposición, sustentadas en el conocimiento de su ciencia y en la valoración del saber del olero.
- Importante papel juegan en estas situaciones de transferencia el ambiente de aprendizaje y los modos de interacción que se constituyen en los encuentros cara a cara, en la horizontalidad de las relaciones favorecida por los vínculos familiares y vecinales preestablecidos y por el tamaño reducido de los grupos, condiciones que permiten aprovechar y utilizar de manera óptima la actitud colaborativa del grupo.
- Reflexiones aparte merece la dimensión comunicativa del proceso, clave de la transferencia pedagógica, ya que si ella es importante en todo hecho pedagógico, lo es más aún en situaciones de enseñanza a sujetos de sectores populares en ámbitos no formales.
- La demostración práctica la realizó con rigor lógico y epistemológico, en un nivel de lenguaje que acompañó todo el tiempo las necesidades de las explicaciones y aseguraron la comprensión.
- En los códigos de comunicación de los oleros cobran importancia junto a los verbales, toda la carga significativa que tienen los gestos, los movimientos corporales, los silencios, y lo no dicho del mundo de los oleros.
- En las situaciones compartidas con los oleros adquiere relevancia la presencia del silencio, disciplina que fue asumida con rigor y que tiene un valor tan importante como los parlamentos que se dan cuando los sujetos hablan y escuchan. El profesor ejerció el control de la necesidad de decir su palabra hasta tanto no fuera reclamada por los oleros. Contrariamente a los estilos de comunicacionales académicos, en muchas ocasiones, fueron las preguntas de los “alumnos” las que motorizaron el diálogo. El docente no perdió oportunidad para motivar, desafiar, estimular las preguntas.

- El discurso de la transferencia se caracterizó por un esfuerzo crítico del profesor por develar la comprensión de la máquina de fabricación de los BTC y sus mecanismos a través del diálogo, dinámica en la cual el profesor insistía en una traducción permanente del sentido de sus explicaciones.
- El esfuerzo crítico de los oleros estuvo puesto en la comprensión de las situaciones problemáticas y la posibilidad de transferencia de aprendizajes prácticos anteriores, como consecuencia del desempeño del oficio.
- La curiosidad de las dos partes, al servicio del objetivo compartido produjo hallazgos cada vez más certeros en relación al perfeccionamiento del mecanismo y la producción de los ladrillos.

4. EL TERRENO DE LAS EXPRESIONES ARTÍSTICAS PLÁSTICAS DE LOS OLEROS

La posibilidad de operar con estas configuraciones en el terreno de las expresiones artísticas plásticas nos llevaron a buscar tales tendencias en las prácticas, no de género –como los intentos habituales en las investigaciones de nuestro campo- sino en relación con los intereses de aprender arte y con las fachadas y los interiores de las viviendas consideradas como escenario de comportamientos estéticos (artístico plástico).

Nuestra aproximación a estas expresiones y manifestaciones nos permitieron sistematizar tendencias en relación con las prácticas artísticas de los oleros NP de Guaraní (oleros no propietarios), tales como:

- Las metas de toda actividad son en primer lugar prácticas y en segundo lugar se puede vislumbrar una función estética determinada por el gusto y lo que les parece *lindo*, dentro de los principios de la necesidad.
- Existe una disposición estética en la estructura formal y material del exterior de las viviendas, fundamentada en los gustos por la elección de los materiales y en la organización de los colores dominantes (gama de grises y tierras) y las texturas predominantemente formales (superposición y yuxtaposición). Se destaca la simetría, puesto que es una constante la combinación de direcciones verticales, horizontales y oblicuas, con predominio de la verticalidad en el diseño de las viviendas, ostentadamente visibles en los cercos de madera y corredores; elementos todos que están determinados por la *necesidad* y la naturaleza de los materiales disponibles.
- La tendencia a lo decorativo en el interior de las viviendas se resuelve en una preferencia por las imágenes figurativas y naturales. Hay una tendencia a contrarrestar el gris y opaco del exterior con imágenes brillantes y coloridas en el decorado interior, donde además se observa una manera particular de cultivar lo estético fundada en la familia, la religión, los cultos paganos y los elementos de la naturaleza animal y vegetal a través de imágenes y objetos no utilitarios, dispuestos en forma abigarrada y asimétrica. Organización que se caracteriza por la coexistencia de polaridades (lo religioso y lo pagano, lo opaco y lo brillante, etc.). Demuestran en la disposición arbitraria de imágenes y objetos, la capacidad para clasificar y distinguir dentro de su universo, los objetos que merecen ser abordados y reconocidos con valoración estética, obedeciendo las propias reglas que son extraídas de su universo de sentido, donde las imágenes, con diverso valor simbólico se yuxtaponen y superponen simultáneamente.
- En cuanto a las posibilidades de formación artística manifiestan su interés y predisposición a aprender nuevas tecnologías para el trabajo con barro en primer lugar, aunque algunos nombraron también la madera como posibilidad. Dan cuenta así del valor que el mismo tiene en sus vidas como materia prima y del sentido pragmático de la acción y del trabajo. Todas sus manifestaciones están teñidas de un claro sentido y conciencia del “ser oleros”. Existe una marcada propensión hacia las actividades colectivas y grupales durante el tiempo libre.

- La tendencias artísticas detectadas tanto en el exterior de las viviendas como en el interior –intimidad que resguardan celosamente- están sesgadas por el carácter de necesidad.
- La presencia de casos de práctica personal de producción artística, dejan pistas para buscar otras posibilidades de inclinaciones personales o de grupos e indagar acerca de los modos en que estos aprendizajes se dieron.

5. APROVECHAMIENTO DE FORMATOS DEL PARADIGMA CRÍTICO EN TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍAS PARA LA PRODUCCIÓN ARTÍSTICA

La articulación entre los contenidos de las expresiones artísticas y las formas detectadas en la transferencia tecnológica, se encuentran en los modos de configurar la situación de aprendizaje atendiendo a los sujetos, al contexto y a los particulares contenidos del objeto de la transferencia. En esta zona de articulación o de aprovechamiento de los formatos del paradigma crítico podemos destacar algunas líneas pedagógicas y metodológicas para una nueva propuesta de transferencia de tecnologías para la producción artística a los oleros de la zona. Los hallazgos sistematizados y los que podamos seguir encontrando nos proporcionan elementos para vislumbrar o entender la transferencia como servicio a ser adaptado para cada contexto y para cada grupo particular de sujetos. Los aprendizajes en la configuración de proyectos de transferencia de saberes académicos para los oleros en particular o para sectores populares, en general, requieren de modos estratégicos de plantearlos.

- Los espacios de las olerías podrían transformarse, no exclusivamente, en el ámbito de realización de las prácticas artísticas pues facilitan: la familiaridad, el aprovechamiento de los vínculos, la organización y disposición no formal de los grupos, y un estilo de comunicación particular. Además de exigir al académico una preparación especial para entrar en terreno.
- El abordaje de la enseñanza de las tecnologías para la producción artística debería partir desde el reconocimiento de los saberes prácticos y proponer una lógica empírico-teórica, mediante demostración práctica y explicaciones oportunas durante experiencias de modelado abiertas y libres.
- Plantear como una constante el ejercicio de la evaluación, autoevaluación y metarreflexión en función de las metas propuestas, como así también la resignificación del lugar del error.
- Recurrir a la enseñanza de contenidos y recursos procedimentales para incentivar demandas particulares de aprendizaje sin desatender la actitud colaborativa que caracteriza al grupo y que es altamente beneficiosa para el aprendizaje artístico.
- Los saberes previos y los capitales simbólicos de los oleros en relación con las producciones artísticas plásticas relacionados con el contexto y la actividad de producción, se conjugan con esquemas cognitivos y vínculos intersubjetivos construidos histórica y socialmente y se constituyen en punto de partida para encontrar un camino entre lo académico y lo popular por medio de estilos de comunicación y modos de enseñar de una pedagogía crítica que partan de la valoración del otro y una convicción de la acción liberadora de la Educación.
- La posibilidad de construir desde lo artístico nuevos caminos de integración con su contexto, abre para el académico un espacio de cuestionamiento de sus patrones hegemónicos y la generación de *otras miradas* sobre el arte, lo artístico y lo estético.

6. ALGUNAS CONSIDERACIONES GENERALES

Este estudio de los aspectos pedagógicos de las acciones de transferencia de conocimientos en actividades de extensión de la Universidad y de las prácticas artísticas plásticas de los oleros de Guaraní proporciona claves para entender una serie de fenómenos relacionados

con la transferencia y expone los modos y estilos de conocimiento que son adecuados para una educación artística viable y efectiva para el desarrollo de la autonomía.

Si el mundo de los saberes a aprender está alejado de los saberes prácticos cotidianos, se genera una brecha cultural y epistemológica que vuelve difícil la transferencia de conocimientos como hecho pedagógico crítico. Por ello se torna importante el conocimiento en profundidad del contexto de los destinatarios, entendiendo por contexto no sólo el ambiente físico geográfico sino los modos de interacción, los lenguajes, las prácticas, las historias, las creencias, los estilos de producción, las maneras de entender el arte, las representaciones sobre su propia vida, el valor del trabajo, de la religión, de la familia, etc.

Tales descubrimientos se constituyen en herramientas para el diseño de propuestas de extensión que focalicen el trabajo con sujetos de sectores no académicos de los cuales, el especialista teórico puede aprender mucho y hasta llegar a revisar y modificar sus supuestos. Además consideramos fundamental los aportes a otros sectores de la vida universitaria como ser en la orientación de programas de formación docente para la educación artística y tecnológica, en las transferencias de tecnologías artísticas plásticas, en la educación de sectores populares, en la investigación para la creación de un espacio de construcción del conocimiento en relación con sectores no convencionales, en la articulación con el medio para diseñar políticas de acción educativa y cultural. Desde cualquiera de estos sectores estaremos colaborando con el combate de la fragmentación social.

Podemos exponer como proyecciones de trabajo sostenidas en esta experiencia de investigación:

a) Completar la *“Transferencia de Innovaciones Tecnológicas para el Sistema de Olerías”* ya iniciadas.

b) Realizar la *“Transferencia de saberes para la práctica artística de modelado y alfarería cerámicos”* destinada a los oleros.

c) Realizar el proyecto de investigación: *“Arte, arquitectura y Tecnología en el Diseño de Asentamientos Humanos sostenibles en la Provincia de Misiones”*².

Acciones que se sostienen en una concepción del arte como derecho y como posibilidad y esperanza de superación y liberación. En tal sentido reiteramos algunos principios de esta concepción.

Como docentes e investigadores en artes plásticas y visuales, creemos que el arte es un derecho que posibilita el dialogo intercultural y que tenemos el compromiso de reconstruir el sentido de la educación artística a partir del reconocimiento de nuestra propia cosmovisión y el respeto que nos merece la cosmovisión de los otros, participando y haciendo participar activamente.

El diseño y la implementación de proyectos de transferencia de saberes científicos y artísticos de una Facultad de Artes, a los sectores populares, ha de tener en cuenta los principios de una pedagogía crítica y las concepciones del arte como manifestación cultural, teniendo en cuenta que hay varios rasgos de las prácticas artísticas que revelan los aportes con que éstas pueden enriquecer los procesos de la educación en general, como por ejemplo: facilita la valorización y la autoafirmación del ser humano; contribuye al enriquecimiento de la percepción, de la sensibilidad y de lo sensorial; aumenta la capacidad de observación, el respeto por la diversidad y el aporte de los otros.

La práctica artística colectiva enriquece las habilidades de socialización y colaboración y recupera el valor lúdico para la creatividad, la criticidad, y el gusto de aprender. Además ayuda a aumentar la dignidad y la conciencia cultural abriendo otras vías hacia el acceso a la sanidad y los servicios que una nación debe ofrecer a todos sus ciudadanos; la elevación técnica necesaria para el desarrollo de su trabajo; la organización comercial de sus productos; la inserción cultural que los proyecte como personas. El arte nos hace más humanos.

La educación artística parte del reconocimiento que el arte es un derecho y es una práctica que requiere docentes críticos, capaces de cambiar las representaciones, de sustentar su práctica sobre el conocimiento y comprensión de la realidad, de construir un nuevo universo de sentido para la educación artística.

Para concluir, queremos expresar, nuestro agradecimiento a las familias de oleros que nos brindaron – de diferentes maneras- su mundo y sus horizontes para resignificar profundamente los nuestros.

Esperamos que este informe dé cuenta a los lectores, aunque más no sea en algún aspecto, de las peculiares maneras de construcción de ese universo donde el centro vital de la actividad y de su historia está motorizado por la identificación del hombre con la tierra, el barro, la arcilla.

BIBLIOGRAFÍA

BARTOLOMÉ, Leopoldo, J. (2000) *Los colonos de Apóstoles. Estrategias Adaptativas y Etnicidad en una Colonia Eslava en Misiones*. Posadas, Editorial Universitaria.

BISQUERRA, Rafael (2000) *Métodos de Investigación Educativa*. Barcelona, Ed. Ceac.

BOURDIEU, Pierre (1992) *Sociología y cultura*. México. Ed. Grijalbo.

CASSIRER, Ernest. (1999) *Antropología filosófica*. 2 ed., Trad. Eugenio Imaz, México: Edit. Fondo de Cultura Económica.

CEBOLLA, Marylin B. (1988) *Oleros. La pequeña industria del ladrillo en Posadas*. Posadas, Editorial Universitaria.

FREIRE, Paulo (2002) *Pedagogía de la autonomía*. Primera edición, Trad. Guillermo Palacios, Buenos Aires, Ed. Siglo XXI.

SAMAJA, Juan (1993) *Epistemología y metodología*. Buenos Aires, Ed. Eudeba.

SCHAMBER, Pablo J. (1999) *Oleros del Zaimán. Una Etnografía Ocupacional*. Posadas, Editorial Universitaria.

TAYLOR, S.J y BOGDAN (1996) *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*, Barcelona, Paidós.

NOTAS

1 – Dispositivo que permite la fabricación de bloques de tierra sin agregados complementarios a partir del prensado y compactación del material base (laterita), desarrollada por Gilberto Haselstron, investigador de UNaM (1996), en el marco de investigaciones sobre materiales cerámicos de Misiones.

2 - Aprobado por la Comisión evaluadora de la UNAM para el Programa de Incentivos.

AUTORES

Eva Isabel Okulovich, Directora, Mgter. Scientiae, Profesora en Cerámica, adjunta titular del Área Ciencia, Tecnología e Investigación de la Facultad de Artes. Universidad Nacional de Misiones, (UNAM). Investigadora de la Secretaría de Investigación "APOAVA" Facultad de Artes; Secretaría General de Ciencia y Técnica, UNAM.

Gilberto Haselstron, Profesor en Dibujo y ex Director de la Planta Procesadora de Arcillas de la Facultad de Artes (UNAM).

Graciela Anger, Profesora Licenciada en Artes Plásticas del Área de Arte, Ciencia, Tecnología e Investigación de la Facultad de Artes (UNAM).

María Ernestina Morales, Licenciada en Comunicación Social, investigadora inicial de la Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales (UNAM); Profesora adscrita del Área de Ciencias, Tecnología e Investigación de la Facultad de Artes de Oberá (UNAM); Cátedra de Semiótica, Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales (UNAM).



EDIFICAÇÕES – PROTÓTIPOS COMO OBJETOS DE TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA

Francisco Lima

R. João Álvares Soares, 1726, Campo Belo, , 04609-004, São Paulo, SP, Brasil
Tel: (55 11) 8181 3675 francisco.lima@archidomus.com.br

Palavras-chave: protótipos, cursos, sócioambiental

RESUMO

Com o objetivo de divulgar e disseminar tecnologias de construção com materiais naturais de baixo impacto ambiental, o autor, desde 2004, ministra cursos, oficinas e palestras, utilizando metodologias e conteúdos de educação sócioambiental. Estes cursos acontecem em diferentes instituições como SESC São Paulo, SENAC São Paulo, Governo do Estado de São Paulo e Prefeitura da cidade de São Paulo e também em centros de referência de tecnologias ambientais como TIBÁ-RJ, ONG iBiosfera-SP e o Ecocentro IPEC-GO. A maioria destes cursos são focalizados no público adulto em geral e não apenas dirigidos a profissionais e estudantes das áreas de arquitetura e engenharia. O resultado é um público de participantes multidisciplinar onde o interesse por uma vida mais sustentável e saudável é uma constante. Participam do curso desde lideranças comunitárias e estudantes à profissionais da área da construção civil, ambiental, social e cultural.

Em sua maioria estes encontros pedagógicos geram produtos que são protótipos de construção, possibilitando a oportunidade dos participantes aprenderem construindo e gerando benfeitorias nos locais onde acontecem os cursos, utilizando diversos materiais naturais tais como: bambu tratado, madeira, fibras vegetais, pedra e principalmente a terra (solo). As técnicas de construção com terra abordadas são: adobe, BTC (blocos de terra comprimida), taipa de mão, taipa de pilão, terra ensacada, terra apiloada em pneus e também tintas e revestimentos.

Os cursos também abordam tetos com cobertura vegetal, tratamentos naturais dos efluentes, aquecimento solar de baixo custo e bioclimatismo. Além de transferir tecnologias construtivas, os cursos visam aproximar a sociedade da temática da arquitetura e sua relação com o meio ambiente, sensibilizando para o atual quadro de impactos sócioambientais da indústria da construção e com isso colaborar com a formação de uma massa crítica sobre a sustentabilidade na construção civil. O objetivo do artigo é apresentar estas edificações-protótipos geradas nestes cursos que são factíveis do ponto de vista técnico e econômico, com qualidade técnica e estética, como também apresentar as trajetórias das pessoas, nesse processo de transferência de tecnologia, num ambiente de educação sócioambiental e cooperativismo.

1. INTRODUÇÃO

O debate sobre a sustentabilidade e os impactos sócioambientais da atividade da construção civil vem ampliando, tanto nos meios acadêmicos quanto no mercado e também na sociedade de uma maneira geral. É sintomático notar, cada vez mais, a ocorrência de seminários, simpósios e conferências sobre o tema. São exemplos disso os seguintes eventos realizados recentemente:

- I Simpósio Brasileiro de Construção Sustentável, 4 e 5 de Setembro de 2008 em São Paulo/SP.
- I Ecobuilding – Fórum Internacional Arquitetura e Tecnologias para a Construção Sustentável, 23 a 28 de Maio de 2008 em São Paulo/SP.
- Mostra de Tecnologias Sustentáveis, evento dentro da Conferência Internacional Ethos 2008, 27 a 30 Maio de 2008 em São Paulo/SP.

Vale ressaltar que também o Seminário Ibero-americano de Construção com Terra em 2008 está em sintonia com este momento histórico. Também é evidente o aparecimento cada vez

maior de cursos de especialização e capacitação sobre técnicas sustentáveis de construção, seja no ambiente formal das escolas de graduação e pós-graduação como em institutos e instituições ligadas às questões sociais e ambientais. Tudo isso aponta um momento propício e estratégico para a divulgação e a disseminação de técnicas de construção com materiais naturais de baixo impacto ambiental, que possam colaborar para um uso mais inteligente e menos agressivo dos recursos naturais. Não que isso seja, na realidade, uma novidade, muitos profissionais já tinham e têm estas questões incorporadas em sua prática. O arquiteto egípcio Hassan Fathy em seu livro “Construindo com o povo” (Fathy, 1973) já apontava:

“Nossos belos projetos devem servir às humildes necessidades do dia-a-dia; realmente se esses projetos são honestos para com os materiais que utiliza assim como para com o meio ambiente e a função que devem desempenhar, eles serão forçosamente belos”.

Mas o momento atual da civilização humana no planeta, em reconhecida crise ambiental e social, pede ações amplas e conjuntas dos profissionais técnicos dos setores produtivos mais impactantes, como é o caso da construção civil. Ao mesmo tempo, a sociedade deve contribuir exigindo uma postura mais responsável destes profissionais. Pensando em contribuir neste processo, o autor, desde 2004, ministra cursos teóricos e práticos sobre construção com materiais naturais de baixo impacto ambiental, principalmente com bambu e técnicas de construção com terra. Neste período é perceptível o aumento do interesse das pessoas, não apenas estudantes e profissionais da área da construção civil como da sociedade de uma maneira geral, principalmente aquelas pessoas que buscam um estilo de vida mais saudável e mais sustentável. Durante estes cursos, observou-se que além da experiência prática das técnicas em pequenos protótipos, que é muito produtiva do ponto de vista pedagógico e também de sensibilização, os participantes se mostravam muito dispostos a participar de uma real construção utilizando as técnicas aprendidas. Isso vem ao encontro da idéia de que a mudança de paradigmas ou abordagens se faz principalmente com exemplos, factíveis tecnicamente e economicamente, com qualidade e também com durabilidade. Com esta demanda colocada, foram feitas parcerias com entidades, ongs, empresários e universidades para viabilizar a construção destas edificações-protótipos que utilizam técnicas de construção com materiais naturais de baixo impacto ambiental e sistemas sustentáveis de uso de água, energia e gestão de resíduos.

O artigo apresenta algumas destas edificações e o contexto que foram ou estão sendo realizadas.

2. OS CURSOS

Após participar de algumas oficinas de arquitetura e construção com bambu em 2004 ministradas pelo arquiteto Edoardo Aranha nas Oficinas Culturais do Estado de São Paulo em Campinas/SP e região, o autor inicia, junto deste, a ministrar cursos de arquitetura e construção com materiais naturais de baixo impacto ambiental, compondo com a tecnologia de construção com bambu diferentes técnicas de construção com terra e também outras técnicas de construção com foco na economia, saúde e diminuição do impacto ambiental. Nestes cinco anos de parceria, foram mais de 40 cursos ministrados com aproximadamente 1.000 alunos participantes no total, em diferentes locais do País, principalmente na região Sudeste.

Os principais locais onde acontecem estes cursos foram:

- Rede SESC São Paulo – Unidades Pompéia, Pinheiros, Ipiranga, Santo Amaro, Belenzinho e Vila Mariana, todas localizadas na cidade de São Paulo;
- TIBA – Tecnologia Intuitiva BioArquitetura – Bom Jardim, RJ;
- ONG iBiosfera – Base de campo – Pedro de Toledo, SP;
- IPEC – Instituto de Permacultura do Cerrado – Pirinópolis, GO;

- Oficinas Culturais do Estado de São Paulo – Campinas, SP e região;
- Fazenda das Flores – Café Gourmet – Albertina, MG.

2.1. Metodologia

A metodologia utilizada nestes cursos é a de equilibrar conceitos teóricos e técnicos com atividades práticas, valorizando o saber-fazer e incentivando a experiência das técnicas, colocando o canteiro de obras como espaço pedagógico. Esta metodologia visa, além de transferir tecnologias de maneira eficaz, também de desenvolver habilidades sustentáveis individuais e coletivas e sensibilizar, através da experiência sensorial, as questões ambientais. Com isso, os cursos de construção com materiais naturais de baixo impacto ambiental justificam a necessidade de aplicação urgente de seu conteúdo pela educação ambiental, mas ao mesmo tempo faz educação ambiental, ampliando a visão dos participantes sobre a atuação humana no planeta e seus impactos. Aproveita o momento de sensibilização, proporcionado pelas atividades práticas e conceituação teórica, para colaborar com as ações individuais e coletivas em busca da sustentabilidade.

As práticas são geralmente organizadas com equipes de alunos participantes em sistemas rotativos de tarefas, permitindo o envolvimento dos participantes em várias etapas das técnicas. E também incentiva a autonomia das equipes em decidir suas lideranças e interlocutores além das tomadas de decisão por consenso para atribuições de tarefas aos membros da equipe e horários. Tudo isso, em conjunto com a dinâmica organizadora do curso, permite um processo pedagógico participativo que fomenta o “empoderamento”, firmando assim uma postura pedagógica de diálogo, de troca de saberes, pois acredita-se que a transferência de tecnologia deve ter um arcabouço técnico bem definido e coerente, e não deve ser um pacote fechado, mas permitir sua construção contínua.

2.2. Edificações – protótipos

Apesar de todos os cursos ministrados apresentarem, em seu conteúdo programático, atividades práticas, em alguns destes foi possível ir além, com atividades práticas que resultam ou colaboram em uma edificação real, com uso funcional. Isso abre a grande possibilidade de vantagens pedagógicas na transferência de tecnologia e possibilita a concretização dos conceitos expostos, servindo de exemplo e estudo de caso para outras edificações similares, comprovando a qualidade das técnicas e materiais utilizados e também apontando erros e desvantagens, tanto nos resultados como nos processos.

Outra vantagem da edificação ser o objeto de transferência de tecnologia é que resulta uma benfeitoria no local, que muitas vezes é a estratégia econômica de viabilizar estas construções, como é o caso de algumas sedes ou projetos de ONGs, Associações e Centros de Referência de Permacultura¹. Isto está em sintonia com um dos princípios de sustentabilidade, que uma mesma ação tenha mais de uma função. Muitas ONGs e entidades ligadas às questões sociais e ambientais apóiam estes conceitos de construção sustentável e nada mais lógico que suas sedes sejam construídas seguindo estes princípios.

3. EDIFICAÇÕES REALIZADAS EM CURSOS

A seguir, relatam-se alguns cursos que tiveram edificações como objeto de transferência de tecnologia em diferentes situações de aprendizado.

3.1. ONG iBiosfera – Base de campo – Pedro de Toledo, SP

A Base de campo da ONG ambientalista iBiosfera situa-se ao pé da Serra da Juréia na cidade de Pedro de Toledo em São Paulo. Esta abrigará estudantes e pesquisadores da área ambiental e biológica e também será um centro de referência de agrofloresta, permacultura e arquitetura sustentável, que incentivará e fomentará boas práticas na região do Vale do Itariri. A maior parte do terreno, aproximadamente 70% dos 21,70 hectares adquirido pela ONG em 2006, está sendo transformada na RPPN (Reserva Particular de

Proteção Natural) “Encantos da Juréia” que receberá visitantes principalmente para cursos de educação ambiental.

Dentro deste propósito, houve uma demanda de algumas edificações no terreno para atender a um programa funcional. A ONG iBiosfera junto ao escritório de arquitetura Archidomus Arquitetura de propriedade deste autor estabeleceram um plano geral das edificações, acessos e implantação das áreas com seus diferentes usos. Também foi estabelecido um plano estratégico de construção dos edifícios. Por necessidade prioritária elegeu-se a construção do que foi chamada “Fase 1”, que engloba o Pavilhão de recepção que, neste primeiro momento da Base, terá um caráter de edifício multiuso, com dois banheiros (feminino e masculino) e uma cozinha. Para uma ONG ambientalista não houve dúvidas que estas edificações deveriam utilizar sistemas e materiais sustentáveis e saudáveis o máximo possível, onde as construções, além de causar o menor impacto possível, também elas próprias fossem objetos didáticos de educação ambiental.

Para viabilizar economicamente esta primeira fase de construção da Base de campo do iBiosfera foi vislumbrada a possibilidade de executar estas edificações através de cursos e mutirões. Os cursos contribuem com a construção da Base em dois sentidos: auxilia a financiar a compra de materiais e pagamento de mão-de-obra especializada, contribuindo diretamente com a mão-de-obra dos participantes durante os dias de curso; já os mutirões servem, além da realização de tarefas por voluntariado, como promotor da integração dos associados e parceiros da ONG em torno de um objetivo comum, materializando um sonho, uma causa. Além disso, os cursos e mutirões de construção da Base iniciam o cumprimento da missão de disseminar técnicas sustentáveis na região.

O primeiro curso realizado na Base do iBiosfera em abril de 2007 foi o curso de construção com bambu e técnicas mistas de vedação. O edifício escolhido foi o Pavilhão de recepção. Esta construção, além de cumprir seu caráter inicial de programa multiuso (auditório, dormitório e espaço para reuniões e atividades pedagógicas), deveria ser emblemático, um edifício que inspira confiança nas técnicas e materiais de baixo impacto pela qualidade e estética. O projeto octogonal do edifício buscou um desenho que agregasse as pessoas na forma circular e também permitisse uma implantação harmônica na Natureza. O projeto também teve uma preocupação bioclimática, estando este numa região de muito calor e pouco vento, o desenho do telhado previu duas aberturas superiores permitindo uma ventilação cruzada que retira a massa de ar quente do interior da edificação. Também previu aberturas em mais duas alturas diferentes na vedação, permitindo a entrada do ar mais frio. O sistema construtivo principal escolhido foi o bambu e a terra. O bambu utilizado para a estrutura principal foi o bambu *phyllostachys pubescens* conhecido por mossô, que foi trazido da cidade de São Paulo e para as ossaturas da taipa de mão (pau-a-pique) o bambu utilizado foi *bambusa tuldoídes*, colhido e tratado no próprio terreno (figura 1).

O bambu foi escolhido por ser um material natural altamente renovável, muito leve e resistente, permitindo agilidade e rapidez na obra. Para as vedações foram escolhidas duas técnicas que utilizam terra crua, a da taipa de mão, que foi utilizada nas vedações cegas e com janelas e de alvenaria de adobe nas vedações que tinham portas (figuras 2 e 3).

A terra foi escolhida por ser um material local abundante, de baixo custo, com propriedades térmicas essenciais para o exigente bioclimatismo do edifício e por ser um material de baixo impacto ambiental por despende pouquíssima energia e água em seu processo construtivo, produzir praticamente zero de resíduos e com isso uma baixíssima emissão de gases efeito estufa. As duas técnicas (adobe e taipa de mão) foram escolhidas por não exigirem nenhum maquinário ou ferramentas especiais e dependerem principalmente da mão-de-obra tendo um investimento inicial muito baixo e economicamente viável para a ONG.

A cobertura foi feita com telhas de material reciclado de escória industrial (embalagens de pasta dental), que é uma cobertura leve, resistente e com boa capacidade de isolamento térmico; as portas e janelas são provenientes de demolição; o reboco e a tinta utilizada são à base de cal e terra.



Figura 1 – Curso de construção do Pavilhão iBiosfera na Serra da Juréia/SP



Figura 2 – Parede de taipa de mão no Pavilhão iBiosfera

Trinta pessoas participaram do curso inicial que durou 4 dias. As aulas e oficinas aconteceram durante dia e noite, num processo de imersão. Os participantes vieram de várias regiões do País, de idades e profissões variadas. O curso transcorreu em total harmonia entre os participantes e os educadores, provando que o tema arquitetura e meio ambiente é sistêmico e agregador e que a sociedade está cada vez mais olhando com atenção para esta questão e buscando se instrumentalizar para um fazer e consumir com mais responsabilidade.

O curso de abril de 2007 foi documentado pelo programa de televisão “Cidades e Soluções” do canal de televisão a cabo Globonews, ampliando ainda mais sua abrangência; a Base de campo do iBiosfera também foi pauta de matéria do Jornal da Record especial sobre construção econômica.



Figura 3 – Vista do interior do Pavilhão iBiosfera, ao fundo o banheiro da Base e abaixo a produção de adobes

Desde o primeiro curso em abril de 2007 até hoje já houve 5 cursos de BioArquitetura² e mais de 15 mutirões com os associados da ONG e também voluntários inclusive estrangeiros, sempre com o mesmo espírito do primeiro curso. Neste período iniciaram-se mais duas edificações. O banheiro, construído com a mesma técnica do pavilhão de recepção e com teto de cobertura vegetal e tratamento natural dos efluentes composto por decanto-digestor. Este é um tratamento anaeróbico com tanques de solos filtrantes com plantas macrófita. Também foi construída a cozinha, que utiliza a técnica de construção com pneus e terra apiloada e teto com cobertura vegetal. Além dessas edificações foram construídos vários muros de contenção no terreno, utilizando a técnica de solo-cimento ensacado.

3.2. Fazenda das Flores – Café Gourmet – Albertina, MG

A Fazenda das Flores produz cafés especiais conhecidos como cafés gourmet. A propriedade originou-se do desmembramento de uma antiga fazenda de café situada na Serra de São Paulo, município de Albertina, MG, próxima da divisa com o município paulista de Espírito Santo do Pinhal. A região é conhecida pela qualidade do café produzido por oferecer condições climáticas e de relevo com altitudes até 1.300m. Ocupando uma área de aproximadamente cem hectares, a fazenda busca uma produção de qualidade engajada nas normas de agricultura sustentável brasileiras e internacionais como o selo Rainforest. Em conjunto com as atividades agrícolas estão sendo feitas recuperações dos fragmentos florestais existentes com vegetação nativa, além do que exige a legislação ambiental atual, e também recuperando as matas ciliares. Dentro deste contexto para atender a demanda de construção de vários edifícios de infra-estrutura optou-se por sistemas e materiais de baixo impacto ambiental e que também pudessem ser apropriados e replicados pela mão-de-obra

local na região. Com isso, o desafio do projeto arquitetônico foi além de atender ao programa funcional, foi também o de utilizar sistemas construtivos com materiais de baixo impacto ambiental, com custo equiparado aos sistemas convencionais e que os edifícios fossem executados durante processos de capacitação de mão-de-obra local.

A primeira fase da infra-estrutura da fazenda necessitava das seguintes edificações:

- 5 casas de colonos com 80 m², chamada de “Vila das Flores”;
- 1 galpão-garagem e oficina com 240m²;
- 1 depósito com vestiários com 240m²;

O primeiro edifício executado foi o galpão garagem, que garantiu uma área coberta na fazenda. Este foi construído com bambu *phyllostachy pubescens* conhecido por bambu mossô. Além dos mesmos motivos apresentados no item 3.1. deste artigo, quando se confrontou os orçamentos da estrutura de bambu com a estrutura de eucalipto tratado, o item carreto mostrou uma significativa diferença, pois com apenas uma viagem de carreta aberta de 8 m era possível transportar toda a estrutura de bambu, ao passo que, para a estrutura de eucalipto, seriam necessárias 3 viagens. Além de encarecer o custo, também aumentaria a emissão de gases efeito estufa na atmosfera.

Para as vedações foi escolhida uma técnica construtiva com terra pelos mesmos motivos apresentados no item 3.1. deste artigo. Estas foram executadas com o tijolo de BTC (bloco de terra comprimida) produzido no próprio local com a terra retirada da terraplanagem do edifício (figura 4). O BTC foi escolhido por ser uma técnica muito rápida de execução e secagem, pois o cronograma das obras exigia esta velocidade. Outro aspecto importante foi o foco na capacitação da mão-de-obra local e na replicação das técnicas, pois a região é tradicional território de olarias que, historicamente, estão muito ligadas à cultura do café. Dentro deste contexto, julgou-se o BTC muito mais próximo ao tijolo cozido convencional em sua forma e em sua técnica de construção, que é muito familiar para a mão-de-obra local e facilmente aceita culturalmente. Isto se demonstrou na prática com o pronto envolvimento dos profissionais, a rápida assimilação dos conceitos e a credibilidade quase instantânea no material produzido (figura 5). A cobertura do galpão foi feita com telhas de material reciclado de escória industrial (embalagens de pasta dental), que é uma cobertura leve, resistente e com boa capacidade de isolamento térmico, o reboco e a tinta utilizada foram à base de cal e terra.



Figura 4- Galpão-garagem armazenando BTCs e ao fundo produção local do BTC



Figura 5 – Produção de BTC local e experimentação construtiva com arcos durante oficina de capacitação

O segundo edifício a ser construído foi o depósito-vestiário, que seguiu o mesmo sistema construtivo do galpão-garagem e depois foram construídas as casas, que também utilizam o BTC com a técnica de alvenaria estrutural. O telhado foi executado com madeira de demolição, telha cerâmica branca para refletir a luz solar, diminuindo assim a incidência de calor. O reboco e tintas foram feitos à base de cal e terra. As casas contaram também com sistemas de tratamento natural dos efluentes com fossa séptica (tratamento anaeróbio), tanques de solos filtrantes e plantas macrófitas (tratamento aeróbio) e sistema de aquecimento de água solar de baixo custo. Todas estas técnicas serão executadas em cursos de capacitação de mão-de-obra local (figura 6).



Figura 6 – Casa dos colonos em alvenaria estrutural de BTC

A Fazenda das Flores também está aberta a visitas durante seu período de obra. Já foram feitas visitas monitoradas para grupos de alunos de cursos de construção com bambu e também com terra de outras cidades.

4. CONCLUSÃO

Edifícios são o resultado de uma transformação material de recursos com a utilização de esforços de energia mental, mecânica, elétrica, corporal, etc. Mas algo fica invisível, não mensurável neste processo de transformação material, que é a transformação interna dos indivíduos que participam desta experiência. Esta dimensão humana do processo que é muito sutil deve ser levada em conta nas abordagens com foco na sustentabilidade, pois a experiência do fazer humano valorizada e resignificada renova e colabora com a construção real de novos paradigmas.

“Quando meus dedos apalpam a argila, sinto-me caminhando novamente pelas ruas de Stampa, com os sapatos enlameados, regressando da escola, e as montanhas voltam a se ondular à minha volta com suas ravinas que me levam até as alturas em direção aos balcões de xisto, sílex ou nuvens; Torrentes de energia começam a fluir entre as palmas de minhas mãos”

Alberto Giacometti – Escultor Italiano

BIBLIOGRAFIA

FATHY, Hassan. (1973). Construindo com o povo: arquitetura para os pobres. Rio de Janeiro: Editora Forense-Universitária.

HOLGREN, David (2007). Os fundamentos da permacultura. Apostila resumo traduzido do livro Princípios e caminhos da permacultura além da sustentabilidade do mesmo autor.

NOTAS

1 – O estudo chamado Permacultura foi iniciado pelos australianos Bill Mollison e David Holmgren nos anos 70 para designar sistemas integrados de espécies animais e vegetais perenes ou que se perpetuam naturalmente e são úteis ao seres humanos. Hoje, o conceito pode se estender para “paisagens conscientemente desenhadas que reproduzem padrões e relações encontradas na Natureza e que, ao mesmo tempo, produzem alimentos, fibras e energia em abundância e suficientes para prover as necessidades locais de uma população” (Holgren 2007).

2 – O termo BioArquitetura começou a ser utilizado nos anos 70 na Europa para designar projetos de construções que tinham preocupação com o uso de energias de fontes limpas, uso racional da água e utilizassem materiais de baixo impacto ambiental. O termo hoje em dia tem caráter didático e se refere principalmente à arquitetura que tem como objetivo favorecer a vida, não só dos usuários e sim a vida de um modo mais amplo do planeta. Sem a pretensão de substituir o consolidado nome da arquitetura o termo dá um enfoque sistêmico a disciplina.

AUTOR

Francisco Lima, arquiteto e urbanista, formado em 1991 pela PUCCAMP, sócio fundador da Archidomus Arquitetura e Design, atua com projetos e construções com foco na sustentabilidade, trabalha também como educador, consultor e gestor de projetos sócioambientais.



TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIAS APROPRIADAS: CONSTRUINDO COM SOLO-CIMENTO NO ASSENTAMENTO RURAL DE CAMPO ALEGRE, NO RIO DE JANEIRO

Ariston Rocha¹, Gerônimo Leitão²

(1) Rua Padre Natuzzi, 18, São Francisco, Niterói, RJ, Brasil Tel: (55 21) 2711 1649

(2) Escola de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal Fluminense Rua Passo da Pátria, 156 – Niterói – Rio de Janeiro – Brasil Tel: (55 21) 2629 5747 geronimo_leitao@uol.com.br

Palavras-chave: parede monolítica de solo-cimento, técnicas construtivas alternativas em assentamentos rurais, assentamento rural Mutirão de Campo Alegre

RESUMO

Neste trabalho apresentamos o desenvolvimento de um projeto de uma unidade de atendimento do Programa Médico de Família, no assentamento rural de Campo Alegre, localizado nos municípios de Nova Iguaçu e Queimados, no estado do Rio de Janeiro, no qual foi utilizado o sistema construtivo de paredes monolíticas de solo-cimento. Com a implementação desse projeto – que seria realizado em parceria formada entre a Secretaria de Estado de Habitação, a Prefeitura de Nova Iguaçu, o Programa de Mestrado em Arquitetura da Universidade Federal do Rio de Janeiro e o Mutirão de Campo Alegre – pretendia-se promover a difusão, junto às famílias assentadas, de uma solução tecnológica apropriada e de baixo custo, possibilitando, assim, sua utilização na construção de novas moradias no assentamento rural. Elaborado em meados da década de 1990, esta proposta de transferência tecnológica previa a construção pelos trabalhadores de Campo Alegre, em regime de mutirão, de uma edificação de uso comunitário, a partir de projeto elaborado por mestrandos da Universidade Federal do Rio de Janeiro, que, também realizaram os ensaios laboratoriais necessários para a confirmação da viabilidade econômica da solução tecnológica proposta. Os recursos para a aquisição dos materiais de construção desse equipamento comunitário seriam disponibilizados pelo governo estadual, enquanto que o seu funcionamento seria mantido pelo poder público municipal, através da Secretaria de Saúde. Pretende-se, com este estudo de caso, contribuir para uma reflexão sobre as experiências de transferências de tecnologias não convencionais em comunidades de baixa renda, por meio de programas habitacionais de interesse social.

1. INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da civilização, o homem tem utilizado a terra como elemento básico na produção do ambiente construído.

Ainda nos dias de hoje, existem exemplos significativos de edificações construídas há séculos, por povos de diferentes culturas, que resistiram à ação dos agentes agressivos do meio ambiente – um dos melhores desses exemplos é a Muralha da China, construída no século III A.C.

O uso pioneiro de blocos de terra secos ao sol – conhecidos como adobe – na construção de alvenarias, arcos e domos, ocorreu desde a Antiguidade, nas civilizações que se estabeleceram nas margens do Rio Nilo, estendendo-se, posteriormente, pelo norte da África.

Essa técnica construtiva seria difundida ao longo do Império Romano, por várias regiões da Europa, como o sul da França e da Grã-Bretanha, o sudoeste da Alemanha e parte da Península Ibérica.

A terra foi, também, amplamente utilizada como material construtivo pelos povos pré-colombianos, sobretudo naqueles locais onde o clima quente e seco favorecia o seu uso.

Foram, no entanto, os colonizadores espanhóis que introduziram no chamado Novo Continente, o adobe, utilizando tanto na construção de moradias quanto na de edificações de maior porte, como igrejas e palácios governamentais.

No Brasil, durante o período colonial, observa-se uma diferenciação no que se refere aos métodos construtivos adotados na América Hispânica: em lugar do adobe, eram comuns, principalmente em São Paulo, Minas Gerais e Mato Grosso, as construções de taipa de pilão – processo construtivo através do qual uma mistura umedecida de solo é compactada entre formas previamente fixadas –, sendo somente a partir do início do Século XVIII que seriam utilizados tijolos em edificações.

Nesse mesmo período, nas regiões Norte e Nordeste do país, o chamado pau-a-pique – processo construtivo em que uma trama reticulada de madeira é recoberta por massa plástica de solo – foi (e ainda é, pela população mais pobre das áreas rurais) largamente empregada.

O abandono dessas técnicas construtivas pode ser, dentre outros fatores, atribuído à melhoria das condições de transporte e ao desenvolvimento de novos materiais, decorrente do processo de industrialização que ocorre no Brasil a partir da década de 1930.

Do mesmo modo, o fim do trabalho escravo e o surgimento de novos padrões estéticos, no final do século XIX, cumpriram papel relevante para que o uso do adobe e da taipa na construção de edificações urbanas se tornasse cada vez mais raro.

Embora tenham sido realizadas iniciativas pioneiras nas décadas de 1940 e 1950, com o apoio da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), é a partir dos anos 1970 que órgãos de pesquisa vinculados ao extinto Banco Nacional de Habitação (BNH), atuando na produção de moradias de interesse social, promovem o resgate do uso da terra como elemento construtivo básico.

Através do desenvolvimento de pesquisas e da implementação de projetos habitacionais de caráter experimental, estes órgãos procuraram criar soluções tecnológicas alternativas e de baixo custo, adequadas à diversidade regional e cultural das populações de baixa renda, cuja implementação foi bastante comprometida com a extinção do BNH.

O projeto que apresentamos neste momento – uma unidade de atendimento médico para uma comunidade na Baixada Fluminense, no estado do Rio de Janeiro, construída com painéis monolíticos de solo-cimento – representa um esforço no sentido de promover a transferência de uma técnica construtiva apropriada, do ponto de vista econômico e de desempenho técnico, para as famílias que vivem no Mutirão de Campo Alegre, assentamento rural implementado pelo governo estadual.

2. O PROJETO ARQUITETÔNICO DA UNIDADE DE SAÚDE DE CAMPO ALEGRE

Tendo como referência o programa “Médico de Família” – criado em Cuba e implementado pioneiramente, no Brasil, pela Prefeitura Municipal de Niterói, na década de 1980 –, o projeto da unidade de saúde do assentamento rural Mutirão de Campo Alegre, localizado nos municípios de Nova Iguaçu e Queimados, é composto por 3 consultórios médicos, 1 sala para vacinação e guarda de medicamentos, 1 sala para secretaria de atendimento ao público, expurgo, copa, 2 banheiros (um para o público e outro para a equipe da unidade), além de uma área coberta para espera (figura 1). Este projeto foi elaborado em 1994 e resultou de uma parceria envolvendo técnicos da Secretaria de Estado de Habitação e Assuntos Fundiários, da Prefeitura Municipal de Nova Iguaçu e do Programa de Mestrado em Arquitetura da Universidade Federal do Rio de Janeiro, bem como lideranças comunitárias do Mutirão de Campo Alegre. Em dezembro de 1994, este trabalho recebeu Menção Honrosa na Premiação Anual do Instituto de Arquitetos do Brasil.

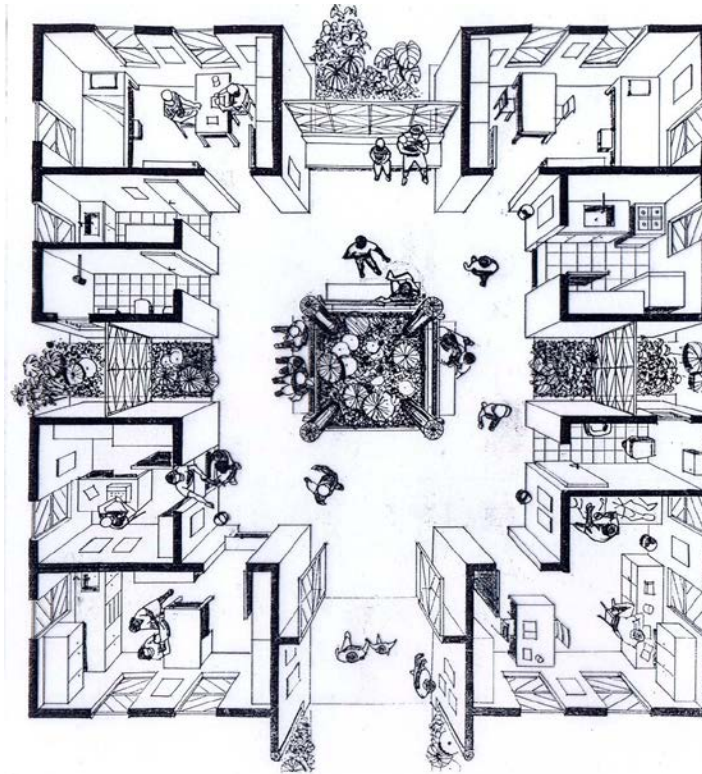


Figura 1 – Planta Baixa Perspectivada da Unidade de Saúde

Neste projeto, a opção pela tecnologia construtiva das paredes monolíticas de solo-cimento deveu-se às seguintes razões:

- simplicidade do processo construtivo, permitindo a ampla utilização, após curto período de treinamento de mão-de-obra não qualificada;
- o menor custo por metro quadrado da parede monolítica de solo-cimento, quando comparado com o das alvenarias de tijolos cerâmicos;
- experiências anteriores bem sucedidas no uso dessa tecnologia na construção de moradias populares nas áreas rurais, em diversas localidades do país;
- a adequação do solo existente em determinados sítios do assentamento Mutirão de Campo Alegre, comprovada por ensaios realizados no Laboratório de Ensaios de Materiais de Construção da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro – nestes ensaios, contamos com a valiosa contribuição do arquiteto Jéferson Salazar (figura 2).

O processo de construção das paredes monolíticas de solo-cimento guarda certas semelhanças com aquele amplamente utilizado durante o período colonial no Brasil: a taipa de pilão. Nos dois processos, a mistura de solo-cimento e agentes estabilizadores é lançada em formas e compactada até que seja alcançada a necessária rigidez.

O solo coletado na comunidade rural de Campo Alegre é constituído de areia grossa, areia média, silte e argila, bem graduado granulometricamente, com baixa retração (método da caixa).

Apresenta características peculiares de um solo recomendado para a execução de paredes monolíticas de solo-cimento, comprovado pelo seu desempenho nos ensaios iniciais realizados, especialmente nos de resistência à compressão e de retração na caixa. Pelos resultados obtidos, foi possível obter um traço bem mais econômico que o traço preliminarmente utilizado (1:10 em volume), uma vez que novos ensaios apontaram 1:12 como o traço definido para a execução de uma parede monolítica para testes – possibilitando, assim, resistência satisfatória e menor consumo de cimento.



Figura 2 – O arquiteto Jefferson Salazar realizando os ensaios laboratoriais realizados com material coletado no assentamento rural Mutirão de Campo Alegre

Os resultados obtidos nos ensaios laboratoriais realizados são os seguintes:

- retração na caixa de 60 cm de comprimento: 1,6 cm [limite máximo: 2 cm (ABCP, 1998)];
- limite de liquidez: 35,2% [limite máximo: 45% (NBR 10832 e NBR 10833)];
- índice de plasticidade: 15,0% [limite máximo: 18% (NBR 10832 e NBR 10833)];
- percentual que passa pela peneira 0,075: 20,4% [limite máximo: 10% - 50% (NBR 10832 e NBR 10833)];
- resistência à compressão média (traço 1:10 em volume): 4,3 MPa (limite mínimo individual: 1,7 MPa (NBR 8491 e NBR 10834)).

Devido às particularidades do sistema construtivo adotado e de modo a facilitar a execução dos trabalhos no canteiro de obras, foi desenvolvido um projeto modulado, de acordo com as dimensões das formas utilizadas na compactação da mistura de solo-cimento – comprimento total da forma: 220 cm / comprimento útil do painel: 214 cm. Nesse sentido, foi adotado na composição do projeto arquitetônico o módulo máximo de 214 cm o maior número possível de vezes, a fim de permitir o aproveitamento total da forma.

A cobertura empregada foi a de telhas cerâmicas, com o madeiramento apoiado parcialmente sobre as paredes compactadas. De modo a assegurar maior conforto térmico aos usuários desse equipamento público, além da utilização de forro composto por placas de fibra vegetal prensada, nos consultórios, na farmácia e na sala de atendimento, a solução arquitetônica proposta possibilita a ventilação cruzada no interior da edificação, assim como a saída de ar quente através de aberturas existentes entre os dois telhados e sob o reservatório elevado de água, com base no princípio do efeito termo-sifão.

O beiral acentuado tinha, por sua vez, a função de impedir que a água das chuvas atinja as paredes monolíticas, comprometendo, assim, sua resistência e durabilidade; pela mesma razão, era previsto um passeio, de largura menor do que o comprimento do beiral e uma faixa de proteção contra a umidade, na base dos painéis de solo-cimento.

O custo estimado para a construção desta unidade de atendimento médico – considerando a tecnologia proposta e a execução das obras em regime de mutirão – é de, aproximadamente US \$ 15.000.

3. ETAPAS DO PROCESSO CONSTRUTIVO

No processo de construção das paredes monolíticas de solo-cimento, os serviços de locação da edificação são semelhantes aos realizados nas construções convencionais.

Concluídos os trabalhos de locação, são colocadas as guias removíveis, nas quais serão afixadas as formas utilizadas durante a compactação da mistura de solo e cimento, de acordo com a seqüência prevista no projeto modulado, o que possibilitará maior racionalidade e rapidez na execução das obras (figura 3).

As guias devem ser perfeitamente alinhadas entre si, de modo a impedir a construção de paredes “fora de esquadro”; do mesmo modo, o escoramento correto impedirá que essas paredes fiquem fora de prumo.

Neste processo construtivo, podem ser empregadas guias fixas ou removíveis. No projeto em questão, foram utilizadas guias removíveis de madeira e também fixas – peças aparelhadas e tratadas de eucalipto –, que cumprirão papel estrutural.

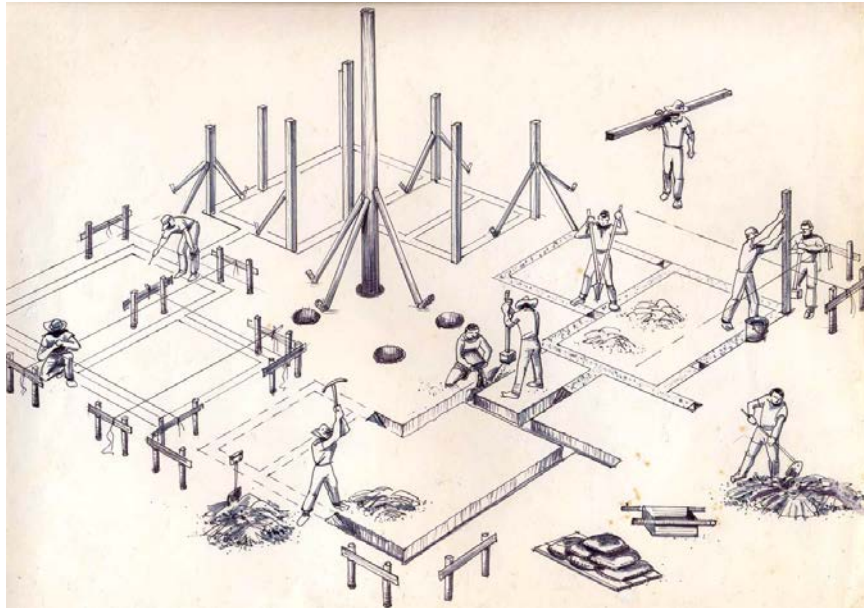


Figura 3 – Representação esquemática dos serviços de locação da obra, execução das fundações e assentamento das guias de fixação das formas

Nas fundações foi utilizado o mesmo material empregado na compactação das paredes – esse material deve ter, contudo, um teor 5% mais rico de cimento. Essas fundações funcionarão como sapatas corridas, sendo sua execução bastante simples: após a escavação das valas nas dimensões projetadas, a mistura é lançada em camadas e compactada, sendo que as próprias paredes da vala servirão como formas.

O preparo e controle adequados da mistura são de fundamental importância para que sejam obtidos resultados satisfatórios, no que se refere à aparência, durabilidade e resistência dos painéis monolíticos. Desse modo, através de procedimentos expeditos facilmente assimiláveis pelos participantes da obra, seria possível controlar adequadamente a dosagem, homogeneização e compactação da mistura empregada.

Nos trabalhos de compactação seriam utilizadas formas confeccionadas com compensado naval, que serão fixadas por meio de parafusos, em cada lado das guias previamente locadas. A compactação dos painéis de solo-cimento obedece a uma seqüência previamente estabelecida pelo projeto arquitetônico: são compactados, inicialmente, dois painéis alternados de paredes, quando são, então, retiradas as guias escoradas e compactado o painel intermediário, que terá como guias para fixação das formas os painéis adjacentes (figura 4).

As empenas seriam, por sua vez, executadas através da compactação escalonada de várias camadas de solo-cimento e do posterior arremate, segundo a forma definida pelo projeto arquitetônico.

Nos vãos de portas e de janelas seriam mantidas molduras provisórias dentro das formas, devidamente reforçadas, sendo retiradas após a compactação, para a colocação das esquadrias definitivas.

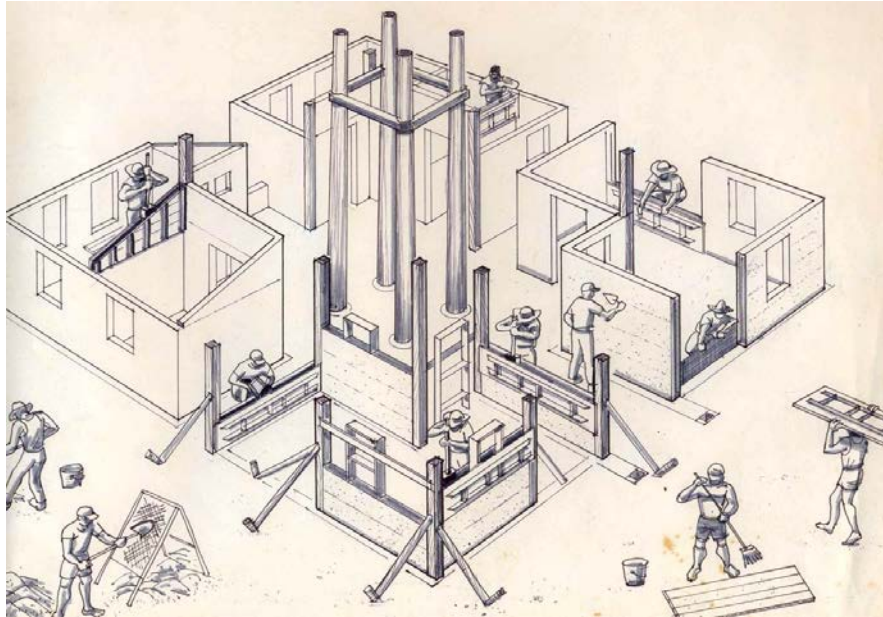


Figura 4 – Representação esquemática dos trabalhos de compactação das paredes monolíticas

Instalações elétricas e hidráulicas seriam aparentes, fixadas na parede por meio de braçadeiras e buchas, de modo a facilitar o processo construtivo e eventuais serviços de manutenção. A qualidade final da parede monolítica de solo-cimento é determinada por vários fatores – grau de compactação, granulometria, tipo de cura, características das faces internas da forma –, no entanto, devido ao fenômeno de retração da argila, pode ocorrer o surgimento de trincas; por essa razão, procura-se induzir o aparecimento dessas trincas exatamente nas juntas existente entre os painéis, que são acentuadas com o uso da colher de pedreiro.

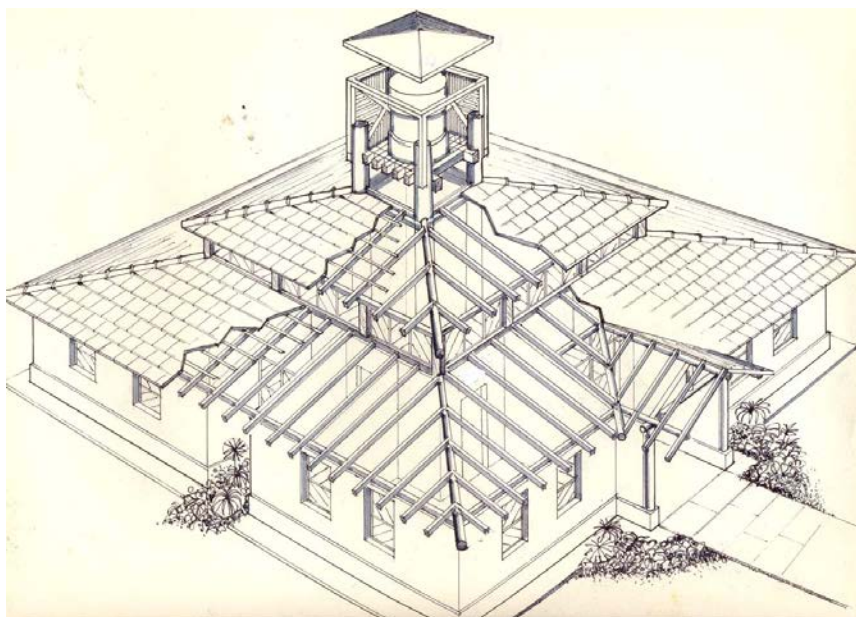


Figura 5 – Etapa final da construção: madeiramento da cobertura e reservatório superior de água.

O piso da unidade de saúde seria também executado em solo-cimento compactado e teria entre 5 cm e 7 cm de espessura, recebendo um acabamento final com massa de cimento,

areia e corante. As paredes, por sua vez, seriam pintadas com tinta à base de cimento, mais indicada por atender as exigências referentes à impermeabilização da alvenaria.

Placas cerâmicas seriam aplicadas como revestimento, à meia altura, nas paredes dos banheiros e copa, enquanto que as paredes do expurgo teriam semelhante revestimento, até o teto; também nos consultórios, sobre as bancadas, serão assentadas três faixas de placas cerâmicas, de modo a proteger as alvenarias da umidade. Com o mesmo objetivo é prevista a execução de um passeio no perímetro externo da edificação, assim como uma faixa de 40 cm de altura na base das paredes monolíticas.



Figura 6 – Perspectiva externa da Unidade de Saúde do Mutirão de Campo Alegre

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em 1994, apesar de todos os acordos firmados previamente, a construção de uma unidade de saúde – Programa Médico de Família – no assentamento rural Mutirão de Campo Alegre não pode ser concretizada, uma vez que mudanças na direção da Secretaria Municipal de Saúde da Prefeitura de Nova Iguaçu determinaram uma reorientação dos planos deste órgão e o cancelamento do projeto. Contudo, além do desenvolvimento do projeto arquitetônico propriamente dito – que recebeu uma Menção Honrosa na Premiação Anual do Instituto de Arquitetos do Brasil (Seção Rio de Janeiro), naquele ano –, há que se destacar a experiência de transferência de uma tecnologia não convencional para os trabalhadores de Campo Alegre.

A perspectiva original do projeto que desenvolvemos era a de promover o acesso da população local à técnica construtiva do solo-cimento. Com a construção de um equipamento comunitário – no caso, uma pequena edificação de atendimento médico –, pretendia-se familiarizar as famílias assentadas em Campo Alegre com essa técnica construtiva, uma vez que era prevista a utilização da mão-de-obra local durante a obra, em regime de mutirão. A unidade de saúde construída poderia, desse modo, comprovar as qualidades da tecnologia do solo-cimento, não apenas para aqueles que a construíram, mas, também, para os usuários desse equipamento, estimulando-os a utilizarem essa tecnologia em novas moradias. Um conjunto de informações técnicas (apresentadas de forma simplificada) e projetos arquitetônicos modulados de tipologias habitacionais com diferentes dimensões (adotando o sistema construtivo das paredes monolíticas de solo-cimento) seriam disponibilizados para as associações de trabalhadores que integram o Mutirão de Campo Alegre. Cursos breves, realizados semestralmente, também eram previstos nessa perspectiva de transferência de uma tecnologia construtiva apropriada. Ainda que esta proposta tenha sido inviabilizada por injunções políticas outras, fica, por último, a lembrança da adesão entusiasmada das lideranças comunitárias de Campo Alegre

à esta solução tecnológica – resultado de diversas discussões, em que foram apresentados projetos realizados em outras comunidades e debatidos amplamente os ensaios realizados com o material coletado na região –, após uma enorme desconfiança inicial quanto ao que parecia ser, na visão de muitos, uma proposta de “*construção pra pobre*”.

BIBLIOGRAFIA

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, (1984). NBR 8491 – Tijolo maciço de solo-cimento. Especificação.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, (1989). NBR 10832 – Fabricação de tijolo maciço de solo-cimento com a utilização de prensa manual. Procedimento.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, (1989). NBR 10833 – Fabricação de tijolo maciço e bloco vazado de solo-cimento com a utilização de prensa hidráulica. Procedimento

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, (1994). NBR 10834 – Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural. Especificação.

ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland (1998). Construção em paredes monolíticas com solo-cimento compactado. Prática recomendada. BT – 110. São Paulo: ABCP

AUTORES

Ariston Rocha é arquiteto (FAU-UFRJ, 1982) e atua como profissional na cidade de Niterói, Rio de Janeiro.

Gerônimo Leitão é arquiteto (FAU –UFRJ, 1982); urbanista (FAU-UFRJ, 1989); Mestre em Geografia (UFRJ, 1990); Mestre em Arquitetura (UFRJ, 1994) e Doutor em Geografia (UFRJ, 2004). Professor Adjunto da Escola de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal Fluminense e do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da UFF. Atualmente, ocupa a direção da Escola de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal Fluminense.



EXPERIÊNCIAS DO PROJETO CRESCER, RESULTADOS E PRIMEIRAS ANÁLISES

Rosana Soares Bertocco Parisi¹, Glacir Terezinha Fricke², Obede Borges Faria³, Ana Cristina Villaça Coelho⁴, e Gabriel Nolasco Castañeda⁵

(1) Curso de Arquitetura e Urbanismo, PUCMinas, campus Poços de Caldas;
Av. Pe. Francis Cletus Cox, 1661-Sala130-Prédio01 37701-355 Poços de Caldas, MG, Brasil.
Tel: (55 35) 3729 9214; rparisi@pucpcaldas.br e drparisi@pucpcaldas.br

(2) Curso de Arquitetura da Universidade São Francisco e Curso de Arquitetura e Urbanismo, PUCMinas, campus Poços de Caldas; Av. Pe. Francis Cletus Cox, 1661-Sala130-Prédio01 37701-355 Poços de Caldas, MG, Brasil;
Tel: (55 35) 3729 9214; glacir.fricke@saofrancisco.edu.br e glacir@pucpcaldas.br

(3) Faculdade de Engenharia, UNESP – Universidade Estadual Paulista - campus Bauru; Av. Eng. Luiz E.C. Coube, 14-01 CEP 17033-360, Bauru-SP, (Brasil)
Tel +55 14 3103 6112; obede@feb.unesp.br e obede.faria@gmail.com

(4) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; Rede Ibero-americana PROTERRA Rodovia BR465 KM 7 – Campus Universitário – Instituto de Tecnologia – Departamento de Arquitetura e Urbanismo 23.890-000 Seropédica, RJ, Brasil
Tel: (55 21) 3326 0864 anacris.arquiteta@gmail.com e anavillaca@ufrj.br

(5) Universidad Autónoma de Chiapas UNACH México; Escola de Engenharia de São Carlos, USP- São Carlos; Av. Trabalhador Sancarlenense, 400, Caixa-Postal: 359, São Carlos, SP, Brasil
Tel: (55 16) 3733 9540; gnolasco1@hotmail.com

Palavras-chave: resistência, qualidade e sustentabilidade de adobes e BTCs

RESUMO

A comunicação apresenta e analisa os resultados dos ensaios de caracterização mecânica dos adobes e BTCs, produzidos durante as oficinas do Projeto CRESCER em São José do Rio Pardo, projeto que teve início em agosto de 2007. Os ensaios tiveram como objetivo avaliar as proporções das misturas de terra e fibras vegetais em cada uma das amostras colhidas, assim como verificar a resistência à compressão dos adobes e BTCs. Outro objetivo da comunicação é apresentar uma investigação frente aos problemas detectados quanto à composição e à dosagem das misturas e as possíveis correções dos mesmos, tomando como referência as recomendações preconizadas pelo CRAterre e pelo PROTERRA. Estes melhoramentos visam essencialmente garantir qualidade e sustentabilidade do produto final, desde a escolha de materiais, passando pelo processo de fabricação, tanto para os adobes quanto para os BTCs. O projeto Crescer tem por objetivos capacitar pessoas na produção de adobes e BTCs; comercializar esta produção; reverter os recursos arrecadados para os produtores, os residentes da comunidade terapêutica PEVI. Desta forma, geração de renda e o resgate da cidadania são estimulados neste projeto como meios de se atingir a qualidade de vida através do emprego sustentável da terra na produção de blocos analisados e melhorados para os variados processos construtivos.

1. INTRODUÇÃO

O “Projeto CRESCER” (Construir e Resgatar com Sustentabilidade a Cidadania e Reinserção Social), agrega professores de duas universidades privadas (PUC-Minas, campus de Poços de Caldas-MG e Universidade São Francisco, de Itatiba-SP) e três universidades públicas (UNESP-Bauru-SP; USP-São Carlos-SP e Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro-RJ), além de um pesquisador da UNACH, Chiapas, México, caracterizando-se como projeto de extensão universitária interinstitucional. O Projeto Crescer foi criado para capacitar pessoas nas técnicas de construção com terra, pois os professores envolvidos no desenvolvimento deste projeto acreditam no grande potencial da

terra como material de construção sustentável, principalmente nos aspectos econômico (uso de matérias-primas renováveis e com pouco gasto energético) e social (as técnicas são de fácil assimilação para todos). Porém o objetivo principal da capacitação deve ser acompanhado do objetivo secundário que é o aumento da auto-estima destes residentes-moradores da comunidade terapêutica PEVI (Projeto Esperança e Vida), o resgate da sua inserção social e a troca de saberes entre comunidade, docentes e discentes envolvidos no projeto

O consumo energético das edificações tem sido tema recorrente nas discussões que envolvem conservação de energia. Nesse contexto, muitos trabalhos têm sido desenvolvidos sobre iluminação, equipamentos elétricos, aquecimento e refrigeração, abordando seu uso manutenção em edificações, sem, contudo, considerar o processo de fabricação dos materiais utilizados nestas construções (Fricke, 2005). Na indústria cerâmica, a fonte de energia mais utilizada é a lenha, totalizando cerca de 50% do total consumido neste setor produtivo, em seguida a eletricidade, com 25% do total, e por último o óleo combustível, com 12% (Cruz et al., 2002).

A proposta para a capacitação na técnica do adobe, e posteriormente de BTC's, surgiu devido à fatura de matéria-prima naquela área, além da verificação de que existem construções feitas em adobe, que necessitam de restauro/manutenção, e não existem adobeiros na região que atendam a esta demanda. A terra como material de construção se mostra sustentável em vários aspectos, seja o ambiental, o social, o econômico, e o cultural.

2. PRIMEIRA OFICINA DEMONSTRATIVA E DE CAPACITAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE ADOBES

A produção dos adobes, na primeira fase, deverá atender às necessidades da comunidade terapêutica para a construção da Casa de Apoio, destinada aos ex-dependentes químicos recuperados pelo PEVI, durante o projeto, e que participam da construção. A previsão de início desta edificação é em agosto de 2008. Posteriormente, pretende-se comercializar os blocos produzidos, usando a Casa de Apoio como escritório durante o dia e, um local para pernoite dos ex-dependentes, ainda em transição para sua re-inserção social de forma plena, ou seja, de modo que possam se manter sem ajuda financeira da instituição PEVI.

Para a produção dos adobes foi adotada e adaptada ao local, a metodologia proposta por Faria (2002). Foram apresentados moldes de formatos e dimensões variadas, para que os participantes pudessem experimentá-los, avaliá-los e eleger o que melhor se adequasse às suas práticas. Na primeira oficina realizada nas dependências do PEVI, foram produzidos cerca de 50 adobes.

Foram usados dois tipos de solos: um extraído do local e outro do município vizinho (Casa Branca). A estes solos, foram acrescentadas fibras vegetais (casca de arroz e braquiária) e também experimentada a adição de pó de gesso (RCD – resíduo da construção e demolição) resultante do processo de polimento de peças de gesso (forros e molduras) no acabamento construtivo.

A caracterização granulométrica dos dois solos foi feita através do “teste do vidro” (Neves et al, 2005), o qual permitiu classificar o solo do PEVI como argiloso e o de Casa Branca como arenoso. Já os ensaios realizados em laboratório acusaram a composição de 30% de argila, 28% de silte, 30% de areia e 12% de pedregulho, para o solo do PEVI, configurando-o como um solo argilo-siltoso e, para o da Casa Branca, a composição de 20% de argila, 8% de silte e 72% de areia, configurando-o como solo arenoso. Os solos apresentam composições granulométricas adequadas para a produção de adobe, apesar da considerável quantidade de silte no do PREVI.

Os ensaios realizados no Laboratório de Material de Construção Civil da Universidade São Francisco de Itatiba-SP permitiram avaliar as características do material produzido, quanto à resistência à compressão, conforme apresentado na tabela 1. Os resultados, apesar de preliminares, apontaram para algumas possíveis conclusões: a) tanto o solo do PEVI,

quanto o de Casa Branca, utilizados *in natura*, produziram adobes com praticamente a mesma resistência à compressão (cerca de 0,9 MPa); b) a adição de gesso aumentou significativamente a resistência à compressão, porém, impediu o período de descanso da mistura de um dia para o outro, já que acelerou seu processo de endurecimento.

Tabela 1 – Resultados médios dos ensaios de determinação da resistência à compressão dos adobes produzidos durante a primeira oficina

Amostras tipo	Composição (em volume)	Resistência à compressão (MPa)
A	100% terra de Casa Branca	0,90
B	100% terra do PEVI	0,88
C	75% terra de Casa Branca 25% casca de arroz	1,08
D	90% terra do PEVI 10% braquiária	0,78
E	67% terra de Casa Branca 22% casca de arroz 11% gesso	1,85
F	75% terra de Casa Branca 25% casca de arroz	1,14

3. METODOLOGIA

Neste item são apresentadas informações mais detalhadas sobre a produção dos adobes e BTCs, procedimentos de avaliação da produtividade e os principais resultados de determinação da resistência mecânica dos blocos (adobes e BTCs).

3.1. A produção de adobes e introdução do solo-cimento

Contatos com especialistas durante o V ATP – Seminário de Arquitetura de Terra em Portugal (ocorrido em Aveiro, em outubro de 2007), apontaram para a necessidade do estudo de um material mais estável que o adobe, para ser usado na região inferior das paredes da Casa de Apoio, que inicialmente seria construída apenas com adobes. Tal recomendação se deve ao fato de que esta região das paredes está mais suscetível aos problemas causados pela ação das águas pluviais. Assim, iniciou-se o estudo do solo-cimento e de sua produção local, como material a ser utilizado no embasamento das paredes, logo acima das fundações, precedendo a utilização dos adobes. Para tanto, após a aquisição de uma prensa manual, a equipe do CRESCER participou de uma capacitação, oferecida pela empresa fornecedora da máquina, para a produção dos blocos de solo-cimento compactados (BTCs).

Em março de 2008 foi realizada, no sítio do PEVI em São José do Rio Pardo-SP, uma oficina-gincana, sob a coordenação dos docentes das universidades envolvidas no projeto CRESCER, na qual, alunos da PUC- Poços de Caldas, alunos do ensino fundamental de São José do Rio Pardo e residentes do PEVI, participaram da produção de adobes e BTCs. O grupo de participantes foi dividido em 4 equipes. O desafio era qual das equipes apresentaria o melhor desempenho, ou seja, qual delas atingiria a maior produtividade, ou seja, quantidade de blocos por minuto. As quatro equipes foram identificadas como Equipe Vermelha, Verde, Roxa e Amarela. Na figura 1 são apresentadas imagens dos participantes nesta etapa do projeto.

Nesta etapa do projeto foi utilizado o solo proveniente da propriedade do PEVI. Para o estudo dos adobes foram produzidas várias séries, com adição de palha de arroz, esterco de gado e até cimento, em várias combinações (conforme apresentado no item 3.3). Para os BTCs o solo foi estabilizado com cimento.



Figura 1 – Participantes das quatro equipes (acervo projeto CRESCER)

3.2. Avaliação preliminar da produtividade

O desafio proposto na oficina-gincana visou quantificar os resultados da produção de adobe e de BTC por pessoas recém-treinadas, pois estima-se que a realidade que se terá no início da fabricação dos BTCs deverá ser bem próxima da verificada durante a gincana. Isto porque, como ocorrem mudanças constantes dos residentes em tratamento, e também dos discentes das universidades que participam do projeto, haverá com frequência uma condição de mão-de-obra pouco experiente, o que faz com que os resultados verificados na capacidade de produção sejam considerados como menor produtividade esperada. Tal fator, como exposto, é fundamental para a produção dos adobes e BTCs do Projeto CRESCER porque a produção dos blocos já faz parte das atividades, em escala de serviço, na comunidade terapêutica PEVI. Isto significa que, semanalmente, há o rodízio dos envolvidos na produção de cada tipo de bloco, adobes ou BTCs, e podem ocorrer variações no número de blocos produzidos por cada grupo de internos-residentes escalados para a tarefa. A produtividade dos blocos é anotada diariamente pelo Monitor responsável e, semanalmente, são recolhidas amostras para testes em laboratório, para que, no início da produção de blocos destinados à comercialização, se mantenha o controle de qualidade dos mesmos.

Os resultados de produtividade obtidos nesta oficina-gincana para produção de adobes e BTCs são apresentados nas tabelas 2 e 3.

Tabela 2 – Produtividade de adobes, por equipe.

Equipe	Tempo total (minutos)	Total de adobes	Adobe/minuto
Vermelha	20	29	1,45
Verde	30	32	1,06
Roxa	27	30	1,11
Amarela	20	25	1,25
Estimativa	1,22 adobe/mim; 49 adobe/hora; 393 adobe/dia		

Tabela 3 – Produtividade de BTCs, por equipe.

total	Tempo total (minutos)	Total de BTCs	BTCs/minuto
Vermelha	27	74	2,74
Verde	30	74	2,46
Roxa	23	76	3,30
Amarela	22	74	3,36
Estimativa	2,97 BTC/min; 178 BTC/hora; 1423 BTC/dia		

3.3. Resultados dos ensaios de determinação da resistência à compressão dos adobes e BTCs

Para a produção dos adobes e dos BTCs foram adotadas misturas diferentes, conforme mostrado nas tabelas 4 e 5. Na figura 2 são mostradas imagens da produção de adobes e BTCs. Os resultados médios dos ensaios de determinação da resistência à compressão dos adobes são apresentados na tabela 4 e dos BTCs, na tabela 5.



Figura 2 – Uma das etapas de produção dos adobes e dos BTCs (acervo do Projeto CRESCER)

Tabela 4 – Resultados médios dos ensaios de determinação da resistência à compressão dos adobes.

Amostra	Composição em volume	Resistência à compressão (MPa)
1	83% de terra 6,5% de palha 6,5% cimento	2,67
2	83% de terra 3% de esterco 15% de palha	1,12
3	83% de terra 4 % de esterco 13 % de palha	1,25
4	83% de terra 4,5 % de esterco 11,5 % de palha	1,36
5	83% de terra 5% de esterco 12% de palha	1,37
6	83% de terra 10% de esterco 7% de palha	1,82

Tabela 5 – Resultado médio dos ensaios de determinação da resistência à compressão dos BTCs.

Amostra	Composição em volume	Resistência à compressão (MPa)
1	87,5 % de terra 12,5% de cimento	3,93

Para os BTCs, os ensaios foram realizados de acordo com a norma NBR 8492 denominada: “Tijolo maciço de solo-cimento: determinação da resistência à compressão e da absorção de água. Método de Ensaio” (ABNT, 1984). Como no Brasil não há normas específicas para adobes, foram adotadas as adaptações das normas para blocos de solo cimento (NBR 8492: ABNT, 1984) e para tijolos cerâmicos maciços (NBR 6460: ABNT, 1983), propostas por Faria (2002).

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Considerando-se a mão-de-obra disponível no PEVI, e baseando-se nos resultados preliminares de produtividade apresentados nas tabelas 2 e 3, estima-se que a produção de adobes pode chegar a quase 400 unidades por dia e a de BTC a 1423 unidades por dia.

Estes valores foram medidos em grupos de 5 a 6 indivíduos ainda sem a prática de trabalho sistematizado em equipe.

Analisando-se os resultados apresentados na tabela 4, observa-se que a adição de uma pequena quantidade de cimento (cerca de 6,5% em volume) resultou em uma elevação de resistência à compressão de cerca de 100 %, em comparação com os adobes estabilizados apenas com esterco de gado e/ou palha de arroz, ou seja, a resistência média dos adobes com cimento (amostra 1) foi de 2,67 MPa, em comparação com a média de 1,38 MPa dos demais (amostras 2 a 6).

A norma brasileira NBR 7170 (ABNT, 1983) classifica os tijolos cerâmicos maciços em três categorias, conforme apresentado na tabela 6. De acordo com esta tabela, os adobes preparados com cimento se enquadrariam na “categoria B” e os demais, na “categoria A”.

Tabela 6 – Resistência mínima à compressão (f_c), para tijolos maciços cerâmicos, em relação à categoria

Categoria	A	B	C
f_c (MPa)	1,5	2,5	4,0

Ainda que não seja objeto deste trabalho a comparação da resistência entre adobes e BTCs mas sim, reforçar a importância da utilização dos BTCs no embasamento da edificação e em paredes estruturais, observa-se que a resistência média à compressão atingida pelos BTCs é superior à dos adobes, mesmo para aqueles com adição de cimento. Para uma comparação mais conclusiva, visando garantir maior resistência à água na base das paredes, se faz necessária a realização de ensaios que avaliem o comportamento dos BTCs, e dos adobes, com relação à presença de umidade.

Considerando-se os resultados individuais dos BTCs, notou-se, entretanto, uma maior dispersão em torno da média, ou seja, os adobes atingiram resistências médias inferiores, mas com mais uniformidade de comportamento, enquanto que os BTCs apresentaram média maior, mas com maior heterogeneidade.

Ainda quanto aos adobes, pode-se observar, nos resultados apresentados na tabela 4, que sua resistência à compressão aumentou à medida que foi aumentada a quantidade de esterco de vaca.

Das 16 amostras de BTC, somente três apresentaram resistência menor que 3,0 MPa. Deve-se ressaltar que NBR 8491 (ABNT, 1944) estabelece o limite mínimo de 1,7 MPa para tijolos maciços de solo-cimento.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando-se a produção dos adobes e dos BTCs dentro do projeto nas já mencionadas oficinas e necessidades da produção dos materiais para a construção da Casa de Apoio, logo depois da última oficina, os residentes do PEVI iniciaram a produção dos adobes e BTCs diariamente, em sistema de rodízio, conforme mencionado anteriormente. A primeira obra realizada foi um galpão para estocagem da produção. A estrutura foi construída em madeira retirada do local e os fechamentos em BTCs.

Após o início do regime de produção diária, pela comunidade do PEVI, a quantidade de BTCs produzida por dia tem sido de 1.000 a 1.500 unidades e a de adobes de 250 a 300 unidades. No entanto, no sistema de rodízio de tarefas e atividades da comunidade terapêutica onde o trabalho se desenvolve, os residentes dispõem de, no máximo, quatro horas por dia para a produção, fator que deve ser considerado quando for iniciada a comercialização dos referidos adobes.

Com o constante questionamento dos procedimentos adotados, assim como dos resultados obtidos, além das possibilidades de experimentação que o projeto CRESCER permite, são planejadas outras etapas e feitas algumas recomendações apresentadas a seguir:

- a) Novas dosagens serão realizadas, tanto para BTCs quanto para adobes, a partir dos resultados ora apresentados e serão testadas em outras oficinas, sempre com avaliação experimental (em laboratório) dos resultados obtidos;
- b) A orientação que a equipe tem adotado em relação ao material produzido, especificamente adobes, é que os mesmos apenas sejam utilizados como elemento de vedação;
- c) Conforme apontam trabalhos anteriormente realizados por Rolim et al. (1999), Faria e Battistelle (2001), Faria (2002) e Albuquerque et al (2008), outras fibras e materiais naturais serão acrescentados aos adobes produzidos no Projeto CRESCER, a fim de que após ensaios sejam encontradas melhores resistências para estes blocos, ampliando sua utilização para outras finalidades;
- d) Além da disparidade encontrada entre as resistências obtidas, deve-se considerar também um fator importante – os residentes do PEVI preferem fabricar os blocos usando a máquina para compactar ao invés dos adobes. Ainda assim, como os objetivos estabelecidos para o projeto CRESCER dizem respeito à fabricação de adobes, esta produção será permanentemente estimulada, mostrando aos envolvidos, tanto discentes quanto residentes da comunidade terapêutica, que ao ser mantida a fabricação de adobes serão resgatas antigas técnicas construtivas, historicamente empregadas nas casas de fazenda da região;
- e) As análises dos adobes demonstram que é importante ampliar a utilização de esterco (esterco) para ganho de resistência à compressão. Como no PEVI, uma das atividades que geram renda é a ordenha, o esterco poderá ser separado para sua incorporação na produção dos adobes;
- f) Como apresentado por Parisi et al (2007), a produção de adobes e BTCs do Projeto CRESCER pretende se transformar em referência na região. Dessa forma, o controle de qualidade do produto deve ser periodicamente avaliado, através de ensaios laboratoriais.

Pode-se concluir que um trabalho desta natureza, por seu viés prático, pode se desdobrar em diversos outros, inclusive, na avaliação do desempenho térmico da Casa de Apoio com o emprego dos materiais produzidos pelo projeto CRESCER. Assim, sua relevância como projeto que integra ensino, pesquisa e extensão a uma experiência de demanda concreta é fundamental também para, mais uma vez, reforçar as possibilidades que se abrem a partir do emprego da terra como material de construção ecológico, renovável e sustentável.

Pode-se concluir que um trabalho desta natureza, por seu viés prático, pode se desdobrar em diversos outros, inclusive, na avaliação do desempenho térmico da Casa de Apoio com o emprego dos materiais produzidos pelo projeto CRESCER. Assim, sua relevância como projeto que integra ensino, pesquisa e extensão a uma experiência é fundamental para, mais uma vez, destacar o potencial do emprego da terra como material de construção ecológico, renovável e sustentável.

BIBLIOGRAFIA

ALBUQUERQUE, L.Q. C de; BISCARO, G.A; NEGRO, S.R.L. et al (2008). Resistência à compressão de tijolos de solo-cimento fabricados com o montículo do cupim *Cornitermes Cumulans* (Kollar,1832), Lavras, Universidade Federal, Revista Ciência e Agrotecnologia Vol. 32 , nº 2, p. 533-560, mar./abr.,2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1983). NBR 6460 – Tijolo maciço cerâmico para alvenaria - Verificação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, 5p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1983). NBR 7170 Tijolo maciço cerâmico para alvenaria. Especificação. Rio de Janeiro, 6p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1984). NBR 8491 – Tijolo maciço de solo-cimento: especificação. Rio de Janeiro, 4p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1984). NBR 8492 – Tijolo maciço de solo-cimento: determinação da resistência à compressão e da absorção de água. Método de Ensaio. Rio de Janeiro, 6p.

CRUZ, A.B. de S.; ROLA, S.M.; SILVA N.F. da. (2002). Racionalização da Energia para habitações-casa ecológica. Universidade de São Paulo, anais do NUTAU.

FARIA, O. B. (2002). Utilização de macrófitas aquáticas na produção de adobe: um estudo de caso na represa de Salto Grande (Americana-SP). São Carlos, Brasil. Tese (Doutorado), Programa de Doutorado do Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada CRHEA, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

FARIA, O. B.; BATTISTELLE, R. A. G. (2001). Terra crua: caracterização física e mecânica de tijolos de adobe produzidos com a utilização de resíduo da indústria de papel e celulose. In: ENCONTRO NACIONAL, 2., E ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 1., 2001, Canela. **Anais**. Porto Alegre: ANTAC, p. 203-209.

FRICKE, G.T. Arquitetura Ambientalmente Consciente. In Meio Ambiente: múltiplos olhares Ed. Companhia da Escola. 2005 p. 187-193.

NEVES, C. M. M.; FARIA, O. B.; ROTONDARO, R.; SALAS, P. C.; HOFFMANN, M. (2005). Seleção de solos e métodos de controle em construção com terra – práticas de campo. Selección de suelos y métodos de control en la construcción con tierra – prácticas de campo. In: IV SEMINÁRIO IBERO-AMERICANO DE CONSTRUÇÃO COM TERRA, 4. e SEMINÁRIO ARQUITECTURA DE TERRA EM PORTUGAL, 3., 2005, Monsaraz (Portugal). Actas... Vila Nova de Cerveira (Portugal): Escola Superior Galaecia / PROTERRA-CYTED. 1 CD-ROM. p. 1-32.

PARISI, R.S.B; VILLAÇA, A.C; FARIA, O.B. et al (2007). A terra como fonte de geração de renda, de esperança e de vida: relato de uma experiência em São José do Rio Pardo-SP, Brasil, Terra em Seminário 2007. V Seminário de Architectur de Terra em Portugal, Lisboa: Argumentum, p. 40-44.

ROLIM, M. M.; FREIRE, W. J.; BERALDO, A. L. (1999). Análise comparativa da resistência à compressão simples de corpos-de-prova, tijolos e painéis de solo cimento, Campina Grande, UFPB, Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.3, nº1, p.89-92.

AGRADECIMENTOS

À PUC-Minas/Campus de Poços de Caldas, à Universidade São Francisco, campus de Itatiba, à Diretoria, residentes e voluntários do PEVI-Projeto Esperança e Vida pelo apoio ao desenvolvimento deste trabalho. Ao HSBC Solidariedade pelo apoio financeiro concedido ao Projeto CRESCER.

AUTORES

Rosana Soares Bertocco Parisi, arquiteta e urbanista; mestre em Urbanismo (FAU-PUCAMP); Doutoranda do CRHEA-EESC-USP; professora da PUC-Minas Gerais; membro do PROTERRA e da Rede TERRABRASIL; Vice- Coordenadora do Grupo de Pesquisa Estudos Alternativos para o Habitat Sustentável da PUCMinas;

Glacir Terezinha Fricke, arquiteta e urbanista; mestre em Engenharia Civil (1992); Doutora em Planejamento de Sistemas Energéticos (1999). Professora da Universidade São Francisco e da PUC-Minas. Coordenadora do Grupo de Pesquisa Estudos Alternativos para o Habitat Sustentável da PUCMinas.

Obede Borges Faria, Engenheiro Civil; Mestre em Arquitetura e Urbanismo (Tecnologia do Ambiente Construído); Doutor em Ciências da Engenharia Ambiental; Professor e Chefe do Departamento de Engenharia Civil, da Faculdade de Engenharia, da UNESP- Universidade Estadual Paulista, Campus de Bauru; Membro da Rede Ibero-Americana Proterra.

Ana Cristina Villaça, arquiteta e urbanista; mestre em Urbanismo/UFRJ; professora da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, membro da Rede Ibero-americana PROTERRA e da Rede TERRABRASIL.

Gabriel Nolasco Castañeda, arquiteto; doutorando em Ciências da Engenharia Ambiental da EESC-USP, São Carlos, SP, Brasil; docente da Universidad Autónoma de Chiapas, México; membro do CYTED.



CRESCENDO COM O CRESCER: O DESENVOLVIMENTO ACADÊMICO ATRAVÉS DA PARTICIPAÇÃO NO PROJETO CRESCER

Alejandra M. Cruz; Maycon D. Costa; Eduardo M. Schmidt; Cinara C. Silva; Livia Barbosa; Jonathan Amarante; Daniela Guardabaxo; Eliana M. Tramontina; Tiago A. Fernandes; Bruno L. Nascimento; Vanderson A. Chagas; Yolanda S. Bello; Glacir Fricke; Rosana S.B. Parisi

PUC-Minas, campus de Poços de Caldas
Av. Pe. Francis Cletus Cox, 1661- Sala 130, Prédio 01. 37701-355. Poços de Caldas-MG, Brasil.
TEL: (55 35) 37299214 fricke@pucpcaldas.br; drparisi@uol.com.br; rparisi@pucpcaldas.br

Palavras-chave: sustentabilidade, participação acadêmica, terra

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo relatar a participação dos alunos nas atividades do Projeto CRESCER- Construir e Resgatar com Sustentabilidade a Cidadania e a Reinserção Social que é realizado no sítio da comunidade terapêutica PEVI- Projeto Esperança e Vida, em São José do Rio Pardo, SP, desde setembro de 2007.

O trabalho pretende estimular os residentes desta comunidade terapêutica a se envolverem na produção de adobes e BTCs- Blocos de Terra Compactada em gincanas, oficinas e reuniões com a nossa participação, alunos do curso de Arquitetura e Urbanismo da PUC-Minas, campus de Poços de Caldas.

Tais atividades são importantes porque, além de aprendermos sobre as tecnologias de terra, quebramos os paradigmas de aprendizado e inter-relação pessoal, uma vez que, durante as atividades, todos os participantes convivem em igualdade no trabalho, com cooperação e com o estímulo das relações humanas.

O projeto proporciona a nós, alunos, a participação em pesquisas envolvendo as questões técnicas, como por exemplo, a avaliação da resistência dos materiais produzidos e das misturas usadas, visando a melhor qualidade dos adobes e BTCs. Abre também a possibilidade de nos relacionar com atividades de ensino, pesquisa e extensão que são importantes para a complementação do ensino na Universidade. Outro fator importante é que, ao trabalharmos com esses materiais, estamos pensando na preservação do planeta, pois são totalmente naturais, desde o processo de produção até a degradação e não agredem o meio ambiente. Por último, promove a reflexão sobre as relações humanas, uma vez que nos aproxima de uma comunidade excluída da sociedade.

1. INTRODUÇÃO

O Projeto Esperança e Vida (PEVI) é uma entidade assistencial, sem fins lucrativos, que tem como finalidade a recuperação da dependência química de homens em idade adulta.

Apesar de ter sido criado em 1995, foi em novembro de 1998 que teve seu nome alterado para PEVI — Projeto Esperança e Vida. A comunidade possui um sítio próprio, denominado Sítio Nossa Senhora das Graças, localizado na rodovia SP-207, km 3, estrada que liga São José do Rio Pardo a São Sebastião da Gramma, na região nordeste do estado de São Paulo (figura 1).

O PEVI atende, atualmente, trinta e dois residentes que estão em fase de recuperação da dependência química. Eles trabalham na lavoura de café (plantação com 8 mil pés) e criam porcos e vacas, para ordenha. Esta comunidade se mantém com a renda destas atividades agrícolas, incrementada por verba da Prefeitura Municipal e doações da comunidade. Estes trinta e dois residentes estão sendo capacitados no projeto que agora apresentamos.



Figura 1 – Mapa de localização do Sítio Nossa Senhora das Graças em São José do Rio Pardo-SP
Fonte: Projeto CRESCER, adaptado a partir do www.earth.google.com

2. EXPLICANDO O PROJETO CRESCER

O projeto apresentado à coordenação do PEVI foi iniciado em agosto de 2007, prevendo o desenvolvimento de atividades relacionadas com o uso da terra como material de construção, visando a possibilidade de geração de renda, inclusão social, além da própria atividade terapêutica, especificamente laborterapia. Tendo em vista a boa receptividade por parte de todos os interessados com essa iniciativa, elaborou-se o “Projeto CRESCER” (Construir e Resgatar com Sustentabilidade a Cidadania e Reinserção Social), agregando professores de duas universidades privadas (PUC-Minas e Universidade São Francisco) e três universidades públicas (UNESP-Bauru; USP-São Carlos e Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro). Este projeto tem a duração de três anos, a partir de agosto de 2007 e é desenvolvido com recursos do Instituto HSBC Solidariedade, que escolheu o CRESCER e mais 9 projetos do Brasil que estão em desenvolvimento dentro do Programa de Geração de Renda para Comunidades Populares.

A produção dos adobes, na primeira fase, deverá atender às necessidades da própria instituição para a construção da Casa de Apoio, que se inicia a partir de 1 de agosto, e será destinada como local para os residentes já recuperados. A definição do projeto arquitetônico da Casa de Apoio contou com as sugestões dos moradores-residentes do PEVI que, para tal, participaram da simulação (figura 2) em tamanho real. Esta ação possibilitou modificações do projeto no local e, posteriormente, as mudanças da representação arquitetônica e a confecção da maquete em escala 1:50.

3. RELATO DAS ATIVIDADES COM A PARTICIPAÇÃO DOS DISCENTES

O projeto CRESCER dá oportunidade a nós, alunos de arquitetura, de participar de uma atividade de ensino, pesquisa e extensão tão importantes para a complementação do ensino na Universidade. Através disso, adquirimos conhecimento técnico e a prática efetiva em uma atividade social e concreta, promovendo a reflexão sobre as relações humanas, uma vez que nos aproximamos de uma comunidade excluída da sociedade. Outro aspecto a ser ressaltado é a discussão que se estabelece sobre sustentabilidade e preservação do meio ambiente, uma vez que trabalhamos com materiais naturais, desde o processo de produção até a degradação.



Figura 2 – Simulação do projeto da Casa de Apoio. Fonte: Projeto CRESCER

Para o bom andamento do projeto, realizamos reuniões semanais na PUC-Minas, Poços de Caldas, com a participação de duas docentes, que Coordenam o projeto, dois alunos bolsistas e diversos voluntários do curso de Arquitetura e Urbanismo. Nestes momentos é que ocorrem reflexões e debates sobre produções acadêmicas relacionadas à construção com terra (adobe e BTC), quando avaliamos resultados dos ensaios laboratoriais dos materiais, discutimos a organização e apresentação das oficinas e gincanas, criamos e organizamos a divulgação, além de prepararmos todo o material de divulgação do projeto, avaliarmos as atividades realizadas e várias outras ações pertinentes ao cronograma do projeto CRESCER (figura 3).



Figura 3 – Reuniões com a participação de alunos, professoras e residentes do PEVI. Fonte: Projeto CRESCER

As oficinas que realizamos junto aos residentes do projeto PEVI, no campus da PUC-Minas/Poços de Caldas e na comunidade terapêutica/São José do Rio Pardo, nos mostram que as discussões realizadas nas reuniões favorecem uma melhor atividade de campo, pautando-se em assuntos e dados previamente discutidos e socializados. Nas oficinas os residentes do PEVI são capacitados na produção de tijolos ecológicos (adobes e BTCs) possibilitando fonte de renda futura (figura 4). Durante estas atividades, testamos novos aditivos naturais às misturas e outras proporções para a fabricação dos tijolos, buscando melhor qualidade no que produzimos, e sempre contando com sugestões dos alunos, professoras e moradores-residentes do PEVI. Isto é importante porque quebramos os paradigmas de aprendizado e inter-relação pessoal, uma vez que, durante as atividades, todos os participantes convivem em igualdade no trabalho, com cooperação, onde todos têm algo para aprender e ensinar.

Para nós, discentes do curso de Arquitetura e Urbanismo, estas oficinas são importantes para a consolidação dos conhecimentos necessários para um bom desempenho como acadêmicos e, conseqüentemente, para que nossa formação profissional se dê de forma mais completa. Conhecimentos, estes, que não se resumem em questões técnicas, mas sim, abrangem uma reflexão maior sobre relações humanas, meio ambiente e pesquisa acadêmica. Assim, podemos colocar em prática o que aprendemos nas salas de aula de

maneira teórica. As experiências adquiridas neste projeto também nos permitem entrar em contato com contextos sociais que não estamos habituados. Isso traz uma grande contribuição ao nosso processo de aprendizado: a consciência social, o comprometimento que todo profissional deve ter para formar uma sociedade mais justa e igualitária. A extensão permite ao aluno, segundo Paulo Freire (1986), “compromisso do profissional com a sociedade”, pois proporciona a ele condições fundamentais para este comprometimento: reflexão e ação. Para os residentes do PEVI as oficinas promovem a percepção de valorização como ser humano e estímulo das relações pessoais, além da perspectiva de trabalho.



Figura 4 – Oficina para a produção de adobes e BTCs, com a participação de alunos, professoras e residentes do PEVI. Fonte: Projeto CRESCER

Outro aspecto que podemos apontar como positivo é que o CRESCER, desde o seu início, também está crescendo: colegas nossos que não conheciam o projeto, alunos de outros cursos, pessoas que trabalham no campus e souberam do projeto se interessam em participar, pedem para serem avisadas das oficinas e de outras atividades. O CRESCER parece a nós alunos estar se transformando em experiência contagiante. Temos a certeza de que atividades como estas são muito boas para despertar, além da questão de nossa formação acadêmica e profissional, a possibilidade de que um outro mundo pode ser possível, bastam a nossa vontade, nossa disponibilidade, e nosso comprometimento. Apresentamos na figura 5 a logomarca criada a partir de nossas reuniões e imagens de dois cartazes, também criados por nós para a divulgação das oficinas.

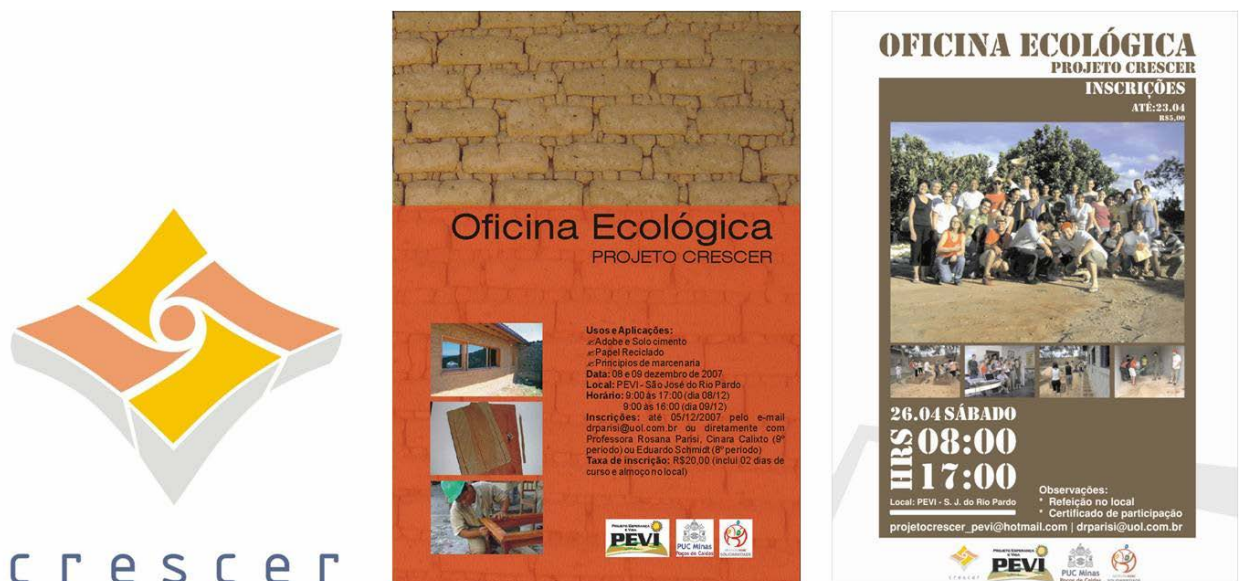


Figura 5 - A logomarca e dois cartazes das oficinas do CRESCER. Fonte: Projeto CRESCER

Neste momento, como o projeto está completando o seu primeiro ano de existência, estamos formatando o site que irá ao ar como um link do Portal do PEVI através do endereço eletrônico www.pevi.org.br, além de um GIBI que iremos lançar destinado a divulgação deste projeto junto aos alunos de escolas de Ensino Fundamental de São José do Rio Pardo, a fim de que, além de se conhecerem o projeto, possam despertar a consciência para as questões ambientais e para as questões do resgate de valores humanos e da cidadania.

4. CONCLUSÃO

A formação de profissionais de arquitetura requer um ensino de qualidade, que lhe confira competência na realização de suas atividades com caráter tecnológico, gerencial, de pesquisa e relações humanas. Nessa perspectiva, os projetos de pesquisa e extensão se constituem formas alternativas na construção de espaço para o exercício de uma postura crítica, de uma postura mais consciente do papel que cada profissional pode exercer, já que, mais do que nunca, a sociedade requer cidadãos, pessoas conscientes e engajadas socialmente. Sabemos que o objetivo dos projetos de extensão é subsidiar a nós, discentes, a sistematização dos conhecimentos e favorecer a troca de informações. E temos a certeza de que no dia-a-dia, no desenvolvimento do projeto CRESCER, é isso que estamos construindo. Alves (2005) diz que “o mestre não é aquele que anuncia saberes. É aquele que seduz seus aprendizes para os fascínios do mundo”. De certa forma, é isso o que temos vivenciado nesta rica interação entre aprendizado, já que aprendemos e praticamos sobre construções com terra, construções sustentáveis e nos fascinamos nesta aproximação de uma comunidade excluída e, temos a certeza de que fascinamos os residentes com o que juntos construímos em cada experiência no PEVI.

A noção sobre a dimensão social e educativa de nossa profissão é imprescindível. Dimensão esta, que está contida na relação entre produção do conhecimento, necessidade de informação das várias camadas sociais, exploração de oportunidades e potencialidades humanas. A prática de atividade que é ecológica e também social nos permitiu tomar consciência dessa dimensão da importância de ser um profissional comprometido, que deverá sempre buscar mais capacitação na tentativa de encontrar soluções que venham servir para a construção de uma sociedade mais justa. Constatamos que as atividades extra-classe possibilitam a construção do saber e do fazer arquitetura, que devem ser trabalhados continuamente, pois não são um fim em si mesmo, mas um processo em construção que deve CRESCER...sempre. Finalizando, como nos lembra Fathy (1980), “a beleza de algo não resulta da sua forma, mas antes das forças que se unem para lhe darem vida”.

BIBLIOGRAFIA

ALVES, Rubem. Quarto de Badulaques LXXXI. Campinas, Correio Popular, 27/11/2005.

FATHY, H. Construindo com o povo: a arquitetura para os pobres. São Paulo: Editora Salamandra, 1980.

FREIRE, Paulo. Educação e mudança. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1986.

AUTORES

Alejandra Melgar Cruz, acadêmica do 9º período da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UNACH – Intercâmbio PUC-Minas, campus de Poços de Caldas, Brasil/México

Bruno Lamarão do Nascimento, acadêmico do 2º período do curso de Arquitetura e Urbanismo, PUC Minas, campus de Poços de Caldas-MG e voluntário do projeto CRESCER

Cinara Calixto da Silva, acadêmica do 10º período do curso de Arquitetura e Urbanismo, PUC Minas, campus de Poços de Caldas-MG, bolsista do projeto CRESCER

Daniela Guardabaxo, acadêmica do 8º período do curso de Arquitetura e Urbanismo, PUC Minas, campus de Poços de Caldas-MG e voluntária do projeto CRESCER

Eduardo Manfrin Schmidt, acadêmico do 8º período do curso de Arquitetura e Urbanismo, PUC Minas, campus de Poços de Caldas-MG e bolsista do projeto CRESCER

Eliana Marcon Tramontina, acadêmica do 1º período do curso de Arquitetura e Urbanismo, PUC Minas, campus de Poços de Caldas-MG e voluntária do projeto CRESCER

Jonathan Amarante, acadêmico do 8º período do curso de Arquitetura e Urbanismo, PUC Minas, campus de Poços de Caldas-MG e voluntário do projeto CRESCER

Lívia Barbosa, acadêmica do 4º período do curso de Arquitetura e Urbanismo, PUC Minas, campus de Poços de Caldas-MG e voluntária do projeto CRESCER

Maycon Douglas Costa acadêmico do 3º período do curso de Arquitetura e Urbanismo, PUC Minas, campus de Poços de Caldas-MG, e voluntário do projeto CRESCER

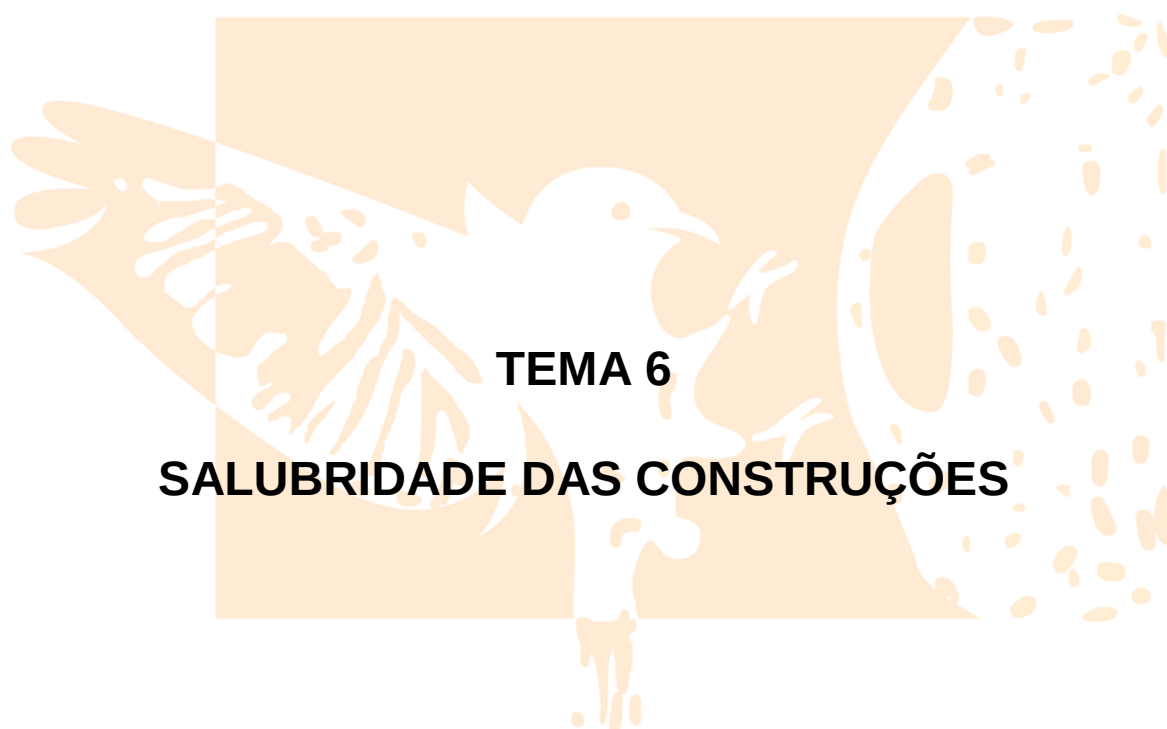
Tiago Augusto Fernandes acadêmico do 2º período do curso de Arquitetura e Urbanismo, PUC Minas, campus de Poços de Caldas-MG, e voluntário do projeto CRESCER

Vanderson Aparecido Chagas acadêmico do 2º período do curso de Arquitetura e Urbanismo, PUC Minas, campus de Poços de Caldas-MG, e voluntário do projeto CRESCER

Yolanda de Santis Bello acadêmica do 2º período do curso de Arquitetura e Urbanismo, PUC Minas, campus de Poços de Caldas-MG, e voluntária do projeto CRESCER

Rosana S. B. Parisi, Arquiteta e Urbanista, Mestre em Urbanismo (FAU-PUCCAMP), Doutoranda do CRHEA-EESC-USP, Professora Assistente III do Curso de Arquitetura Urbanismo da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais desde 1997, Membro do PROTERRA desde 2005 e da Rede TERRABRASIL, Vice- Coordenadora do Grupo de Pesquisa Estudos Alternativos para o Habitat Sustentável da PUCMinas, Poços de Caldas-MG, Brasil

Glacir T. Fricke, Arquiteta e Urbanista, Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Campinas (1992) e Doutora em Planejamento de Sistemas Energéticos pela Universidade Estadual de Campinas (1999). É Professora Adjunta I da Universidade São Francisco e do Curso de Arquitetura e Urbanismo da PUCMinas, campus Poços de Caldas. É Coordenadora do Grupo de Pesquisa Estudos Alternativos para o Habitat Sustentável da PUCMinas, Poços de Caldas-MG, Brasil.





PROTOTIPO DE COMUNIDAD SALUDABLE PARA ÁREAS RURALES DEL PERÚ: DISTRITO DE CHINCHA BAJA, ICA

María Teresa Méndez, Gladys Vásquez, Isabel Corasao, María Angélica Guevara, Juan Camargo, Eduardo Mendiola

Centro de Estudios para Comunidades Saludables, Universidad Ricardo Palma
Avenida Benavides 5440-Lima33, Perú
Tel.: 511-2750450/2750460 Anexo 338, Telefax: 511-2750451 cecos@urp.edu.pe

Palabras clave: construcciones de tierra y bambú, salud comunal, conservación del medio ambiente

RESUMEN

El proyecto consiste en una propuesta de comunidad saludable modelo, compuesta por módulos de vivienda diseñados acorde a las necesidades y costumbres de los usuarios, empleando materiales ecobioconstructivos, no contaminantes, como adobe y bambú, y, acabados con materiales que minimicen la reproducción de vectores; la comunidad incluye el uso de energías renovables, manejo racional del agua, tratamiento adecuado de residuos sólidos, mitigación de desastres, etc. y trabajado mediante capacitaciones, desde una perspectiva multidisciplinaria. El proyecto tiene un fin didáctico y es aplicado en las áreas rurales de la costa sur del Perú, afectadas por el sismo del 2007.

El objetivo es promover un modelo de vida comunitaria saludable bajo un concepto integral: hábitat, medio ambiente y salud.

La metodología emplea una estrategia participativa basada en el empoderamiento y la autogestión como elementos dinamizadores para el desarrollo sostenible de las comunidades, fortaleciendo su identidad cultural y la preservación de su patrimonio natural e histórico, mediante actividades de formación fundamentadas en la articulación de la educación universitaria con la realidad social de los sectores más deprimidos del campo, mediante la participación voluntaria de profesores y estudiantes (Voluntariado Universitario). El proyecto enlaza gobiernos locales, organizaciones de base y sociedad civil, con la finalidad de garantizar su sostenibilidad.

1. INTRODUCCION

La permanente agresión del hombre al Medio Ambiente ha ocasionado graves problemas que afectan a cerca de 1.000.000 de personas, esto nos obliga a buscar alternativas, dentro de una política de conservación del medio ambiente, para recuperar el daño causado y evitar que siga deteriorándose

Uno de los grandes problemas que menoscaban la conservación ambiental en el Perú es el proceso de urbanización, caracterizado por un acelerado crecimiento demográfico de las ciudades principales y una ocupación desordenada e informal del suelo agrícola ubicado en las zonas de expansión de la ciudad.

Así mismo, se produce una disparidad entre el área urbana y rural, es en el área urbana donde se concentra las oportunidades de desarrollo, de acceso a la modernidad y a la innovación tecnológica, mientras que el 30% de la población peruana, que vive en zonas rurales está en condiciones de extrema pobreza. Esto unido a la geografía compleja de nuestro país, con la presencia de la cadena montañosa de los Andes, que dificulta y encarece la construcción de redes de comunicación y servicios básicos, hace que los asentamientos humanos rurales en el Perú se encuentren dispersos en el territorio y haga más difícil su incorporación al proceso de desarrollo.

El Perú y en especial la costa central y sur, debe afrontar un alto grado de vulnerabilidad sísmica debido a fallas geológicas, y silencios sísmicos, como es el caso de la Placa de Nazca. Esta se encuentra ubicada frente a la costa del departamento de Ica, y trae como

consecuencia permanentes sismos de gran intensidad, que causan grandes daños en las construcciones informales, con la consiguiente pérdida de vidas humanas.

En la costa, las edificaciones rurales emplean adobe y caña como materiales constructivos originarios de la zona, las que al no contar con asesoría técnica carecen de adecuados procedimientos constructivos, siendo vulnerables a los desastres naturales. La pobreza, característica de estas poblaciones les recorta el acceso a tecnología agrícola, asimismo les dificulta acceder a servicios que permiten una adecuada calidad de vida. En los sectores rurales, en las condiciones existentes, las poblaciones están predispuestas a adquirir enfermedades endémicas e infecto-contagiosas.

Pese a que en el Perú se vienen ejecutando acciones tendientes a la preservación y protección ambiental (INEI, 2007), no existen políticas definidas que incorporen los asentamientos rurales al proceso de desarrollo, bajo el concepto de comunidades saludables.

Bajo esta premisa, centramos nuestra interrogante principal en definir el *prototipo de comunidad rural saludable* para el asentamiento humano Santa Luisa, duramente afectada por el terremoto de Agosto del 2007, basado en un concepto integral de diseño con empleo de materiales de construcción naturales, como el adobe; manejo de tecnologías limpias, uso racional del agua, tratamiento adecuado de residuos sólidos, etc. trabajado desde una perspectiva multidisciplinaria.

Los cuestionamientos adicionales se plantean para definir las características de los materiales y sistemas constructivos apropiados, así como determinar el diseño de la vivienda en armonía con el lugar, satisfacer las necesidades de habitación en concordancia con usos y costumbres arraigados, y propender a impedir la proliferación de vectores de la zona. Según estas interrogantes se realizan “in situ” los estudios correspondientes a las diferentes especialidades, a fin de lograr una propuesta integral de comunidad saludable.

Tenemos como objetivo principal del estudio, promover un modelo de vida rural comunitaria saludable bajo un concepto integral: hábitat, medio ambiente y salud.

Como objetivos secundarios consideramos, diseñar un módulo de vivienda confortable, segura y acorde a los requerimientos socioculturales de la población, con materiales constructivos naturales como el adobe; promover el empleo de tecnologías limpias para los servicios básicos, y, sistemas de vida saludable tanto en el domicilio como en el peri domicilio.

El sustento del estudio se basa en la urgencia de contar en nuestro país con comunidades saludables, en armonía con la naturaleza, como alternativa para preservar la vida en el planeta y, ante la falta de alternativas de rigor científico que permitan la construcción de viviendas realmente económicas, al alcance de las mayorías. Tiene como fortaleza el empleo de materiales naturales y sistemas constructivos de la zona, los que mejorados con tecnología actual disminuyen su vulnerabilidad, dan confort a los pobladores, conservan el medio ambiente, la salud de los habitantes y la identidad cultural. Estos deben ser conocidos y manejados por los actuales pobladores, mediante programas de capacitación.

Nuestra propuesta se basa en la II Conferencia de NNUU sobre asentamientos humanos (Habitat II, 1996) la que reconoce la necesidad de mejorar la calidad de vida de los asentamientos humanos, donde el desarrollo económico, social y protección del medio ambiente sean sus componentes fundamentales. En cuanto a la definición de la vivienda, la propuesta se basa en la Norma E-080, RNE (Vivienda, 2006) referente a las características estructurales y constructivas en adobe y, en la normatividad arquitectónica del país (Vivienda, 2006) así mismo se toma como referente los estudios y pruebas realizados en el país y el mundo (Minke, 2001).

En cuanto a salud de la población, consideramos como lineamientos básicos el contribuir a mejorar, recuperar y proteger las condiciones del medio ambiente y de vivienda que presenten un riesgo para la salud de los habitantes (Minsa, 1995-2000).

Se plantean estrategias a fin de crear conciencia e informar a las personas y organizaciones de sus responsabilidades en relación a la salud, el medio ambiente y la vivienda. (OPS/OMS)¹.

Para la propuesta de vivienda y comunidad, nos basamos en principios que sustentan la arquitectura sostenible (Hart, 1996).

“...una casa debe ser del tamaño adecuado para sus ocupantes y sus actividades, de lo contrario se requiere de mayor cantidad de materiales para su construcción, que el nivel de contaminación que pueden provocar éstos no se ajustan al estilo de vida sostenible y, por último requieren mayor cantidad de energía.

...se utilizan los materiales del tipo adecuado en los lugares adecuados, de tal forma que la temperatura debe tender a permanecer equilibrada.

...para una eficiencia energética debemos usar el sol, el viento, o agua para producir electricidad, debiendo ser cuidadosos en la forma de utilizarlas porque de una u otra forma son limitadas.

Entre los enfoques de conservación de agua considera entre otras alternativas...el empleo de las aguas grises para regar plantas.

...las ventajas de los materiales de origen natural son que, además de producirnos una sensación de vida confortable el nivel de contaminación asociada a su fabricación se reduce al mínimo y son mucho menos propensos a afectar negativamente a la salud.

Como principio básico de la sostenibilidad de una comunidad consideramos el compartir lo que se tiene con los demás, evitando la duplicidad de instalaciones. Tratar de crear áreas de uso común considerando la cantidad de usuarios...”

Luego de lo anteriormente expuesto, nos planteamos como hipótesis principal el diseño de una comunidad saludable, conservando el ambiente natural, y, basado en el empoderamiento y la autogestión como elementos dinamizadores.

2. DEFINICIÓN DEL PROTOTIPO

La propuesta definitiva es consecuencia de un análisis comparativo de los beneficios constructivos, estructurales, socioculturales, económicos y medioambientales, entre alternativas planteadas. Se extiende a las comunidades rurales de las provincias costeras de Lima e Ica, pues a partir de un prototipo de comunidad, se pueden generar modelos. Puede ser a su vez considerada como una primera aproximación para futuros diseños de comunidades rurales saludables a ser aplicadas en nuestro país, dentro de los conceptos que recuperan un sistema de vida en armonía con la naturaleza.

La definición del prototipo se basa en una investigación de tipo experimental que abarca dos etapas, las que se desarrollarán en el transcurso del año 2008

La 1ª etapa comprende los estudios y diseño del modelo teórico de comunidad rural saludable (Abril-Julio), cuyas conclusiones son motivo del presente artículo, y, la 2ª etapa comprende la construcción del módulo y trabajo con los pobladores para validar el prototipo de comunidad saludable, mediante una estrategia participativa basada en el empoderamiento y autogestión (Agosto-Noviembre).

Ambas etapas se desarrollan mediante actividades de formación que articulan la educación universitaria con la realidad social, y, que involucran a la población de Santa Luisa, a la comunidad universitaria, mediante la participación voluntaria de profesores y estudiantes (CECOS-BRIGURP) y a los gobiernos locales, con la finalidad de garantizar la sostenibilidad del proyecto.

La investigación considera tres variables, como *variable independiente* el diseño de la comunidad saludable, como *variable dependiente* el empoderamiento y la autogestión y, como *variable interviniente* el medio ambiente natural en que se asienta el modelo.

La recolección de la información se realizó empleando diversos medios, según los requerimientos de las variables propuestas, tales como encuestas, información estadística,

pruebas de laboratorio y observación mediante visitas de campo, considerando como población de estudio el asentamiento rural Santa Luisa.

2.1 Área de estudio

El asentamiento rural ha sido definido entre los asentamientos más afectados por el sismo de Agosto del 2007, el que tuvo una magnitud de 7.9° escala Richter y un tiempo de duración de más de 2 minutos.

La población del asentamiento humano Santa Luisa, ubicado en el distrito de Chincha Baja, Departamento de Ica, está dedicada mayoritariamente a la agricultura, siendo este un **asentamiento rural**.

Si observamos la información censal (INEI, 2008), precisamos que en el distrito de Chincha Baja la población rural es mayor que la población urbana, un 62,6% de la Población Económicamente Activa (PEA) está ocupada en actividades agrícolas (cuadro 1 y cuadro 2), cuyos mayores cultivos son de espárragos, alcachofa y algodón, insertándose de ese modo en el espacio económico.

Cuadro 1 – Distrito de Chincha Baja, Características de la Población Censo 2005

Población Censada	12052
Población Urbana	4954
Población Rural	7098
Tasa Crecimiento Intercensal (1981 - 1993)	1.8
Tasa de Analfabetismo de la población de 15 y más años	3
Porcentaje de la población de 15 o más años, Total con primaria completa o menos	22.3

Cuadro 2 – Distrito de Chincha Baja, Indicadores de Trabajo y Empleo Censo 1993

Población Económicamente Activa (PEA) de 6 y más años - Total	3259
Población Económicamente Activa (PEA) de 6 y más años - Mujeres	2569
Población Económicamente Activa (PEA) de 6 y más años - Hombres	690
Tasa de Actividad Económica de la PEA de 15 y más años	45.8
% de la población ocupada de 15 y más años - En la agricultura	62.6
% de la población ocupada de 15 y más años - En los servicios	21.9



Fuente: INEI, 2008

Figura 1 –Mapa referencial de Santa Luisa. Distrito de Chincha Baja. Fuente: INEI 2008

Políticamente, Santa Luisa pertenece al distrito de Chíncha Baja, provincia de Chíncha, departamento de Ica, y está ubicado a 200 km al sur de Lima. La ubicación geográfica es Latitud Sur 13°28' y Longitud Oeste 76°08', a una altura de 50,0 msnm. Tiene una extensión de 20.183 m², y, su población está conformada por 220 personas (44 familias aproximadamente).

Santa Luisa es parte del conjunto de asentamientos rurales ubicados en la provincia de Chíncha, los cuales gravitan y dependen de los servicios que brindan las ciudades y centros urbanos mayores. Las vías de comunicación entre ellos son deficientes, son caminos de trocha, y la frecuencia de la movilidad pública es mínima o inexistente (Mapa Referencial, INEI, 2005).

Como poblado, se encuentra débilmente articulado al sistema de ciudades del valle, a través de un camino rural. El 100% de las viviendas, construidas de adobe y caña de manera espontánea, han sido destruidas por el sismo del 2007.

En cuanto a sus características climáticas, la temperatura fluctúa entre 29,3°C en el mes de Febrero y 11,4°C en Septiembre. Entre los meses de Febrero y Marzo la diferencia de temperatura está por encima de la zona de confort y, entre los meses de Julio y Setiembre por debajo de la zona de confort. La precipitación promedio anual es de 2,25 mm, por lo tanto, mínima. Presenta una velocidad promedio de viento de 2 m/s, y, la dirección predominante en la estación Cañete es Sur.

2.2 La Comunidad

Como forma de organización social rural, Santa Luisa responde a una relación parental en el concepto más amplio de familia, basada en su organización productiva orientada a la actividad agrícola.

Morfológicamente los asentamientos humanos rurales en el distrito de Chíncha, replican dos modelos históricos heredados: el pre-hispánico y el modelo español de fundación. Desde el punto de vista de comunidad saludable, el modelo prehispánico aporta conceptos de integración armoniosa con el paisaje rural, con la aplicación de una visión cosmomágica del mundo, en la que la tierra agrícola es considerada como Deidad, y los asentamientos como centros administrativos y ceremoniales, asociados a plazas y caminos peatonales unidos a la red regional.



Figura 2 – Estado actual del poblado Santa Luisa

En cuanto a las condiciones de salubridad en la comunidad, por el sismo de Agosto del 2007 se generaron emergencias y desastres, ocasionando daños a la vida, a la salud y a la infraestructura productiva y de servicios. Se han generado mayores demandas de atención de salud por el riesgo de aparición y propagación de enfermedades transmitidas de persona a persona, por agua y alimentos, y vectores.

Dentro de las enfermedades endémicas de la zona sur del Perú, en especial de las zonas rurales, está el Mal de Chagas, relacionándose directamente a las construcciones de adobe (Sanabria et al, 2002). Así también la Cryptosporidiosis, enfermedad gastrointestinal que

causa daños en el sistema inmune de las personas por un parásito que se encuentra comúnmente en los ríos. Los sistemas de agua cuentan con un programa en el que comprueban el agua de entrada cada mes.

El agua dura, característica de la zona, no es perjudicial para la salud. Como efectos negativos se tiene que, el jabón no se disuelve, cuando se calienta, los minerales que hacen a esa agua dura pueden tapar las tuberías y, los minerales de la dureza interfieren a menudo con procesos industriales.

2.3 La vivienda

Análisis del comportamiento del adobe como unidad

El estudio se fundamenta en la definición de las características del adobe como material constructivo idóneo para Santa Luisa. Analizamos las características geodinámicas del adobe del lugar, mediante pruebas de laboratorio, a tres unidades representativas de albañilería de adobe. Dos unidades que corresponden a la zona de trabajo y una tercera que pertenece a una edificación de la ciudad de Lima. El primer bloque (M-A) corresponde al poblado de Santa Rosa, Chincha Baja, elaborado por sus pobladores, sin orientación técnica alguna; el segundo bloque corresponde a San Matías (M-B), poblado de Chincha Baja, el que ha sido elaborado según las directivas de la Norma Técnica E-080 (Vivienda, 2006), y por último, un bloque de adobe (M-C) perteneciente a un solar de Lima, en proceso de demolición, y cuya construcción data de inicios del siglo XX el que, a pesar de los movimientos sísmicos de los últimos años, no ha sufrido daño alguno.

Para corroborar las directivas técnicas y proponer el adobe “idóneo” se realizaron las siguientes pruebas:

a. Laboratorio de Mecánica de Suelos y Asfalto de la Universidad Ricardo Palma (LMSA-URP):

El objetivo de este ensayo fue realizar una serie de pruebas en el laboratorio de suelos, que permitan obtener las características del suelo de los bloques encontrados. Los ensayos fueron realizados entre el 22 y 26 de Julio del 2008

- Procedimiento para el análisis granulométrico por tamizado de las muestras de adobe, según Norma ASTM D422-07.

Con ayuda de los tamices y las diferentes herramientas, se somete cierta fracción del suelo con el fin de determinar su estructura y composición para especificar la composición granulométrica de cada unidad de adobe.

Tabla 1 – Composición granulométrica de las muestras analizadas

	M-A	M-B	M-C
grava (%)	1	3	5
arena (%)	38	39	47
finos (%)	61	58	48



Figura 3 – Análisis por tamizado

De los porcentajes obtenidos en el laboratorio se puede concluir de acuerdo a la clasificación SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos - INDECOPI) lo siguiente:

La muestra M-A es un suelo de limos inorgánicos, con polvos de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plástico (ML)

La muestra M-B es un suelo de limos inorgánicos, con polvos de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plástico (ML)

La muestra M-C es un suelo que muestra arena limosa, mezclas de arena y limo (SM)

- Procedimiento para el Contenido de Humedad, según Norma ASTM D2216-05.

El tipo de material que se utiliza para este ensayo fue dos limos inorgánicos (ML) y una arena limosa (SM). Para la muestra de un buen desarrollo debe presentarse sin material inorgánico. El porcentaje de humedad se entiende con relación al peso del suelo seco.

Tabla 2 – Contenido de humedad de las muestras analizadas

	M-A	M-B	M-C
Contenido de humedad (%)	3,27	2,91	2,19

- Procedimiento para el Límite Líquido, basado en la ASTM D4318-05

Es el contenido de humedad en porcentaje que posee un suelo cuando se encuentran en una frontera arbitrariamente definida, este contenido de humedad con el cual una pasta de suelo colocada en una copa de estándar y a la cual se le ha separado en 2 partes mediante una ranura, fluye haciendo que la base de la ranura se cierre en una longitud de 13mm, cuanto se somete a 25 golpes a la copa cayendo desde una altura de 10 mm en un aparato estándar, a razón de 2 golpes por segundo.

Tabla 3 – Límite líquido de cada una de las muestras

	M-A	M-B	M-C
Límite líquido (%)	22,2	23,1	19,0

- Índice de Plasticidad, basado en la D4318-05

Tabla 4 – Índice de plasticidad de las muestras analizadas

	M-A	M-B	M-C
Índice de plasticidad (%)	2,3	6,3	1,9

Tabla 5 – Pesos específicos de las muestras: natural y relativo de sólidos

	Tipo de Adobe		
	M-A	M-B	M-C
Densidad del adobe (g/cm³)	1,68	1,79	1,96
Gravedad específica	2,56	2,56	2,55

Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad Ricardo Palma (LEM-URP):

El objetivo de este ensayo fue realizar una serie de pruebas en el laboratorio de ensayo de materiales, que permitan obtener las características de resistencia a la compresión de los bloques muestra, Los ensayos fueron realizados entre el 24 y 25 de Julio del 2008

- Análisis de resistencia a la compresión de las tres muestras de adobe

Basado en la NT E-080 RNE (Vivienda, 2006) y, en la NTP 331,202 (ITINTEC, 1979) para métodos de ensayos de la unidad del adobe,

Tabla 6 – Resistencia a la compresión de las muestras

Descripción de las muestras	Resistencia a la compresión (kgf/cm ²)
Muestra M-A (cubo 7 cm x 7 cm x7 cm)	11
Muestra M-B (cubo 7 cm x 7 cm x7 cm)	16
Muestra M-C (cubo 7 cm x 7 cm x7 cm)	14

Las pruebas arrojaron como resultado que la Muestra B cumple con las normas establecidas de comportamiento y composición, elaborada en la localidad de San Matías, siguiendo las directivas de las normas del RNE,



Figura 4 – Ensayos realizados en LEM de la Facultad de Ingeniería, Universidad Ricardo Palma,

Características de las viviendas de la zona



Figura 5 – Vivienda típica de adobe en Santa Luisa

De acuerdo a las observaciones realizadas en las vistas de campo se ha observado que, antes del sismo las casas en Santa Luisa estaban construidas con muros de adobe, vigas de caña brava y techo de caña chancada con una cubierta de torta de barro. El enlucido de los muros era de yeso sin pintar. Contaban, generalmente, con una sala comedor, 2 dormitorios, 1 baño, la cocina al interior de la casa con abertura en el techo para ventilación y un corral para crianza de animales, al fondo de ella,

El sistema estructural del prototipo está basado en las alternativas de sistemas constructivos validados mediante pruebas de laboratorio certificadas, que presentan el “Manual de Construcción para Viviendas Antisísmicas de Tierra” (Minke, 2001) y la Norma Técnica E-080, RNE (Vivienda, 2006),

Para la etapa de construcción del prototipo se requiere definir las características de la cimentación a fin de mejorar el comportamiento sísmico, En la segunda etapa del proyecto se realizarán los estudios de suelo en el asentamiento rural Santa Luisa, para lo cual se programarán calicatas distribuidas en el área de trabajo según la norma correspondiente (Vivienda, 2006)

Siendo una de las metas de la arquitectura sustentable la eficiencia energética, el proyecto contempla utilizar técnicas para capturar la energía del sol, para lo cual hemos obtenido la siguiente información: el promedio de horas de sol es de 3,9 h/día, el mayor número de horas de sol se presentan en el mes de Marzo, La mayor energía solar incidente se presenta en Noviembre con un valor que fluctúa entre 6,0 kWh/m² y 6,5 kWh/m² y los menores en Mayo y Agosto con un valor que fluctúa entre 4,5 kWh/m² y 5,0 kWh/m²

3, RESULTADOS

3,1 Prototipo de Comunidad Saludable

Los pobladores, conscientes de sus limitaciones económicas y en respeto a sus costumbres, han aceptado reconstruir el poblado empleando como materiales el adobe y la caña y, conformar una comunidad saludable modelo.

La estructura espacial propuesta para el Asentamiento Rural Santa Luisa, se organiza basada en una vía principal arbolada, de forma longitudinal y cuyos laterales son los frentes de los predios, con una berma central que contempla una ciclo vía, Esta vía se conecta con el camino de acceso al poblado, Adyacente a la vía principal planteamos un espacio central o Plaza Principal, circundada en sus otros lados por vías peatonales,

El servicio de agua se plantea a través un pozo que extrae agua del subsuelo, Los servicios de desechos orgánicos se harán a través de pozo séptico,

La dotación de energía eléctrica para las viviendas será mediante sistemas de paneles solares, los que a la fecha tienen un costo alto para la economía de los pobladores,

Se plantea la creación de un microclima exterior que dé respuesta al clima del lugar, Propiciar el movimiento del aire en verano y proteger durante el invierno, Durante el verano, control del asoleamiento externo con árboles, en los espacios de permanencia; los arboles utilizados deben ser de copa ancha y caducifolios, de manera que en el invierno sea posible el asoleamiento y la ganancia indirecta de calor; en los espacios aledaños a la edificación utilizar vegetación corta, tipo césped, para evitar el recalentamiento de éste y la irradiación en la edificación,

En los espacios exteriores se utilizará ladrillo en pisos, tierra compactada,

La humedad se encuentra en confort, pero muy cerca del límite superior, por lo tanto no se debe incrementar las fuentes de humedad solo se usará vegetación para protección solar,

La precipitación es muy poca, la protección debe reducirse a la elección de pisos porosos y las sendas peatonales tendrán una ligera pendiente,

3,2 Vivienda saludable

Adobe

Las unidades de adobe analizadas no cumplen con la norma E-80 en lo que respecta a gradación del suelo, pero dos de ellas (M-B y M-C) cumplen con lo establecido por la norma de la resistencia a la compresión de la unidad, ($f_u = 12 \text{ kgf/cm}^2$),

A partir de estos ensayos, procuraremos acercarnos más a la Norma E-080 (Vivienda, 2006) con los materiales de la zona, para mejorar estos parámetros de resistencia en la elaboración de los bloques de adobe,

Prototipo de vivienda

La vivienda rural propuesta se fundamenta en condiciones formales y funcionales referidas a la vida comunitaria rural, buscando elevar el nivel de bienestar de los usuarios,

Se ha definido una vivienda construida con materiales del lugar, muros de adobe y techos de caña chancada, con cubierta de barro, pero fabricada con técnicas que permitirán disfrutar de un nivel de seguridad y confort, Los pisos serán de ladrillo King Kong hecho a mano, colocado directamente sobre suelo apisonado,

El sistema estructural empleado en la construcción del prototipo recoge las indicaciones de la Norma E-080 (Vivienda, 2006), en la cual se plantean muros arriostrados tanto horizontal como verticalmente,

Este Modelo de Vivienda comprende un conjunto de ambientes en donde se desarrollará la vida familiar y al exterior de la cual se establecerán los vínculos comunales, Consta de un espacio de uso múltiple, dos dormitorios y una cocina abierta al patio posterior de la misma, La familia suele reunirse al exterior, en el frente de la casa, funcionando este espacio a modo de sala y comedor, El prototipo cuenta con una terraza exterior que permite respetar esta costumbre y a su vez tenemos al interior de la vivienda un espacio de Uso Múltiple, donde la familia puede reunirse cuando las condiciones del clima, al exterior, no son favorables o simplemente requieren privacidad,

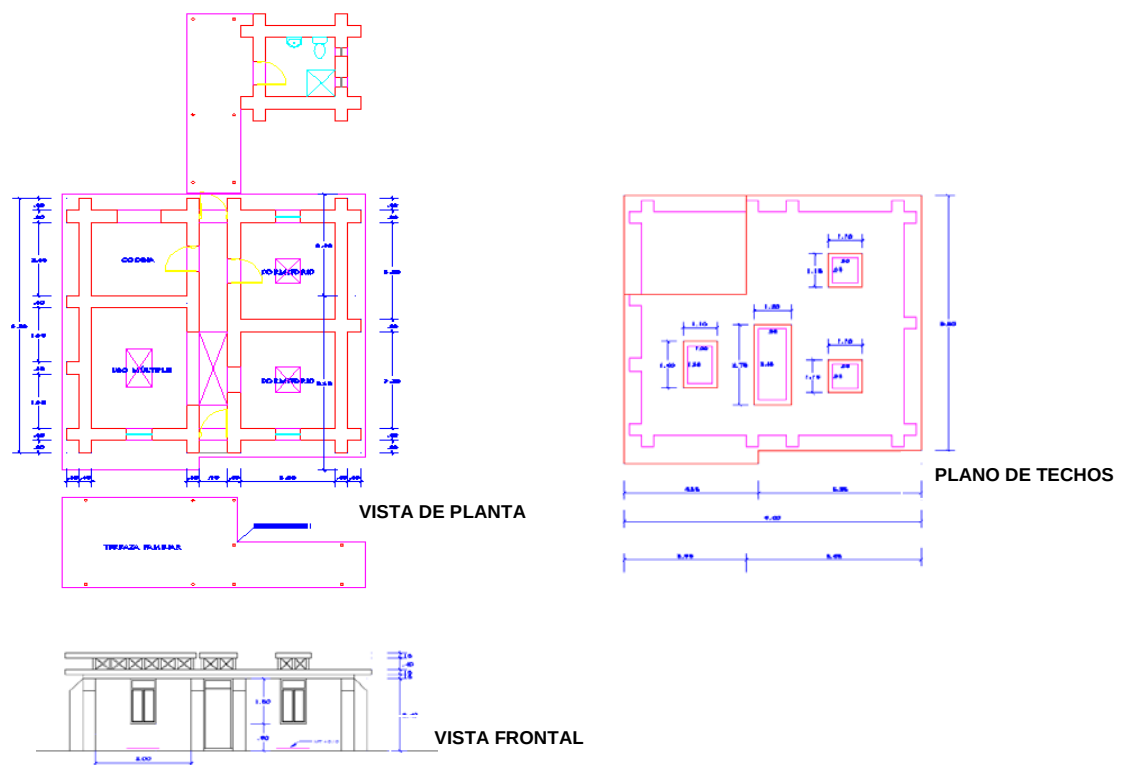


Figura 6 – Planos esquemáticos del Prototipo de Vivienda

En el lugar, es costumbre, cocinar al exterior de la vivienda, en un espacio totalmente abierto, lo que genera falta de higiene y riesgos de salud, La leña como combustible para cocina los hace proclives a enfermedades respiratorias, en la vivienda saludable la cocina es un patio techado, muy ventilado, posee una gran teatina apoyada sobre celosías de bambú, Se propone utilizar la “cocina a leña mejorada” por ser más eficiente,

Los materiales de los acabados en la vivienda serán, muros con tarrajeo de tierra y sellado con cal, los que deben ser trabajados cuidadosamente a fin de no dejar espacios que permitan anidar vectores, sobre todo sabiendo que la Chirimacha² es un insecto endémico de la zona,

Comportamiento climático

A partir de la problemática que presenta el clima planteamos que la orientación de la vivienda debe ser NO por ser la más eficiente, de manera que se capta el calor de las últimas horas del invierno y la media estación y se evite el sol de la tarde del verano,

El material que empleamos en pisos y techos prevé el sobrecalentamiento que se da entre las 11 a.m. y 13 p.m., ocasionado por el sol que se encuentra en una posición casi vertical,

Si bien la temperatura excede el confort en 5°C, durante la época de verano, no se requiere mucha altura de edificación para lograr equilibrio, por lo que adoptamos la altura planteada por el Reglamento Nacional de Edificaciones (Vivienda, 2006): 2,40 m,

Con el fin de evitar un impacto intenso de sol en pisos y muros internos, los ambientes se plantean relativamente profundos respecto a las ventanas, propiciando el impacto del sol sobre los muros externos,

Los vanos son pequeños por el material que se plantea, orientados hacia el NO, lo que favorecerá a un menor ingreso de sol, en especial en verano; el calentamiento en invierno será principalmente por impacto de sol sobre los muros gruesos de adobe,

La ventilación debe cruzar la edificación en la etapa del verano permitiendo la pérdida de calor excesivo durante el día y en el invierno debe posibilitar solo la renovación del aire. Se plantea un sistema de protección solar en espacios exteriores mediante pérgolas y celosías. En la vivienda los vanos están orientados evitando el impacto del sol, además las teatinas que iluminan y ventilan cenitalmente poseen celosías,

Se utilizara como material para los muros al adobe, el que presenta las siguientes características térmicas: conductividad de calor de 0,95 W/m²°C, por lo cual el calor pasara lentamente de afuera hacia adentro. Presenta, además, un retraso térmico de 6 horas 32 minutos. Esto significa que el calor ganado en el día permanecerá en el material 6 horas después del impacto solar, lo que permite recibir irradiación de calor en la noche, que es ligeramente fría,

Como cobertura en el techo utilizamos la caña chancada, cuya conductividad térmica es de 0,05 W/m²°C, la que evita un calentamiento excesivo,

Salubridad

La solución de saneamiento ambiental planteada favorece la conservación de la calidad del agua y evita la contaminación de los alimentos, en consecuencia previene contra algunas enfermedades infecto-contagiosas,

Se ha planteado un sistema de pozos sépticos localizados, contruidos y mantenidos en forma apropiada, de tal modo se protege el medio ambiente y la salud pública,

Se plantea el manejo ecológico de los desechos, gestionando la recolección, segregación, almacenamiento y tratamiento,

En cuanto a la salud de la población, el sector debe estar preparado para atender sus necesidades (ecosistema, comunidad, familia, individuo, salud mental), ante un desastre, las personas afectadas son vulnerables, están en medio de fluctuaciones provenientes de estado biológicos y sociales que surgen frente a trabas de diferentes etiologías, motivo por el cual es importante brindarle apoyo para reintegrarlo a la sociedad, formando y manteniendo relaciones armoniosas con los demás,

El cumplimiento de las acciones integrales de salud, están proyectadas para la segunda etapa del proyecto, desarrollando las siguientes actividades:

- Campañas de promoción y difusión de medidas para evitar enfermedades,
- Fortalecimiento de programas preventivo-poblaionales: daños trazadores (enfermedades y daño infraestructura),
- Entrenamiento de brigadas,
- Control del medio ambiente: control de agua potable, control de desechos sólidos, en especial los desechos orgánicos que pueden ser convertidos en compost con un simple proceso de selección y su introducción en silos verticales de 2 m, de altura; control de insectos y roedores, control de alimentos, control de viviendas y, control de la contaminación ambiental
- Protección del suministro del agua y del alcantarillado
- Defensa y protección civil,
- Formación de comités de salud con participación de la comunidad

4, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS) promueve la atención primaria ambiental (APA) como una estrategia de acción ambiental comunitaria para contribuir a la calidad del ambiente y, en consecuencia, al mejoramiento de la salud y de la calidad de vida de las poblaciones,

Tomando en consideración esta premisa, el prototipo de Comunidad Saludable propuesto permite mejorar las condiciones de salubridad y habitabilidad del asentamiento rural Santa Luisa, Así también la comunidad saludable puede ser considerada como una estrategia para encausar a estas poblaciones hacia el desarrollo humano,

En cuanto al diseño del módulo de vivienda, respeta el “modus vivendi” de la población de Santa luisa, propiciando condiciones satisfactorias y reduciendo los factores de riesgo,

El diseño del módulo básico de vivienda permite un crecimiento progresivo de la misma,

El Reglamento Nacional de Edificaciones vigente, es muy escueto en lo referente a construcciones en adobe, Norma E-080 (Vivienda, 2006), por lo que como consecuencia del estudio realizado se recomienda que:

- En el capítulo III,1 referente a Arquitectura, debe contemplarse características de diseño para construcciones en adobe en concordancia con la Norma E-080,
- Las construcciones en adobe no sean contiguas, deberán tener un espacio lateral de retiro a cada lado, esto con el fin de dar seguridad a la vivienda para eventuales movimientos sísmicos, Por consideraciones espaciales y funcionales se recomienda que la separación sea de 1,20 m,

Existen muchas normas y estudios para los que viven en las ciudades, pero el hábitat del sector rural no ha sido tomado en cuenta hasta el momento, El presente trabajo aporta un modelo de hábitat rural para este sector de menores recursos, dándole un tratamiento equitativo, dentro de las expectativas de desarrollo humano planteado por las NNUU,

Como conclusión final tenemos que:

Se logra un nivel de bienestar a propósito de tener una vivienda digna, con ambientes saludables, contribuyendo a la mejora de la salud física y emocional, Comunitariamente se practican estilos de vida saludable, las familias voluntariamente participan en el cambio y toman conciencia de los beneficios,

Los pobladores no son beneficiarios pasivos sino agentes de su propio desarrollo,

El prototipo de comunidad saludable es un modelo para ser aprovechado y mejorado intergeneracionalmente, transmitiendo la experiencia y el conocimiento que permite elevar el nivel de la calidad de vida,

BIBLIOGRAFÍA

American Society for Testing and Materials. ASTM International, *Norma ASTM D2216-05 Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass*: ASTM

American Society for Testing and Materials. ASTM International, *Norma ASTM D422-07, Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils*: ASTM

American Society for Testing and Materials. ASTM International, *Norma ASTM D4318-05 Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils*,: autor

Hábitat II, UN (1996). *Preámbulo del Programa Hábitat, II Conferencia de las Naciones Unidas sobre Asentamientos Humanos*. Extraído el 30 de Junio del 2008 desde: <http://habitat.aq.upm.es/aghab/>

Hart, K, Thirteen Principles of Sustainable Architecture, Green Home Building, com, *Building Today for Tomorrow*. Extraído el 20 de Junio del 2008 desde: <http://www.greenhomebuilding.com/articles/susarch.htm>

Herrer A, *Trypanosomiasis americana en el Perú, IV, Ingreso del Triatoma infestans al territorio peruano, su dispersión en éste y posibilidades de ser erradicado*, Rev, Perú, med, exp, salud pública v,9 n,1-2 Lima dic, 1955

ITINTEC, *Elementos de suelo sin cocer, Adobe estabilizado con asfalto para muros, Métodos de ensayo*, NTP 331,202:1979, Biblioteca Virtual INDECOPI, Extraído el 23 de Setiembre del 2008 [http://www.bvindicopi.gob.pe/wcircu/query.exe?cod_user=wwwcircu&key_user=wwwcircu&base=02&periodo=1&fmt=01&inireg=41&nreg=20&idioma=all&boolexp=DIMENSION\\$\(76,77\)](http://www.bvindicopi.gob.pe/wcircu/query.exe?cod_user=wwwcircu&key_user=wwwcircu&base=02&periodo=1&fmt=01&inireg=41&nreg=20&idioma=all&boolexp=DIMENSION$(76,77))

INEI – Instituto Nacional de Estadística e Informática del Perú (2007). *Anuario de Estadísticas Ambientales*, Perú: Dirección Técnica de Demografía e Indicadores Sociales.

INEI – Instituto Nacional de Estadística e Informática del Perú (2008) Banco de Información Distrital Extraído de <http://www1.inei.gob.pe/inicio.htm>

MINSA (1995-2000). Ministerio de Salud del Perú, *Ley General de Salud – Plan Quinquenal 1995-2000*

VIVIENDA, (2006). Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, *Reglamento Nacional de Edificaciones, RNE.r*

MINKE, Gernot, (2001) *Manual de Construcción para Viviendas Antisísmicas de Tierra*, Universidad de Kassel, Alemania

SANABRIA, Guevara; BIANCHI, Vera; PALOMINO, (2002). Estudio sobre el vector de la enfermedad de Chagas, Estudio Cualitativo en Parcona, Ica, *Universidades*, julio-diciembre N°024 pp, 19-24, Unión de Universidades de América Latina (UDUAL), México, Extraído el 27 de Junio del 2008 desde: redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/373/37302404.pdf

NOTAS

1 - La Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS) promueve la atención primaria ambiental (APA) como una estrategia de acción ambiental comunitaria para contribuir a la calidad del ambiente y, en consecuencia, al mejoramiento de la salud y de la calidad de vida de las poblaciones,

2 – Chirimacha, insecto vector de la enfermedad de Chagas (enfermedad tropical de áreas rurales en Latinoamérica), de hábitos nocturnos, estrictamente domiciliarios y peridomiciliarios, vive especialmente en viviendas de adobe y en corrales, Chupa la sangre y produce la enfermedad pero es débil ante los insecticidas (Herrer 1955),

AUTORES

María Teresa Méndez Landa, Dra,c, en Educación por USMP, Arquitecta UNI, Docente Facultad de Arquitectura - Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú y Coordinadora del Centro de Estudios para Comunidades Saludables URP, Especialista en Gestión y Prevención de Desastres, Directora del Proyecto Prototipo de Comunidad Saludable para Áreas Rurales del Perú: Distrito de Chincha Baja, Ica,

Vilma Gladys Vásquez Prada, Mg,c, en Arquitectura con mención en Gestión Empresarial por URP, Arquitecta UNI, Lima, Perú, Docente Facultad de Arquitectura -Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú, Miembro investigador del Centro de Estudios para Comunidades Saludables URP, Profesora del curso Asentamientos Humanos II,

Isabel Corasao Campos, Arquitecta Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), Docente Facultad de Arquitectura -Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú y Miembro investigador del Centro de Estudios para Comunidades Saludables URP, Profesora del curso Asentamientos Humanos I y II, Diseño Urbano y Diseño Arquitectónico,

María Angélica Guevara Lactayo, Mg,c, en Arquitectura por UNI, Arquitecta UNI, Docente Facultad de Arquitectura- Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú, Jefe del Laboratorio de Cómputo de la FAU-URP, Profesora de los cursos Tecnología Ambiental I y Tecnología Ambiental II,

Juan Camargo Meneses, Bach, Ingeniería Civil, especialidad Mecánica de Suelos, Miembro Voluntario Fundador CECOS-BRIGURP,

Eduardo Mendiola Morales, estudiante de Ingeniería Civil URP, Asistente LEM-URP, Miembro Voluntario CECOS-BRIGURP,

Christian Mejía Álvarez, estudiante de Medicina Humana, Presidente de Sociedad de Estudiantes de Medicina URP, Miembro Voluntario CECOS-BRIGURP,



PALAFITA É ARQUITETURA: ANÁLISE TIPOLÓGICA DAS CONSTRUÇÕES COM TERRA NA ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO PROJETO RIO ANIL

José Moraes Júnior¹, Maria Justina da Silva Castro²

Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). Endereço: Cidade Universitária Paulo VI, Tirirical, Caixa Postal, 09, São Luís, MA, Brasil Tel: (55 98) 3245 1102
(1) jmjbblk@yahoo.com.br (2) arq.thynna@gmail.com

Palavras-chave: construção com terra, tipologia arquitetônica, projeto Rio Anil

RESUMO

Os laços que unem os moradores de palafitas e arredores se fortalecem dada as necessidades comuns (falta de saneamento, questões culturais, mas principalmente ao descaso e abandono social em que se encontram). As linhas arquitetônicas e a disposição espacial do conjunto de palafitas representam a singularidade da técnica utilizada para execução das moradas.

Este trabalho tem como objetivo estudar os traços característicos do conjunto de construções com terra executadas na área de abrangência do Projeto Rio Anil em São Luís/MA, visando analisar a tipologia arquitetônica, os sistemas construtivos adotados e o grau de salubridade. O Projeto Urbanístico Rio Anil caracteriza-se pela implantação de melhorias arquitetônicas e urbanísticas na margem esquerda do Rio Anil, incluindo a construção de uma avenida, remanejamento da população para novas construções e melhorias em edificações. As atuais edificações características que englobam o projeto são constituídas de madeira, alvenaria e terra, aqui serão abordadas as últimas. As construções de terra encontradas foram em adobe e taipa de pilão com e sem revestimento, principalmente.

Quanto aos fins, esta pesquisa se classifica em descritivo-explicativa, expondo-se o estudo sobre a percepção da situação das moradias, materiais de acabamento, entre outros. Quanto aos meios, classifica-se em bibliográfica e pesquisa de campo. Os dados coletados foram tabulados e expostos em gráficos, sintetizando as informações, com o objetivo de facilitar a realização da análise.

1. INTRODUÇÃO

Quando se refere ao uso de terra para construção, sabe-se que na arquitetura esta é utilizada desde os primórdios, praticamente em todas as épocas e em todas as partes do mundo, das Américas à Europa, do Oriente ao Ocidente.

Os grandes monumentos existentes na atualidade revelam que desde o período pré-histórico essa técnica já era empregada, sendo assim comprovado o conhecimento no uso da técnica (Silva, 2000).

No Brasil, a colonização portuguesa deixou um grande legado cultural extremamente enriquecedor. Dentre a vasta herança lusitana, estão as mais variadas técnicas construtivas, principalmente a taipa, de tradição multissecular, com forte presença na região portuguesa de Algarve (Almeida, 2008).

Dentre tantas obras executadas com terra em nosso país, têm-se como exemplo os casarões, igrejas e tantas outras que ainda hoje influenciam vários profissionais da era contemporânea, por exemplo, engenheiros, arquitetos, geólogos.

Durante o início da colonização brasileira, todas as culturas componentes dominavam técnicas construtivas que utilizavam a terra como matéria-prima, disseminadas pelos negros africanos, quando trazidos ao Brasil (Almeida, 2008).

Atualmente, o uso da terra para construção de edificações está fortemente relacionado a habitações de baixo padrão, em áreas de risco e na zona rural, onde a população não dispõe de recursos financeiros para construir moradias dignas.

Este trabalho tem como objetivo estudar os traços característicos do conjunto de construções com terra executadas na área de abrangência do Projeto Rio Anil em São Luís/MA, visando analisar a tipologia arquitetônica, os sistemas construtivos adotados e o grau de salubridade.

As atuais edificações características que englobam o projeto são constituídas de madeira, alvenaria e terra, aqui serão abordadas as últimas. As construções de terra encontradas foram em adobe e taipa de pilão com e sem revestimento, principalmente.

2. CONTEXTO EXISTENTE E CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO URBANÍSTICO RIO ANIL

A ocupação urbana no município de São Luís deu-se inicialmente na parte oeste da colina entre os Rios Anil e Bacanga (Prefeitura, 2003). Sendo estes dois dos mais significativos cursos d'água da cidade.

O Rio Anil teve grande utilidade quando da ocupação da cidade. Sabe-se que por seu curso de águas, os franceses, comandados pelo capitão Daniel de La Touche, fizeram o reconhecimento de boa parte da Ilha Upaon-Açu, ocupada pelos parrudos e arredios tupinambás (O Imparcial, 2008a).

Simultaneamente à ocupação, o sistema viário foi se expandindo, e na medida em que atendia à demanda dos novos assentamentos, oferecia também condições adequadas de acesso a novas áreas, possibilitando assim, novas ocupações.

Entretanto, esta ocupação ocorreu em terrenos poucos favoráveis tais como mangues, áreas de encostas e várzeas, provocando conseqüências na cobertura vegetal, erosão, assoreamento e inundações. Sendo que estas áreas oferecem pouca salubridade, baixa qualidade de vida, riscos a saúde, segurança e prejuízos incalculáveis ao meio ambiente, como mostra a figura 1.

O grande estuário onde desembocam os Rios Anil e Bacanga é constituído por uma freqüência de penínsulas de extensões significativas e de relevante Referência Paisagística; caracterizadas por platôs limitados por faixas de alta declividade, formando cordões contínuos debruçado sobre o vasto mangue. Este setor apresenta em vários pontos área com ocupações conflituosa, principalmente em relação ao mangue e aos cordões de encosta (Prefeitura, 2003).

Estudos realizados comprovaram que a margem esquerda do Rio Anil, é a zona que “apresenta o maior grau de degradação ambiental, com a destruição do mangue, condições sanitárias das mais precárias, desde o acúmulo de resíduos sólidos em suas áreas baixas e poluição das águas pelo lançamento dos esgotos e águas servidas, e construções em palafitas” (Prefeitura, 2003).

O Projeto Rio Anil faz parte das ações do Programa de Aceleração do Crescimento, desenvolvido pelos Governos Federal e Estadual. Visa a Urbanização, Regularização e Integração de Assentamentos Precários localizados à margem esquerda do Rio Anil, em São Luís/Maranhão (Maranhão, 2008c).

São duas as modalidades pretendidas pelo projeto. A primeira, classificada de “Urbanização de Favelas” tem como objetivo desenvolver ações dentro da favela, com implantação de obras de reestruturação urbanística, infra-estrutura, regularizações fundiárias, construção ou melhorias habitacionais, assim como instalação de equipamentos comunitários, conforme as necessidades identificadas, durante o levantamento (Maranhão, 2008d).

A outra modalidade refere-se à “Erradicação de ocupações em áreas de risco”, e está voltada para as situações em que se torna necessária a transferência das famílias das áreas ocupadas em função de riscos ou de impedimentos legais ou ambientais. Estas se darão mais efetivamente na “área molhada”, onde estão concentradas as famílias que vivem sob palafitas às margens do rio (Maranhão, 2008d).

O projeto será implantado em áreas, em parte já descaracterizadas, e, outras degradadas de manguezal. Contabiliza 23 Áreas de Intervenções (AI), num total de 351.277,20 m² de área, subdivididas em 5 áreas: Habitacionais (136.961,96 m²); Equipamentos Comunitários (47.419,96 m²); Lazer e Esportes (91.768,57 m²); Recuperação Ambiental (33.674,27 m²) e Preservação Ambiental (41.452,44 m²) (Maranhão, 2008a). Todas as áreas contarão com infra-estrutura básica e nas áreas dos Conjuntos Habitacionais serão implantadas estações de tratamento, o que equalizará o impacto ambiental na área de implantação do projeto (Maranhão, 2008b).

As áreas habitacionais foram subdivididas em 11 áreas, compostas por blocos verticais, com tipologia padronizada, apresentando 42,00 m² de área construída em cada unidade habitacional (UH), num total de 2356 unidades habitacionais. Os blocos possuirão formato “H”, com dois blocos unidos por meio de circulação vertical (escada), com dois apartamentos em cada bloco, totalizando quatro blocos por andar. As UH se destinarão a receber as famílias remanejadas da área molhada.

A área de equipamentos comunitários será distribuída ao longo do trecho de implantação do projeto. Será composta por seis áreas que subsidiarão a população no acesso a serviços de saúde, educação, segurança, lazer, cultura, capacitação profissional, entre outros.

Criadas para suprir o uso do Lazer, do Desporto e da Cultura da população local, estas áreas contarão com aparelhos, quadras poliesportivas, playgrounds, quiosques lanchonetes/bares, quiosques para bate papo, banheiros públicos, policiamento, ciclovias e estacionamentos que auxiliaram na minimização dos impactos ambientais, sociais e culturais locais. Divide-se em três áreas de intervenção, a AI-08 e AI-22, respectivamente, a Praça da Liberdade e o Parque da Alemanha, Mirantes e esportes. A figura 1 representa a área de implantação do projeto.

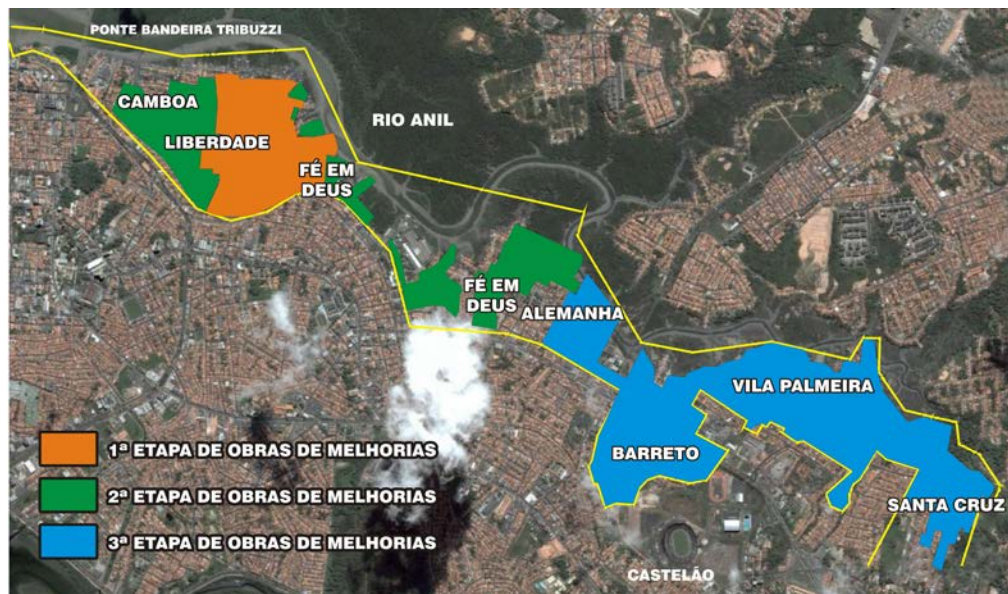


Figura 1 – Área de implantação do Projeto Urbanístico Rio Anil

As áreas destinadas a Recuperação e Preservação Ambiental no Projeto Rio Anil englobam um total de 75.126,71 m² com a implantação de três áreas de intervenção: Área de Recuperação Ambiental 01 (18.101,35 m²), Área de Recuperação Ambiental 02 (15.572,92 m²) e a Área de Preservação e Estudos Ambientais (41.452,44 m²) (Maranhão, 2008, a). Adotar-se-á para estas áreas o tratamento dos esgotos “*in natura*” lançados no Rio Anil, adotando o sistema de Canais retangulares abertos e semi-abertos, equipamentos de lazer, canteiros e áreas pavimentadas, a fim de diminuir os efeitos do impacto ambiental atual.

3. METODOLOGIA

Quanto aos meios, a pesquisa classifica-se em bibliográfica e pesquisa de campo. A pesquisa bibliográfica foi baseada nos materiais técnicos cedidos pela coordenação do projeto, tais como relatórios, pesquisa estatística, uma vez que o projeto está em fase de implantação e literatura referente a construções com terra.

A pesquisa de campo foi desenvolvida por meio de entrevistas e aplicação de questionários no local objeto de estudo. Quanto aos fins, se classifica em descritivo-explicativa, expondo-se o estudo sobre a percepção da situação das moradias, materiais de acabamento, entre outros. Os dados coletados foram tabulados e expostos em gráficos, sintetizando as informações, com o objetivo de facilitar a realização da análise.

3.1 Amostragem

Foram identificadas 172 construções com terra crua, localizadas em 11 bairros (Alemanha, Barreto, Camboa, Caratatiua, Irmãos Coragem, Fé em Deus, Liberdade, Santa Cruz, Vera Cruz, Vila Palmeira, Vila Sésamo), executadas em adobe e taipa revestida e taipa não revestida.

4. ANÁLISE TIPOLOGICA

Os laços que unem os moradores de palafitas e arredores se fortalecem dada as necessidades comuns, tais como falta de saneamento básico, questões culturais, mas principalmente ao descaso e abandono social em que se encontram. As linhas arquitetônicas e a disposição espacial do conjunto de palafitas representam a singularidade da técnica utilizada para execução das moradas.

4.1 Tipo e situação das construções

Das 172 construções estudadas, cerca de 38% são de taipa não revestida, 32% de taipa revestida e 30% de adobe (figura 2). Foi constatado que quanto à situação das construções a maioria está em estado ruim. Sendo que 98% das casas de adobe encontram-se em estado ruim, e apenas 2% em estado regular; nas casas de taipa não revestida todas (100%) encontram-se em situação ruim, e nas de taipa revestida 97% em estado ruim e 3% em estado regular. Nota-se que são necessárias medidas que visem oferecer o mínimo de salubridade a estas pessoas que residem nesta área.



Figura 2 – Gráfico tipo e situação de construção

Quanto à tipologia nota-se um arranjo espacial semelhante nas casas, independente do tipo de construção. Com um corredor na lateral, e os cômodos dispostos alinhados no lado oposto. Normalmente o número de cômodos varia dependendo do terreno e das condições financeiras. Encontraram-se construções de um cômodo até quatro cômodos, e área livre (quintal), com banheiro interno ou externo em alguns casos. O partido arquitetônico se baseia na simplicidade, tendo a forma normalmente retangular, com cobertura variando entre uma e quatro águas, principalmente em telha cerâmica.

4.2 Tipo e situação revestimento da fachada

Os materiais aplicados para revestimento das fachadas se concentram principalmente em reboco com ou sem pintura. Nas casas de adobe 80% possuem revestimento em reboco com pintura, 16% reboco sem pintura e apenas 4% em cerâmica. Nas construções em taipa não revestida 58% com reboco com pintura, 36% reboco sem pintura e 6% sem reboco. Nas construções com taipa revestida 89% com reboco com pintura, 4% reboco sem pintura, 4% de outros materiais e 3% de não foram avaliados (figura 3).

Quanto à situação¹ do revestimento da fachada o maior percentual é ruim com variação de 20% a 85% das construções.



Figura 3 – Tipo de Revestimento da Fachada

4.3 Tipo e situação do banheiro

Os banheiros identificados na área são do tipo interno, externo ou inexistente. Nas construções em adobe 85% é interno e 15% externo. Nas construções de taipa não revestida 17% é externo, 20% das construções não foram avaliadas e 63% não possuem banheiro. Nas edificações com taipa revestida foram 42% de externo, 40% não possuem banheiro e 18% possuem banheiro interno (figura 4).

Quanto à situação dos banheiros notou-se que a maioria se encontra em estado ruim com percentual na ordem de 96%, com apenas algumas unidades em estado regular. Em alguns casos não foi possível avaliar a situação dos banheiros.

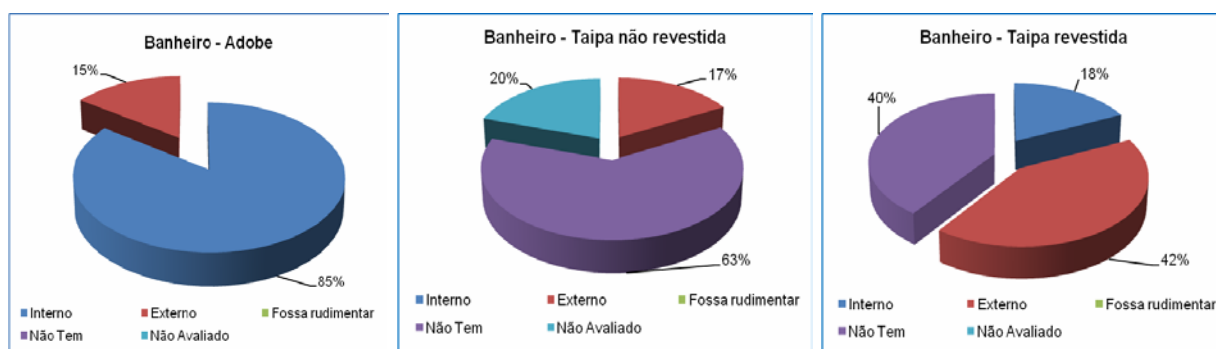


Figura 4 – Tipo de banheiro

4.4 Tipo e situação de piso

Os principais revestimentos de piso encontrado foram: cerâmico, cimentado e chão batido. Nas casas de adobe 51% em piso cimentado e 49% em revestimento cerâmico. Nas casas de taipa não revestida 87% em piso cimentado, 9% cerâmico e 4% de outros materiais. Para as casas de taipa revestida encontrou-se 89% em revestimento cimentado, 7% cerâmico e 4% outros materiais (figura 5). A situação dos pisos é ruim, com percentual variando entre regular com 6% e ruim com 65%.



Figura 5 – Tipo revestimento de piso

4.5 Tipo e situação de revestimento de parede

Quanto aos revestimentos de parede, tanto interno como externo, o maior índice foi o reboco com ou sem pintura. Sendo que nas casas de adobe 77% de reboco com pintura e 23% reboco sem pintura. Nas de taipa não revestida 84% de reboco sem pintura, 10% sem reboco e 6% outros materiais. Nas edificações de taipa revestida 84% de reboco com pintura, 8% sem reboco, 5% tinta sem reboco e 3% outros materiais.

A situação dos revestimentos das paredes varia entre 85% em situação ruim para o maior índice e 10% regular para o menor índice.

4.6 Tipo e situação da cobertura

As coberturas são executadas em sua maioria em telha cerâmica, seguida de telha de fibrocimento. Nas casas de adobe 90% são em telha cerâmica e 10% em fibrocimento. Nas casas de taipa não revestida 91% em fibrocimento, 5% telha cerâmica e 4% outros. Já nas casas de taipa revestida 59% em telha cerâmica, 37% fibrocimento e 4% outros (figura 6). A situação é ruim em 92% das casas e 1% regular.

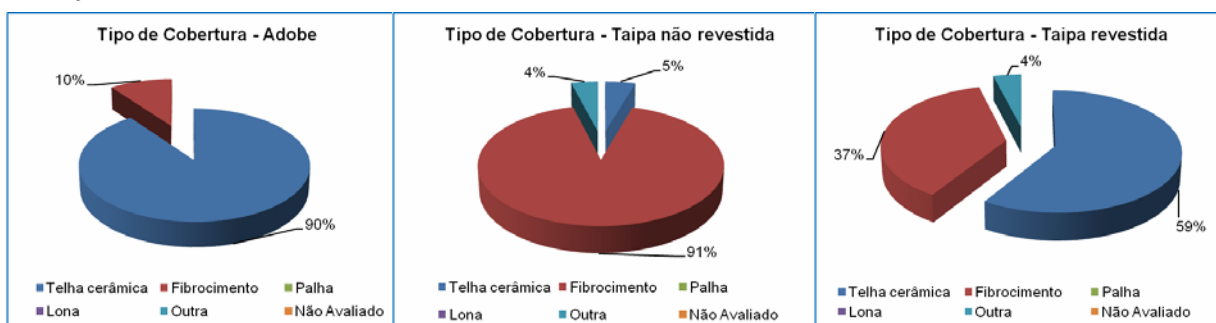


Figura 6 – Tipo de cobertura

4.7 Situação do madeiramento

Observou-se que o madeiramento encontra-se em estado ruim. Nas casas em adobe 93% é ruim, 4% regular e 3% bom. Nas casas de taipa não revestida 74% ruim e 26% regular. Nas casas de taipa revestida 90% é ruim, 7% regular e 3% não foi avaliado.

4.8 Tipo e situação das esquadrias

As esquadrias são em sua maioria em madeira. O percentual atingido foi 98% nos três tipos de construção, e apenas 2% não foi avaliado, em todas as edificações tanto de adobe, como taipa revestida e não revestida.

5. SALUBRIDADE E HABITABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES

A salubridade das habitações é requisito essencial à manutenção de bons níveis de saúde da população, levando a um maior aproveitamento do potencial humano para o trabalho, aumentando-lhe a produtividade, reduzindo o sofrimento e os gastos financeiros com

atendimentos médico-hospitalares e conferindo mais dignidade ao viver das pessoas (Sales, 2001 apud Dias, 2003).

Os fatores que mais influenciam os baixos níveis de salubridade em áreas de riscos relacionam-se a realidade e a carência de serviços básicos desses assentamentos urbanos, assim como os níveis de pobreza de seus moradores (França, 2002).

É fato conhecido que há carência ou mesmo insuficiência de redes infra-estruturais e serviços urbanos, sendo esta uma característica marcante nas áreas pobres, condicionando a qualidade de vida e a habitabilidade do assentamento (Moreira e Souza, 2007).

No caso das habitações na área de abrangência do Projeto Rio Anil, há carência de melhoria em vários aspectos. Embora o principal tratamento de água usado seja a filtração (91%), e o abastecimento de água seja da rede pública com percentuais acima dos 90%, os locais de acondicionamento de água não apresentam um bom grau de higienização.

Outro aspecto observado que causa preocupação são os banheiros, embora grande parte da população disponha de banheiros internos (68%), a situação deste é ruim, e em alguns casos inexistentes (9%) ou externos da ordem de 23%, não apresentando os equipamentos sanitários em boa condição de uso, assim como materiais de revestimento que facilitam a disseminação de doenças.

Por outro lado, não foi identificado casos de doenças de Chagas na área objeto de estudo. Uma vez que o percentual de casas executadas em terra crua seja pequeno se comparado a área total de abrangência do projeto.

Sabe-se que a doença de Chagas é tão antiga quanto à presença humana nas Américas. A infecção por *Trypanosoma cruzi* encontrava-se em populações pré-colombianas tanto nas regiões andinas como no cerrado brasileiro ou nas planícies desérticas norte-americanas. No entanto, não estava diretamente relacionada à domesticação de pequenos roedores do gênero *Cavia*, para alimento ou rituais fúnebres, como se pensava nos primórdios dos estudos sobre as causas da infecção (Araújo; Sabroza; Silva, 2008).

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, em 2007, no Maranhão ocorreu apenas um caso isolado da doença, por transmissão vetorial (Brasil, 2008). Embora em alguns bairros da cidade tenha se encontrado alguns barbeiros, como no bairro do coroadó, onde foram capturados 300 barbeiros em uma residência (O Imparcial, 2008b).

6. CONCLUSÃO

Os bairros que fazem parte do Projeto Urbanístico Rio Anil apresentam diversos problemas e conflitos profundos tanto na questão ambiental, social, habitacional quanto urbana.

A maioria das casas está em péssimas situações de habitabilidade, oferecendo assim grande risco a saúde, segurança e apresentando falta de conforto no que se refere à ergonomia, visto que os cômodos são pequenos e inadequados para as necessidades de cada família.

Assim, são bem justificadas as ações de intervenção do Projeto Urbanístico Rio Anil, uma vez que se propõe a oferecer melhoria na infra-estrutura urbana, paisagística e urbanística, proporcionando melhoria na qualidade de vida.

BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, Canrobert (2008). Casas de taipa e palha. Disponível em <http://canrobertalmeida.multiply.com/photos/album/25/Casas_de_taipa_e_palha> Acesso em 22 jul 2008.

ARAÚJO, Adauto Jose Gonçalves de; SABROZA, Paulo Chagastelles; SILVA, Luiz Fernando Rocha Ferreira da (2008). Paleoparasitologia: Doença de Chagas. Disponível em <<http://www.fiocruz.br/chagas/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=133>> Acesso em 22 jul 2008.

BRASIL (2008). Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica. Informe Técnico - nº 35 de 19 de junho de 2008. Gerenciamento do risco sanitário na transmissão de Doença de Chagas aguda por alimentos. Disponível em <http://www.anvisa.gov.br/alimentos/informes/35_190608.pdf> Acesso em 20 jul 2008.

CARVALHO, Isabel (2008). A construção com terra em Portugal. Disponível em: <<http://jornal.vozoperario.pt>> Acesso em: 5 jun. 2008.

DIAS, M. C (2003). Índice de Salubridade Ambiental em Áreas de Ocupação Espontânea: Estudo de caso em Salvador, Bahia. 2003. 171f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2003.

FRANÇA, Elisabete; BAYEUX, Gloria (2002). Favelas Upgrading. A cidade como integração dos bairros e espaço de habitação. 2002. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq027/arq027_00.asp> Acesso em 22 jul 2008.

O IMPARCIAL (2008a). Editorial: Rio Anil: testemunha da própria morte. 06 de mar. 2008. Disponível em <<http://oimparcial.site.br.com/index.php?>> Acesso em 12 jun. 2008.

O IMPARCIAL (2008b). 300 barbeiros capturados no Coroadó. 18 de abr. 2008. Disponível em <<http://www.badaueonline.com.br/2008/4/18/Pagina29799.htm?>> Acesso em 22 jul. 2008.

MARANHÃO (2008a). Secretaria de Estado das Cidades, Desenvolvimento Regional Sustentável e Infra-estrutura. Memorial descritivo urbanístico Projeto Rio Anil. São Luís, 2008. Relatório técnico. 34p.

MARANHÃO (2008b). Secretaria de Estado das Cidades, Desenvolvimento Regional Sustentável e Infra-estrutura. Caracterização Projeto Rio Anil. São Luís: 2008. Relatório técnico sócio-cultural. 267p.

MARANHÃO (2008c). Secretaria de Estado das Cidades, Desenvolvimento Regional Sustentável e Infra-estrutura. Meta social para intervenção em provisão habitacional / reassentamento. São Luís: 2008. 102p.

MARANHÃO (2008d). Secretaria de Estado das Cidades, Desenvolvimento Regional Sustentável e Infra-estrutura. Plano de trabalho técnico social por metas de intervenções físicas/ obras de engenharia. São Luís: 2008. 36p.

MOREIRA, Clara Gomes; SOUZA, Maria Ângela de Almeida (2007). Ilha de Deus no Recife – Brasil: Um caso emblemático do direito à moradia conquistado em área de risco legalmente preservada. 2007. Disponível em: <<http://www.invi.uchile.cl/derechociudad/ponencias/Jornada/Panel%203/4.%20Gomes%20Moreira,%20De%20Almeida.pdf>> Acesso em 22 jul 2008.

PREFEITURA DE SÃO LUÍS (2003). Plano da paisagem urbana do município de São Luís (coordenador). Ana Claudia Batista Peixoto. Instituto Municipal da Paisagem Urbana. São Luís: 2003.

SILVA (2000), Cláudia Gonçalves Thaumaturgo da (2000). Conceitos e Preconceitos relativos às Construções em Terra Crua (Dissertação de Mestrado). Escola Nacional de Saúde Pública/ Fundação Oswaldo Cruz. 2000.

NOTAS

1 – Para explicação do item referente à situação, em todos os itens abordados, optou-se por referenciar o menor e o maior índice, indiscriminadamente, ou seja, sem considerar a separação por tipologia arquitetônica, visto que se produziriam um número excedente de gráficos.

AUTORES

José Moraes Júnior, estudante de Engenharia Civil da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), arquiteto e urbanista (UEMA), e pós-graduando em Engenharia Clínica pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA).

Maria Justina da Silva Castro, arquiteta (UEMA), mestre em Engenharia Aeroespacial pelo Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA), e pesquisadora (UEMA).



ADOBE Y CHAGAS. VERDADES Y MITOS DE LA CONSTRUCCIÓN CON TIERRA

Graciela María Viñuales

Centro Barro. CEDODAL
Montevideo 1053. 3º B C1019ABU Buenos Aires, Argentina
T: 54-11-4811-9249 cenbarro@interserver.com.ar

Palabras clave: Chagas, salud, adobe

RESUMEN

Desde hace muchos años, el adobe es señalado como “el malo de la película”, porque en múltiples ocasiones -cuando se necesita un culpable- la construcción con tierra parece ser el objetivo más fácil para señalar. Porque es sencillo hablar de “rancho” y decir que la vinchuca ha anidado porque el material de construcción es la tierra, pero lo que no se dice es que las fumigaciones que se hacen en el interior de las provincias, muchas veces deben tener como objetivo viviendas hechas en cemento y ladrillo. ¿Por qué es necesario fumigar lo que no es precisamente de tierra? Simplemente porque está sucio, sin control en su higiene y en su mantenimiento físico general. Para corroborar esto hay muchos estudios parciales en distintos países de la región, pero no son tomados suficientemente en cuenta. Tampoco son tomados en cuenta los recaudos para que las fumigaciones no produzcan efectos colaterales. Por otro lado, no todas las vinchucas son iguales. Estas variedades pueden tener distinta capacidad de supervivencia ante los venenos. Se ha comprobado que cuando se elimina una colonia, hay otra colonia -ya inmunizada- esperando para ocupar su lugar. Mientras tanto, la gente no sólo pasa el día dentro de las viviendas, sino también bajo los árboles en los que también pueden anidar esos insectos.

Por eso, en esta ponencia se tratará de ver la necesidad de educación familiar y comunitaria, las posibilidades de control del vector de la enfermedad y las medidas sencillas -pero que no deben ser abandonadas- para lograr una vivienda digna y sana, más allá de los materiales con que esté hecha o los años que hayan pasado desde su construcción.

1. ENFERMEDAD, VECTORES Y CULPABLES

Hace una centuria, el médico brasileño Carlos Chagas (1879-1934) describió la enfermedad y descubrió sus vectores. A partir de sus explicaciones, fueron encontrándose las formas de transmisión y los peligros que conllevaba la proliferación de los insectos portadores del parásito protozoario *tripanosoma cruzi* en las edificaciones en las que habitaban las poblaciones más desprotegidas. Pero si bien es cierto que las vinchucas anidaban en muchas viviendas pobres, en un principio no se tuvo en cuenta tanto las formas de vida, sino que se enfocó el problema como propio de ciertos materiales de construcción.

Desde un principio, la búsqueda se centró en cortar el ciclo de la transmisión, ya que se sabía cómo operaba. Pero los medios para lograrlo no siempre estuvieron claros ni fueron totalmente acertados. La vinchuca pica a un enfermo, desarrolla el *tripanosoma cruzi* en su aparato digestivo y luego lo trasmite picando a otra persona o a un animal sanos. El asunto es que pica y defeca a la vez, por lo que la persona o el animal se rascan la picadura y con sus propias uñas hacen entrar al microbio a través de la piel. Por lo general esto ocurre en horas de la noche o en lugares oscuros, que es cuando el insecto sale de su escondrijo.

Para cortar esta cadena se optó por lo que parecía más drástico: la fumigación de las viviendas, que muchas veces iba acompañada por la demolición parcial y la construcción de una nueva habitación (Álvarez, 1973?). Se explicaba que con ello iba aparejada una “mejora” al decidirse un cambio de diseño y, especialmente, de materiales. Porque se había observado que la incidencia de la enfermedad era mayor en las casas hechas de barro y en las que no tenían revoques. En realidad, todo estaba dentro de un gran conjunto de situaciones que se emparentaban con otras que iban tomando cuerpo en otros aspectos:

desde decir que el adobe no aguantaba los sismos hasta anotar como “inexistentes” a las casas de barro.

Eran épocas en que se trataba de dar oportunidades a los materiales industrializados, particularmente al cemento y a las chapas de cinc. La propaganda era fuerte y llegaba a introducir reglamentaciones que obligaran a su uso. El arquitecto González Claverán siempre traía a colación que hasta Walt Disney -con el cuento de Los Tres Chanchitos- aportaba su granito de arena al hacer ver que quienes construían con barro o con madera vivían en la inseguridad, y que había que usar ladrillo para aguantar los ataques del lobo. Así, entre chiste y chiste, se daba un mensaje subliminar que ayudaba a abandonar la construcción tradicional. Tanto es así, que hasta hoy se habla de casas de “material”, como si las otras fueran “espirituales”.

Como en esos casos generales frente a censos, sismos e inseguridades, frente al Mal de Chagas también la propaganda fue llevando a echarle la culpa a los materiales naturales, especialmente a la tierra (figura 1) y, con más ahínco aún a los techos de torta, donde se había visto que la vinchuca anidaba con facilidad. Pero mucho no se avanzaba pues era una patología de pobres y no era prioritaria en los planes de salud de la mayoría de los países. Así que, si bien hubo estudiosos que hicieron pruebas de campo, definiciones de la enfermedad y buscaron formas para superar el mal, los apoyos oficiales tuvieron muchos altibajos y, en general, fueron intentos puntuales, locales o provinciales sin formar redes más amplias dentro de un país y, mucho menos, entre regiones que involucraran a varios países.



Figura 1 – Materiales en los que anida la vinchuca (Soler, 1968)

Tampoco fueron tomados en cuenta los recaudos para que las fumigaciones no produjeran efectos colaterales. Por otro lado, no todas las vinchucas son iguales. Estas variedades pueden tener distinta capacidad de supervivencia ante los venenos. Se ha comprobado que cuando se elimina una colonia, hay otra colonia -ya inmunizada- esperando para ocupar su lugar. Mientras tanto, la gente no sólo pasa el día dentro de las viviendas, sino también bajo los árboles en los que también pueden anidar esos insectos. Entre otras, podemos conocer las variedades que se muestran en tabla 1 (*Publicaciones Técnicas. Boletín N° 8* . 1987):

Tabla 1 – Algunas variedades del insecto

Triatoma infestans	Brasil y Paraguay
Triatoma sordida	Brasil y Perú
Rhodnius prolixus	Colombia y América Central
Panstrongylus	costas de Brasil

2. CASAS, MATERIALES E INVESTIGACIONES

Así siguieron las décadas de 1930 a 1960, dentro de las que encontramos multitud de investigaciones, presentaciones a congresos, planes parciales y la insistencia en la fumigación con los nuevos productos de la industria química, entre los que se destacaban el gammexane (hexacloridio de gamma benceno) (Soler, 1968) y el DDT (dicloro-difenil-tricloroetano). La otra insistencia iba a la demolición de los “ranchos” y al canje por nuevas casas. Estamos tomando la palabra “rancho” en la cuarta acepción dada por el Diccionario de la Real Academia de la Lengua, que anota: “Choza o casa pobre”.

Pero comenzaron a aparecer otras razones y a observarse que el material con que se hacían las casas no era lo más importante, sino en qué estado de conservación estaban. Pronto se retomó la idea de que un foco importantísimo era la presencia de grietas en el revoque o la inexistencia de terminaciones. Si de esto se había hablado en un principio, no siempre el asunto estaba presente. Parecía que era más fácil fumigar, pintar el famoso letrerito “CH” con sus números indicativos y anotar su concreción en una planilla. Las letras y el color rosado emergiendo en los marcos de las puertas y aleros terminaba siendo ante los vecinos una señal de discriminación más que de sanidad. Pero esto se repetía periódicamente sin obtener mayores logros.

Los estudios particularizados iban abriendo nuevas vías de conocimiento. Por ejemplo en La Rioja (Argentina) al promediar el siglo XX, se vio que la contaminación no sólo estaba en las casas, sino que también estaba en los bultos que los viajeros llevaban y traían del valle donde se hiciera el estudio (Ábalos, 1974). Las observaciones fueron muy atinadas, pero las campañas se realizaron sin contar prácticamente con la colaboración de la colectividad afectada, cosa sobre la que los investigadores sólo reflexionaron a posteriori. También sacaron otras conclusiones valiosas, como que el Mal de Chagas es obra del hombre, que el problema excede la esfera de la medicina y que es necesario usar los medios de comunicación para que la comunidad participe. Otras pesquisas encontraron que los animales mamíferos domésticos podían ser tan portadores como el hombre, aunque las vinchucas que los tenían como blanco de su accionar eran distintas por ejemplo para perros o para gatos.

Pero los planes seguían sin ser efectivos y los esfuerzos debieron empezar a mirar otros asuntos más allá de la materialidad. Así, se vio que además de la educación, la higiene y la salud, era necesario tener una mirada a temas como los hábitos de la gente, la tendencia a compartir espacios con los animales, la transformación de la vivienda en depósito en ciertos momentos del año, la ausencia de muebles que lleva a guardar desprolijamente ropas y enseres, pero por encima de todo ello, era necesario tener en cuenta la identidad de la gente, y a veces su falta de perspectivas para superarse como personas.

En Venezuela hubo planes de mejoramiento de viviendas que planteaban de manera sencilla cómo fabricar a nuevo una casa simple, pero que favorecían el rescate y arreglo de lo existente. Con ello, se lograba una mayor apropiación de las casa por parte de los pobladores que comenzaban a ver que no habían estado tan errados en lo que ya habían hecho... ¡y que podían mejorar con poco dinero y con su entusiasmo! Los planes no fueron masivos como lo había sido con las viviendas contra la malaria, pero el esfuerzo propio fue un detonante para alcanzar una unión afectiva con las casitas arregladas, lo que no había pasado con las llamadas “de Malariología”, que llenaron el país de viviendas repetitivas y nunca muy aceptadas (Venezuela, Universidad Central, 1989).

En Colombia, el Centro Interamericano de Vivienda (CINVA) entre otros de sus logros, buscó arreglar las casas de la gente a partir de los propios moradores. Enseñó con el ejemplo, mejoró los edificios, el rendimiento de las cocinas, la higiene y el orden y, para el Chagas, planteó el uso de los bloques de suelocemento fabricados con su máquina CINVA-RAM que luego se popularizara en los cinco continentes (Marchesini, 1973). Lo importante fue que en cada lugar en que actuó logró revertir esa especie de “resignación” que impide salir de las condiciones en que se vive. Las fotos de esa gente mejorando sus casas e

inaugurando las obras de sus manos nos muestran rostros confiados y felices. Pero tampoco el CINVA perduró.

En la provincia del Chaco (Argentina) fue también en la década del '60 cuando se planteó un plan de mejoramiento que dio muy buenos resultados, pero lo malo fue que, como tantas veces, los cambios de gobierno hicieron que las experiencias no continuaran. Lo mismo podríamos rastrear en varios lugares de América en donde hubo campañas fructíferas, pero al ser esporádicas, no llegaron a erradicar el mal, aunque a veces lo aminoraran. Trabajos realizados a finales del siglo en la 4ª Región de Chile siguieron mostrando que el vector estaba presente en las viviendas a las que no se les había hecho mantenimiento y que presentaban graves deficiencias en los encuentros entre paredes, zócalos y, especialmente, techos. Pero lo interesante del asunto fue que las familias chagásicas vivían tanto en casas de adobe cuanto en casas de madera (como las de figuras 2 y 3). Lo que sí coincidía eran las familias enfermas con las casas menos atendidas (Troncoso y Vera, 1998).



Figura 2 – Casa de madera en el Valle del Choapa, Chile

Dentro de todo ese panorama, hemos elegido el caso de Paraguay para mostrar una investigación muy interesante y que ayuda a reflexionar. La experiencia comenzó en la década de 1980 y se extendió por cinco años. Los pasos de la investigación y sus resultados fueron suficientemente publicados como para no dejar lugar a dudas sobre lo que se hizo, lo que se observó y a qué conclusiones se llegó. Sin embargo hoy, quince años después, no todas las autoridades han tomado en cuenta esos valiosos documentos. En cuanto al diseño se dejó sentado que había que mejorar aleros, revoques, zócalos impermeables, sobreelevar la casa a fin de organizar los drenajes, tener especial cuidado en la elección del material del techo y de su unión con las paredes, hacer buenos cimientos y agrandar el tamaño de las aberturas, a fin de iluminar y ventilar correctamente. Se habló de mantener los revoques en buenas condiciones, alisar los pisos y dar seguridades técnicas (Ríos y Gillnessi, 1998).



Figura 3 – Casa de adobe en las cercanías de Salamanca, Chile

Pero lo más importante del asunto fue el planteo general. Primeramente, se vio que los gobiernos suelen unir la idea de “hábitat” a la idea de aguas y desagües y que es necesario que vean que allí hay también temas de salud, y que todo el trabajo debe hacerse desde una perspectiva integral desde varias instituciones. En segundo lugar, se vieron con detalle los problemas de almacenamiento y de contacto continuo con animales, pero se advirtió que para mejorar esto era necesaria una tarea de educación lenta y continuada. Por ejemplo, para pasar de la ropa colgada de sogas y vigas a ropa colocada en un mueble, se necesitaba mejorar los pisos, conseguir los armarios y enseñar a usarlos. Finalmente -y para redondear un extenso tema- lo importante era trabajar con las comunidades para levantar su autoestima, realizar acciones sostenidas para su organización social, disipar la desconfianza de los usuarios ante las renovaciones, mostrarles los riesgos que tiene seguir viviendo en las mismas condiciones de abandono. Es decir, que el problema no es la vivienda, ni siquiera el Mal de Chagas, sino que lo que hace falta es cambiar de actitud, educar y lograr una autogestión sostenida a lo largo del tiempo (Ríos y Gillnessi, 1999).

Se da la paradoja que en una misma provincia argentina, y a pocos kilómetros entre sí, encontramos construcciones de barro en pésimas condiciones y otras en muy buen estado, también de barro. Lógicamente, la forma de construcción de cada una, el cuidado posterior, la higiene dentro y fuera, y otros mil detalles harán de ellas dos tipos de vivienda muy diferentes y un estado sanitario totalmente opuesto. Esto sucede en Jujuy, en la zona de la Quebrada de Humahuaca, hoy Patrimonio de la Humanidad (figuras 4 y 5).



Figura 4 – Construcciones de quincha en Jujuy, Argentina



Figura 5 – Casas de adobe en Jujuy, Argentina

3. PLANES, RESULTADOS Y OBSERVACIONES

En estas últimas décadas podemos encontrar muchos planes a lo largo de América, investigaciones, acciones, trabajos con la gente. Los avances médicos se han volcado en multitud de documentos que el Rotary Club de la Argentina recogiera en un listado bibliográfico con casi 2.700 entradas que ponen en evidencia que la tarea se remonta a 1915 (Nieto y Mattarucu, 1984). Su programa COROLUCHA no sólo hizo este aporte, sino que organizó reuniones con la Organización Mundial de la Salud y la Oficina Sanitaria Panamericana a la que acudieron profesionales de diferentes países y algunos de los que en aquel momento trabajábamos para Habiterra y el CYTED (Organización Mundial de la Salud, 1993). En varios lugares se continuaron o se proyectaron planes de lucha, se combinaron con los de la malaria, la leishmaniasis y el dengue. Sin embargo, no todo esos planes han continuado en el tiempo. Por ejemplo, en la Argentina se pasó del Programa Nacional de Chagas al Plan Federal (Argentina, 2007), con ello se mejoró la ubicación dentro del organigrama del ministerio, pero en el último cambio de gobierno se pararon las acciones que venían ganando vitalidad entre 2006 y 2007, y que habían desembocado en caminos más lógicos de actuación.

Otros temas que han quedado en el tintero y que sólo figuran como acciones puntuales - exitosas, pero no copiadas- son las ideas de organizar normativas claras para tratar el asunto, medir las bondades ambientales del uso de los materiales tradicionales para respetarlos y para saber manejarlos, estimular acciones en las áreas más alejadas, preparar a los maestros rurales, a los paramédicos y a los líderes naturales, dar cursos específicos a albañiles de la zona, proponer premios a las municipalidades sin Chagas, formar clubes de vinchuqueros y hasta difundir ideas a través de artistas reconocidos en el ambiente rural. En tal sentido, entiendo que fue muy acertado el cuento “La vinchuca” del humorista chaqueño Luis Landriscina, que de manera muy humorística explicó la necesidad de mantener bien pintadas las paredes de color claro, de ver las defecaciones que hacía el bicho por la noche, seguir las huellas, echar veneno sólo en el escondrijo y sellar las grietas. Su cuento iba dirigido principalmente a las señoras de la casa y seguramente habrá tenido eficacia porque lo que sabemos que tuvo fue buena acogida.

A pesar de que los presentáramos en otras reuniones de nuestro país, algunos asuntos no han sido suficientemente considerados, como el uso de la televisión, las telenovelas y hasta las canciones para hablar del tema. Tampoco se ha tomado en cuenta el papel de la mujer como educadora y transmisora de hábitos, como quien puede controlar la vivienda gracias a sus observaciones cotidianas y a su sabiduría doméstica, a su mejor comprensión de los

ciclos de la vida, a la paciencia para repetir gestos una y otra vez, como hace para educar a sus hijos. Menos aún se ha avanzado sobre lo que ya se ha dicho con tanta claridad, que hay que mirar no sólo lo que hay dentro de las viviendas, sino también cómo se usa y qué se acumula en el entorno, el patio, los gallineros, las huertas, bajo los árboles.

Hemos llegado al 2008, algunos países como Uruguay hace tiempo que abandonaron la idea de la fumigación por no dar respuesta durable. Otros aún siguen distribuyendo folletos que hablan de las bondades de aquel sistema. En otros lados se abren y se cierran programas en un eterno recomenzar. Eso indica subdesarrollo. No un subdesarrollo de la gente, de los pueblos, sino un subdesarrollo de los gobiernos, de las instituciones. Las autoridades quieren enseñar a la gente que mantenga sus viviendas aseadas y en buen estado, pero esas mismas autoridades son incapaces de mantener una política sanitaria.

Por ello, se presenta como mucho más fácil decir que al Chagas se lo combate haciendo casas de "material", generalmente a través de subsidios directos y de empresas ajenas al medio. Eso sólo genera lucro para esas empresas y para los intermediarios que no queremos adjetivar. Porque ni siquiera para realizar esas casas nuevas se toma en cuenta la mano de obra local ni los recursos del sitio. No se habla para nada de la educación familiar y comunitaria, de las posibilidades de control del vector de la enfermedad ni de las medidas sencillas -pero que no deben ser abandonadas, como el diseño y el buen mantenimiento de aleros, revoques, zócalos, drenajes, uniones, ventilaciones- para lograr una vivienda digna y sana, más allá de los materiales con que esté hecha o los años que hayan pasado desde su construcción. En el fondo, que se sigue sin tener una visión integral del asunto.

Como corolario deberíamos remarcar: que el material no es el culpable. La culpa es de la falta de educación, de perseverancia, de acompañamiento, de ayudar a mejorar de manera general a la población. Esto es lo que hay que cambiar, no el material.

BIBLIOGRAFÍA

ÁBALOS, Jorge W. (1974) *Vinchucas y enfermedad de Chagas en la Argentina*. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, Dirección General de Publicaciones.

ÁLVAREZ, Gregorio S. (1973?) *La Enfermedad de Chagas-Mazza y Usted*. Santiago del Estero: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de Santiago del Estero.

ARGENTINA, Programa Federal de Chagas: "Argentina sin Chagas" (2007) *Consenso por Chagas, Segundo Encuentro del Consejo Consultivo*. Buenos Aires: Ministerio de Salud, 9 de Agosto 2007.

MARCHESINI, Teresa V. de (1973) *Vivienda antichagásica. Sistema constructivo con bloques de suelo cemento*. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba.

NIETO DE ALDERETE, Pilar M.; MATTARUCO, Mario (compilador) (1984) *Bibliografía sobre enfermedad de Chagas*. Versión preliminar. Buenos Aires: Programa de Salud Humana.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (1993) *La Educación y la Vivienda en la Promoción de la Salud*. Resistencia, 31 Marzo al 3 Abril 1993.

Publicaciones Técnicas. Boletín N° 8 (1987) Prevención del mal de Chagas por la vía del mejoramiento de la vivienda rural, N° 8, Asunción.

RÍOS CABRERA, Luis Silvio; GILLNESSI, Emma Maricel (1998) "Un problema rural. El mejoramiento del hábitat como vía de control de la enfermedad de Chagas", *Vivienda Popular*. Montevideo: Facultad de Arquitectura, Universidad de la República, Diciembre 1998, pp.58-62.

RÍOS CABRERA, Luis Silvio; GILLNESSI, Emma Maricel (1999) "Un problema rural. El mejoramiento del hábitat como vía de control de la enfermedad de Chagas", *Vivienda Popular*. Montevideo: Facultad de Arquitectura, Universidad de la República, Julio 1999, pp. 72-82.

SOLER, Carlos A. (1968) "Técnica del Expurgo en la Campaña Piloto de Lucha Contra el Vector de la Enfermedad de Chagas-Mazza en La Rioja. Modificaciones aconsejadas por la Experiencia". *Revista de la Universidad Nacional de Córdoba*. Año IX. N° 1-2. marzo-junio 1968.

TRONCOSO ESPINOSA, Paulina; VERA, Claudio (1998) *Evaluación de Viviendas infestadas en Zona Endémica de Chagas. Bases para un enfoque integral de la erradicación de su vector*. Santiago de Chile.

VENEZUELA, Universidad Central de Venezuela (1989) *Manual de construcción y mejoramiento de viviendas de bahareque para el control de la enfermedad de Chagas*. Maracay: Dirección de Malariología.

AUTORA

Graciela María Viñuales, Buenos Aires, 1940, arquitecta, Universidad de Buenos Aires. Doctora en Arquitectura, Universidad Nacional de Tucumán. Investigadora Principal del Consejo Nacional de Investigaciones (Argentina). Docente en universidades europeas y latinoamericanas. Más de cuarenta libros y de un centenar de artículos. Fundadora del Centro de Documentación de Arquitectura Latinoamericana, CEDODAL y de su Centro Barro. Miembro de la Red Proterra.



EL MAL DE CHAGAS EN EL ECUADOR

Patricio Cevallos Salas

TECNOVIVA y de Ingeniería Alternativa
p.cevallos@yahoo.com

Palabras clave: mal de Chagas, casa de tierra, adobe, bahareque

RESUMEN

La Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS) consideran que la enfermedad de Chagas es de las más serias en Latinoamérica. La infección es transmitida por los vectores (triatominos) conocidos con varios nombres como vinchucas, chinchorros, etc. Los chinchorros se infectan al succionar sangre de una persona o animal enfermo con el Tripanosoma T. Cruzi, (parásito causante de la enfermedad de Chagas).

En la presente ponencia se muestran los resultados de la investigación desde el lado del hábitat y la verificación del tipo de materiales “preferidos” por el chinchorro. La Investigación se realizó desde agosto de 1993 hasta marzo de 1996, participaron: Asociación Emile Brumpt (Paris), GRET (Groupe de Recherches et des Echanges Technologiques de Paris), Fondation pur la nature el l'Home (Paris), Institut Pasteur (Paris), Facultad de Medicina de la Universidad Central del Ecuador, Instituto Nacional de Higiene Izquieta Pérez de Quito y TECNOVIVA (Tecnología Viva – ONG ecuatoriana).

La zona seleccionada para el estudio fue de manera particular la Provincia de El Oro en el Ecuador y se levantó información complementaria en las provincias de Manabí, Pichincha y Pastaza.

1. EL PROBLEMA

La Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS) consideran que la enfermedad de Chagas es de las más serias en Latinoamérica. La infección es transmitida por los vectores (triatominos) conocidos con varios nombres como vinchucas, chinchorros, barnbeiros, etc. Los chinchorros se infectan al succionar sangre de una persona o animal enfermo con el Tripanosoma T. Cruzi, (parásito causante de la enfermedad de Chagas).

La principal forma de contagio de la enfermedad es a través de la picadura del chinchorro, ya que este, después de picar, defeca junto a la picadura y la persona al rascarse introduce los parásitos (T. Cruzi) al cuerpo. Otras maneras de transmisión son por intermedio de transfusión de sangre y la vía congénita.

Tradicionalmente a esta enfermedad se le ha relacionado con la pobreza y con su afectación a grupos de menores ingresos en áreas rurales y periurbanas. Las rajaduras en las paredes (se señalaba de adobe) y los techos de caña, constituyen el hábitat principal de los chinchorros. La presencia de animales junto a la vivienda, exacerban los niveles de infestación del vector dentro de las viviendas y por ende el riesgo de infección humana.

Las opciones de tratamiento son limitadas y no existe remedio ni vacuna. Por esta razón, el control del vector dentro y fuera de la vivienda es la medida más efectiva para evitar la contaminación.

El chinchorro se encuentra en Latinoamérica desde nivel del mar hasta los 3.500 m.s.n.m. como se ha reportado en Bolivia y en el caso de Ecuador en la amazonía, y la costa, no se ha reportado casos en la sierra (región andina).

En el Ecuador, a la fecha de la investigación, no se realizaban obligatoriamente el control de Chagas a las muestras de sangre previo a la transfusión lo que podía ser una fuente de contagio y demostraba el poco interés en esta enfermedad.

Si bien la enfermedad era y es poco conocida, especialmente en los pobladores de la sierra, aquellas personas que la conocen, la relacionan con las construcciones de tierra, la suciedad y la pobreza.

En la zona rural, los fallecimientos por infartos al miocardio no se los relacionaba, necesariamente, al esta enfermedad y debido a que una persona infectada puede vivir varios años en esta condición, lo relacionan con que la persona era de carácter especial y muy tímida.

Si bien anteriores investigaciones se orientaban a conocer al chinchorro, su forma de contaminación, control y las consecuencias de su picadura, no se revisaban los materiales de la construcción y se daba por sentado que las viviendas de tierra eran las peligrosas y si las personas que habitaban eran sucias y pobres, era el cuadro perfecto para la contaminación.

2. EL MAL DE CHAGAS EN EL ECUADOR. LA INVESTIGACIÓN

Para tener una visión cercana de lo que sucede con este mal en Ecuador como en la mayoría de los países de Centro y Sudamérica, afectados por el Mal de Chagas, se realizó una investigación por parte del grupo interinstitucional e interdisciplinario con el fin de analizar la mayor cantidad de aspectos que atañen al mal. Si bien todos los participantes tenían relación formal, con la medicina, la biología, la zoología, etc., Tecnoviva debía analizar la vivienda, la calidad de la construcción para tratar de definir cual era el hábitat que prefería la Vinchuca, chinchorro, barbeiro, etc. en procura de evitar la infestación en las viviendas.

Para la investigación se tomó como base a la provincia de El Oro y se decidió llevar a cabo un análisis de sangre de los educandos del nivel primario de las escuelas del lugar, para conocer -de esta manera- si el mal de Chagas era una enfermedad actual, o se había eliminado o existía solamente población adulta contagiada con esta enfermedad.

Se seleccionaron al azar varias rutas, en las que se ubicaron varias poblaciones donde se examinaban las actas de defunción para conocer el nivel de fallecimientos por afecciones cardíacas, si estas eran relativamente altas, se seleccionaban las escuelas donde se realizar el estudio. Concretamente, se tomaron las muestras de sangre de los alumnos en las escuelas de La Florida (Piñas), Las Mercedes (Piñas), Piñas, La Florida (Portovelo), Portovelo, 28 de Noviembre (Portovelo), La Chuva (Portovelo), Zaruma, San Francisco (Zaruma), Miranda (Zaruma). Si un alumno era seropositivo, se investigaba la vivienda permanente y, en caso de tener una vivienda en una finca o donde solía pasar vacaciones, se acudía a esta.

En las viviendas se buscaron signos de presencia del chinchorro mediante la observación de la presencia de sus heces fecales que tienen forma de una gota de agua y una cola, se muestra en el esquema correspondiente y, de existir se procuraba ubicar al parásito. Dentro de la vivienda se daba especial importancia a los orificios en las paredes (por falta de enlucido, mala calidad constructiva y fisuras por sismos), a los cajones con ropa vieja que no eran usualmente removidos, a la parte posterior de los cuadros o calendarios pegados o colgados en la pared; en las cubiertas, especialmente si eran de paja o caña, a los altares con imágenes que nunca los movían y en las camas bajo los colchones. Estos eran buenos escondites para los chinchorros.

Luego se procedía a revisar el exterior de la vivienda, sus fachadas y lo que existía apoyado sobre ellas como gallineros, palomares, camas de perros, madera o leña, basura, etc. y finalmente se analizaba el perímetro del domicilio y el entorno inmediato a la vivienda, espacio en el cual se revisó el tipo de flora y posible fauna que existía, dando especial importancia a las palmeras, ya que constituyen un espacio muy rico en fauna silvestre (ratas, aves, etc.). En varias ocasiones todo el equipo se dedicó a analizar cada hoja de una palmera, generalmente se la compraba para disecarla y revisarla en su totalidad, se

recopilaban los chinchorros y se los llevaba al laboratorio para establecer si eran o no infectados.



Figura 1 - Esquema de la forma de las heces fecales del chinchorro



Figura 2 – Niños de una escuela de La Chuva. Foto: 1995, Patricio Cevallos S.



Figura 3 – Obteniendo muestras con los niños, La Chuva. Foto: 1995, Patricio Cevallos S.

Obtenida la muestra de sangre se procedía a realizar la serología. En el campo se utilizaban pruebas inmunológicas como Chagas – test (hemaglutinación indirecta) y en el laboratorio la prueba Elisa con antígeno cruce y antígeno recombinante 24 Kd proporcionados por el Instituto Pasteur de Lille. En caso de ser positiva una muestra, se analizaba a toda la familia y se procuraba determinar el lugar de contagio.

Tecnoviva se encargaba de analizar la vivienda de manera total y levantaba una ficha donde se determinaban los materiales usados en piso, paredes y techos, se registraba su estado de mantenimiento y se daban recomendaciones con la posibilidad de lograr muros sin fisuras. Ver modelo de la ficha al final.

Como casos especiales se trataron las viviendas de caña picada, estas son viviendas de caña guadua triturada y abierta que conforman muros permeables a la brisa. En zonas cercanas a los 1000 m.s.n.m, se cubren las paredes con papel periódicos viejos, formándose una cámara entre lo cóncavo de la caña y el papel pegado a esta, generando un hábitat fresco y de muy buena calidad para el chinchorro.

En Ecuador predominan dos especies de vectores, el *Ronius Carrionis* y el *Ronius Ecuadorienci*. La primera especie tiene un área definida en la provincia sureña de Loja, parte de El Oro (incluido el norte de Perú), la segunda con presencia general en la costa y la amazonía.



Figura 4 – Izquierda, *Ronius Ecuadorienci*



Figura 5 – Bajo la cabeza, aparato succionador

Fotos: 2008, Patricio Cevallos S.

El trabajo de investigación que se realizó en la provincia de El Oro, Ecuador, fue ejecutada entre agosto de 1993 y marzo de 1996 con la participación de técnicos de la Asociación Emile Brumpt (Paris), GRET (Groupe de Recherches et des Echanges Technologiques de Paris), Fondation pur la nature el l'Home (Paris), Institut Pasteur (Paris), Laboratorio de Control Biológico de la Escuela de Biología de la Universidad de Antioquia de Medellín – Colombia, Facultad de Medicina de la Universidad Central del Ecuador, Instituto Nacional de Higiene Izquieta Pérez de Quito y TECNIVIVA (Tecnología Viva – ONG ecuatoriana).

La Asociación Emile Brumpt (Paris), el Institut Pasteur (Paris), Laboratorio de Control Biológico de la Escuela de Biología de la Universidad de Antioquia de Medellín – Colombia y la Facultad de Medicina de la Universidad Central del Ecuador, se dedican, entre otras actividades científicas, a la parasitología; el GRET a la investigación e intercambio de tecnologías alternativas para mejorar la calidad de la vivienda; el Instituto Nacional de Higiene Izquieta Pérez de Quito participó con su laboratorio de parasitología y TECNIVIVA que es una ONG ecuatoriana que procura el mejoramiento de la vivienda popular mediante el uso de materiales locales, especialmente la tierra, se encargó de analizar las características de los materiales de las viviendas y las posibles causas de infestación.

3. RESULTADOS

El estudio se llevó por tres años consecutivos de forma paralela al que se realizaba en la costa caribeña de Colombia (Cartagena) lo que permitió intercambiar información y datos recolectados en el campo.

Se partió sin ninguna premisa, únicamente con la idea de conocer como se propagaba la enfermedad de Chagas, sus vectores, su hábitat y de manera especial si existía o no preferencia por el tipo de materiales de las viviendas.

Los datos que se detallan a continuación fueron obtenidos del “Informe del Grupo de Hábitat – Datos procesados de las fichas de campo –, elaborado en el mes de diciembre de 1995 por Patricio Cevallos S..

De todos los estudiantes diagnosticados (cerca de 1.200) se detectaron 17 casos seropositivos, número que determinó las viviendas a estudiar (17).

En cada vivienda se analizó el material de las paredes exteriores, de las paredes interiores, el recubrimiento de las mismas, el material del cielo raso, los materiales de cubierta y los materiales del piso de planta baja.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Respecto de los materiales en paredes exteriores, en términos porcentuales se encontró:

- 57% son paredes de *ladrillo*
- 14% son paredes de *madera*
- 10% son paredes de *adobe*
- 10% son paredes de *caña*
- 05% son paredes de *bahareque*
- 05% son paredes de *bloque de concreto*

En lo descrito para este caso se puede observar que la tipología de las paredes exteriores no corresponde a lo que la literatura sobre El Mal de Chagas señalaba. Los resultados obtenidos mostraron la clara “preferencia” del chinchorro por paredes de ladrillo o la fácil adaptación que el chinchorro tiene a los distintos materiales. Si consideramos los materiales que usan como elemento predominante a la tierra (adobe y bahareque), el porcentaje es de 15%, dando la clara evidencia de que los muros de tierra solamente son uno de los materiales donde puede encontrar el chinchorro un hábitat adecuado.



Figura 6 – Vivienda de ladrillo. Infestada

Fotos: 1995, Curtincapac. Patricio Cevallos S.



Figura 7 – Vivienda de madera. Infestada



Figura 8 – Vivienda de bahareque. Infestada
Foto: 1995, Lourdes, Patricio Cevallos S.



Figura 9 – Vivienda urbana mixta. Infestada
Foto: 1995, Piñas, Patricio Cevallos S.



Figura 10 – Basurero en el patio posterior de una vivienda infestada. Nótese la cercanía a la vivienda
Foto: 1995, Moromoro, Patricio Cevallos S.



Figura 11 – Vivienda urbana de materiales modernos, infestada. Tenía madera de construcción “guardada” en la terraza. Foto: 1995, Piñas, Patricio Cevallos S.

Sobre los materiales en paredes interiores, los elementos encontrados fueron los siguientes:

- 63% son paredes de *ladrillo*
- 16% son paredes de *madera*
- 05% son paredes de *adobe*
- 05% son paredes de *caña*
- 05% son paredes de *bahareque*
- 05% son paredes de *bloque de concreto*

De igual manera que en lo señalado anteriormente, las paredes de ladrillo son las que prevalecen sobre el resto, nuevamente la realidad de la Provincia de El Oro no se ajusta a lo que la literatura solía señalar sobre los muros de tierra, parecería que el material de las paredes no es determinante en la colonización del chinchorro a una vivienda. Igualmente las paredes que tienen como material básico a la tierra (adobe y bahareque) representan el 10%, valor que evidencia que la infestación no es resultado del material de los muros.

En el análisis de los recubrimientos de paredes, se consideró tanto exterior como interior, los resultados logrados se detallan a continuación:

- 48% no tienen *ningún recubrimiento*
- 43% tienen recubrimiento de *mortero de cemento – arena*
- 10% están recubiertas de *papel*



Figura 12 – Vivienda de caña. Infestada



Figura 13 – Nótese las paredes recubiertas y los altares

Fotos: 1995, La Susana, Patricio Cevallos S.

En este caso es importante apreciar que las paredes con recubrimiento de mortero son casi a la par que las otras, esto nos deja ver que el chinchorro no solamente habita en las paredes, salvo que estas tengan orificios o espacios donde pueda estar protegido de la luz solar y que sea un lugar fresco sino que se encuentra en las camas, bajo el colchón, en baúles de ropa vieja, es decir en todo lugar que cumpliendo sus requerimientos de hábitat adecuado, no sean removidos por sus propietarios.

Material de cielo raso – El cielo raso es un elemento constructivo que no existe en las viviendas investigadas, se considero únicamente cuando la cubierta era una losa o existía una losa de entepiso, los resultados indicaron lo siguiente:

71% no tiene cielo raso

29% el cielo raso es una losa

Es importante anotar que se pueden apreciar gran cantidad de aperturas que se encuentran entre la cubierta y la pared, espacios por los cuales pueden ingresar los chinchorros, de todas maneras, parecería que el cielo raso tiene una influencia importante para controlar el ingresos del chinchorro por la cubierta.



Figura 14 – Cubierta de caña, propicia para infestación. Foto: 1995, La Susana, Patricio Cevallos S.

En la cubierta se encuentran materiales “modernos” que, nuevamente, se van contra el criterio de alguna literatura sobre el tema, esta distribución de materiales es como sigue:

40% la cubierta es de teja de arcilla cocida

35% la cubierta es de lámina metálica (chapas de zinc)

15% la cubierta es de losa de hormigón

10% la cubierta es de asbesto – cemento

Parecería que las cubiertas que dejan aberturas hacia el exterior y que tienen muchos intersticios donde esconder al chinchorro son las que predominan, como el caso de la teja, la aparente preferencia por la chapa metálica ante el asbesto podría ser por la climatización

interna y quizá la lámina metálica les da a los chinchorros un hábitat más limpio ya que no existe la permanente presencia de la fibra de asbesto en los intersticios donde pueden ocultarse en el día.

En los pisos de planta baja se consideraron los materiales que lo recubrían y sus resultados fueron los siguientes:

53% pisos de *hormigón simple*

29% pisos de *tierra*

18% pisos de *madera*

Por lo tanto las construcciones de tierra pueden ser infectadas como cualquier otra construcción de cualquier material que sea poroso o que en sus muros existan objetos (cuadros, imágenes) colgados y que no son limpiados regularmente. Es importante señalar que los chinchorros buscan un lugar seco, aireado y cerca o junto a su alimento único, la sangre humana o animal, no existe preferencia.

En el perímetro del domicilio que ha sido alterado, es decir aquel donde ha sido removida la vegetación y por lo tanto donde los nidos o madrigueras de aves o animales en estado natural, desaparecen, los chinchorros deben buscar alimento en los lugares más cercanos. Cabe recordar que estos pueden viajar en la noche entre 40,00 m y 60,00 m, lo que no les da mucha autonomía y capacidad de seleccionar entre varios lugares nuevos para su vivienda, por lo tanto el recorrido será hacia la luz, hacia las viviendas más cercanas, las mismas que son colonizadas. Son especies nocturnas, que a la luz solar mueren de manera inmediata.



Figura 15 – Vivienda con piso de tierra. Foto: 1995, Río Amarillo, Patricio Cevallos S.

Los pisos de la planta alta, generalmente, son de hormigón armado por lo que su entepiso es de cemento, los datos se señalan:

71% pisos de *cemento*

29% pisos de *madera*

Por la misma razón por la cual no es importante el material en la planta baja, se puede definir que en la planta alta tampoco es importante, salvo en el caso que bajo esta planta alta con piso de madera existan gallineros o bodegas con materiales que permiten generar un hábitat adecuando a las necesidades del chinchorro.

En el área rural la recolección de basura, por parte de los gobiernos seccionales, es prácticamente nula, cada poblador debe procurar eliminarla por su cuenta y riesgo. En el caso de las áreas urbanas los Municipios cuentan con camiones recolectores los que arrojan la basura fuera del perímetro urbano en rellenos sanitarios.

Los resultados que se obtuvieron en la observación de campo son:

47% eliminan la basura por *recolector*

47% eliminan la basura por *lanzamiento al río*
 06% eliminan la basura por *incineración*

La limpieza del predio evita la presencia de roedores, especialmente de sus madrigueras y por lo tanto los chinchorros no tienen de donde obtener sangre para alimentarse. Es importante anotar que la mayoría de las viviendas no colonizadas por el chinchorro, tenían su huerto limpio, en cambio las infectadas arrojaban cerca de la casa, en su patio trasero o incineraban parcialmente.



Figura 16 – Basurero junto a la casa. Foto: 1995, Río Amarillo, Patricio Cevallos S.

De igual manera que con la basura, los sectores rurales carecen de red pública de eliminación de excretas, no así en el caso de los sectores urbanos, los resultados son como sigue:

53% eliminación de excretas *al río*
 47% eliminación de excretas por la *red pública*

Las excretas no se quedan en el lote, son desalojadas sea por red pública o por el río que pasa junto a la propiedad.

A fin de establecer la posibilidad de haber contraído la enfermedad en la vivienda investigada, se ha considerado el número de años que han habitado en dicha vivienda:

de 01 a 05 años el 29%
 de 06 a 10 años el 29%
 de 11 a 15 años el 24%
 de 16 a 20 años el 12%
 de 21 a 30 años el 06%

De las 17 viviendas infectadas, 5 de ellas (29%) se hallaban en el rango de 01 a 05 años, por lo que los niños examinados no habían nacido en esa vivienda y su contaminación pudo haber sido en su lugar de origen. En todo caso los desplazamiento no han sido importantes en cuanto a distancia, pero sí en calidad de vivienda y de servicios de salubridad.

La condición de ser elevada o no sobre el piso es importante por cuanto en la parte baja se tienen gallineros o se almacenan productos o materiales que pueden ser un buen hábitat o escondite para los chinchorros, la evaluación de casas elevadas es como se indica:

65% *no son casas elevadas* sobre el piso
 35% *sí son casas elevadas* sobre el piso

Las viviendas asentadas sobre el piso son preferentemente urbanas, esto da la tendencia hacia la posibilidad de que el chinchorro se adaptó a vivir en la zona urbana.



Figura 17 – Casa elevada con bodega bajo la vivienda. Foto: 1995, La Florida, Patricio Cevallos S.



Figura 18 – Casa elevada con espacios sin acceso. Foto: 1995, La Florida, Patricio Cevallos S.



Figura 19 – Vivienda elevada con leña bajo la casa. Foto: 1995, Lourdes, Patricio Cevallos S.

La existencia de gallineros es otro parámetro importante, este dio los siguientes resultados:

59% si tienen gallineros en sus casas

41% no tienen gallineros en sus casas

La diferencia no es muy importante, pero se debe anotar que no solo las gallinas son huéspedes para el chinchorro, son los perros, las palomas y en general todo animal que pueda habitar cerca de la vivienda.

Para determinar la ubicación de los gallineros se consideró si existen bajo la casa o junto a esta, definiendo como junto desde que están en un gallinero en las paredes exteriores hasta 20,00 m. de distancia, los datos son los que se indican:

80% junto a la vivienda

20% bajo la vivienda

Parecería que es indiferente que exista bajo la casa, las actuales condiciones de los pisos hacen que se pueda tener, con relativa seguridad, los gallineros bajo la vivienda.



Figura 20 – Nidos de gallina junto a la casa. Foto: 1995, Las Mercedes, Patricio Cevallos S.



Figura 21 – Gallinero junto a la casa. Foto: 1995, Las Mercedes, Patricio Cevallos S.

Los grupos se clasificaron por sexo y por edades, como niños se consideró hasta 18 años, edad en que están terminando la secundaria y de esa edad para adelante se consideran adultos:

29% niños

27% niñas

25% hombres

20% mujeres

El uso del lote es el siguiente:

67% usan el lote para *agricultura*

20% no dan ningún uso al lote, *matorral*
13% usan el lote como *patio*

Todas las viviendas tienen luz eléctrica y se reportó, que lo tienen desde al menos hace 4 años. Que para la fecha de investigación, se refieren al año 1990..

Dentro de la elaboración de estos datos se pretendió dar una ubicación urbana o rural a las viviendas, parece que esta definición no se ajusta al tema investigado, debería ubicarse por calidad de salubridad, que es lo que define a la mayor o menor posibilidad de contraer la enfermedad, por esta razón se deben clasificar a las viviendas a base de una "puntuación" en los distintos rubros que representan saneamiento y calidad ecológica

De todo lo indicado, parece que lo importante es el factor ecológico, la vinculación con bosques densos como en el caso de La Chuva o la ubicación en medios urbanos que han "atrapado" a chinchorros que se han adaptado perfectamente a este medio ambiente.

Es importante hacer una evaluación de la presencia de chinchorro en épocas húmedas, revisar la existencia de insectos en los diversos estadíos y verificar si su hábitat actual es la vivienda urbana y en el caso de la zona rural cual es el huésped del chinchorro o cual su hábitat.

La vivienda debe, aparentemente, cumplir con varios requisitos como eliminar la aperturas, las ventanas deberán tener malla, el cielo raso ayuda a un control de la presencia del chinchorro, se puede apreciar que la mayoría de las viviendas de niños seropositivos no tienen cielo raso. Las corrientes de aire y la alta luminosidad, hasta donde se sabe, los aleja, las paredes no deben tener orificios donde puedan ocultarse y se debe permanentemente mover las cosas que se tengan guardadas como ropa vieja, madera, herramientas, etc.

Se debe ensayar en laboratorio la preferencia sobre materiales naturales - tierra, madera, caña, ladrillo- contra los artificiales - bloque -, para de esta forma saber si tienen preferencias o les es indiferente la calidad del material, y si lo que determina o no su presencia en la vivienda es la calidad del sector peri doméstico, especialmente, la flora y la fauna silvestre.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De los resultados obtenidos en la calidad y uso de los materiales de construcción de las viviendas infectadas, se puede colegir:

1. El chinchorro no tiene preferencia por el tipo de material de las paredes de una vivienda, lo que le interesa es que existan orificios frescos y alejados de la luz solar donde puedan esconderse en el día,
2. Es un mito que solamente en las paredes de adobe o de tierra existe la posibilidad de infestación de chinchorros,
3. La pobreza no está relacionada con la posibilidad de contraer el mal de Chagas,
4. La falta de aseo si colabora a la infestación de una vivienda,
5. La cercanía de gallineros, palomares, en general corrales o camas de animales domésticos, palmeras, árboles frondosos y en general vegetación descuidada y desprotegida, son factores que inciden en la infestación

Por lo tanto es importante señalar que las viviendas deben cumplir con varios requisitos de "protección" contra la posibilidad de colonización por parte del vector:

1. Eliminar todas la aberturas tanto de muros como de cubierta,
2. Las ventanas deberán tener mallas protectoras,
3. Los muros deben ser enlucidos o rebocados, de manera que no existan orificios ni grietas donde se pueda albergar el vector,

4. El cielo raso ayuda en la protección contra la infestación,
5. Las corrientes de aire y la alta luminosidad, hasta donde se sabe, los aleja,
6. Se deben mover de manera permanente las cosas guardadas como ropa vieja, madera, herramientas,
7. El perímetro del domicilio deberá estar limpio y sin animales domésticos,
8. Los altares, los cuadros y papeles pegados a las paredes, deben limpiarse y/o removerse con cierta frecuencia,
9. Los colchones y en general las camas deben limpiarse de manera integral y con cierta frecuencia.

Como se puede apreciar la calidad de vida tiene mucho que ver con los procesos de infestación, una vivienda descuidada, sucia, llena de orificios y animales domésticos, es buena candidata para su infestación, una vivienda limpia tanto en su interior como en su exterior, ayuda a evitar la presencia del chinchorro.

Generalmente los humanos contaminados son de áreas rurales, lo que determina que tienen parcelas suficientemente amplias para organizar un lugar para vivienda, uno para almacenar leña y herramientas y un lugar para los animales de corral, todo esto prudencialmente alejado de sus viviendas.

La presencia de niños seropositivos, demostró que la enfermedad continua presente y esta no se debe a la presencia de construcciones con tierra. Si bien la tipología tradicional de la costa tiene al bahareque y a la quinchá como representantes del uso de la tierra, no es menos cierto que este tipo de construcciones casi ya no se levantan, actualmente se prefiere el ladrillo parado, el bloque, la caña y la madera. En la amazonía no se utiliza el bahareque, tradicionalmente se utilizó la madera y actualmente el ladrillo y de manera especial el bloque de concreto.

En las estribaciones de las cordilleras, en el subtrópico, la presencia de la madera, la caña, el bloque y el ladrillo son casi los únicos materiales que se usan para la construcción de viviendas.

En todo caso no existe conciencia de la enfermedad de Chagas y menos aun preocupación por el tema al momento de construir sus viviendas, la enfermedad es poco conocida urbana y ruralmente por lo que no hay campañas de difusión y concientización del mal.

Finalmente, es necesario manifestar que uno de los objetivos de la investigación era definir si el uso de la tierra como material de construcción propiciaba, al interior de la vivienda, la colonización del chinchorro, al menos en este caso, fue desvirtuado ya que dentro de las viviendas infestadas el 57% eran de ladrillo y las de tierra, adobe y bahareque, entre las dos sumaban 15%. En el caso de las paredes de caña picada es preferible no recubrir su interior para evitar las cámaras donde habitan los chinchorros. El material en si mismo no es lo determinante, es necesario controlar la porosidad y el agrietamientos de los muros.

En lo tocante a la cubierta, esta debe ser sellada en su totalidad de manera que se eviten orificios que en la noche filtre la luz interior y sean verdaderos faros guías para el chinchorro y si esto se complementa con el cielo raso falso de igual manera sin orificios, se puede garantizar una vivienda no contaminante.

Al interior de la vivienda los muros sin orificios ni fisuras y con los elementos decorativos y religiosos permanentemente removidos y limpiados de manera que los chinchorros no puedan hacer de estos espacios su hábitat.

BIBLIOGRAFIA

SCHOFIELD, C. J. The role of house design in limiting vector-borne disease. USA. 1989

CHUIT, R. Result of a first step toward community-based surveillance of transmission of Chagas' disease with appropriate technology in rural areas. Servicio Nacional de Chagas, Ministerio de Salud y acción Social. Buenos Aires, Argentina. 1992

ESTERRE, Philippe. Epizootiology of Chagas disease near a forest settlement in French Guiana. 1989.

CEVALLOS, Patricio. Informes del Área de Hábitat. Codificación de las boletas de campo. 1995

PROYECTO DE SALUD Y HABITAT, LA ENFERMEDAD DE CHAGAS														
ENCUESTA SOBRE HABITAT										TECNOVIVA - GRET - AEB				
										ECUADOR		FRANCIA		
1. UBICACIÓN					2. SEROLOGIA			Código						
Cantón				Urbano		SI		Fecha						
Parroquia				Periférico		NO		Encuestó						
Recinto				Rural				Aprobó						
3. FAMILIA			Número de miembros:				4. SERVICIOS							
edad/sexo		Años	Vivienda anterior, materiales en:				Tipo de vía de acceso							
Miembro		esta												
F		M	casa		PISO		PAREDES		TECHO		Energía			
Padre											Eléctrica		SI NO Fecha instalación	
Madre											Elim. Basura:		Agua	
Hijos 1.											Carro recolector		Potable	
2.											Incineración		Entubada	
3.											Río		Acequia	
4.			Ubicación de otras viviendas				Elim. Ecretas:				Pozo			
5.							Red Pública				Vertiente			
6.							Fosa séptica				Otro (especif.)			
7.							Pozo ciego							
8.							Río							
Otros							6. PERIFERIA							
			Obsevaciones:				Área de lote				m²			
							Elevada sobre piso		SI NO		Metros			
							Tiene gallineros		SI NO		Bajo casa		SI NO	
							Donde se estan los nidos							
Total							Dist de los nidos a casa						m	
4. TIPO DE VIVIENDA							Otros animales domésticos							
MATERIALES EN :							Qué almacena en P.B.?							
Pared exterior		Pared interior		Cubierta										
1. Ladrillo		1. Ladrillo		1. Teja										
2. Bloque		2. Bloque		2. Asbesto										
3. Bahareque		3. Bahareque		3. Cinc										
4. Madera		4. Madera		4. Madera										
5. Caña		5. Caña		5. Paja										
6. Tierra		6. Tierra		6. Losa										
Cielo raso		Recub. Paredes		Piso en PB										
1. Malla		1. Cemento		1. Cemento										
2. Madera		2. Papel		2. Madera										
3. Losa		3. Otro*		3. Caña										
4. Ninguno		4. Ninguno		4. Tierra										
Piso en PA		Combuatible para cocinar												
1. Cemento		Uso de la vivienda												
2. Madera														
3. Caña		Hora:		Exterior		Interior								
4. Losa		H. ambiente (%)												
* especifique el		Temperatura (C°)												
material usado		DIBUJAR CROQUIS AL REVERSO												
Elaborado por: Patricio CEVALLOS SALAS														

AUTOR

Patricio Cevallos Salas, ingeniero civil, director de TECNOVIVA y de Ingeniería Alternativa.



VIVIENDA Y MAL DE CHAGAS EN ARGENTINA. INVESTIGACIONES Y PROYECTOS EN AREAS RURALES DE SANTIAGO DEL ESTERO

Clara E. Margarucci¹, Sebastián Miguel¹, Laura Ostrofsky¹, Marcos Amadeo¹, Ana Paula Saccone¹, Mariano González Moreno¹, Guillermo Rolón², Rodolfo Rotondaro²

(1) Secretaría de Investigación, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires - Ciudad Universitaria, Pabellón III, 4º piso-Int. Güiraldes s/n -(1428) Ciudad de Buenos Aires. Tel.: (54 11) 4923 1305 bibimarg@yahoo.com.ar

(2) Instituto de Arte Americano, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires - Ciudad Universitaria, Pabellón III, 4º piso-Int. Güiraldes s/n -(1428) Ciudad de Buenos Aires. Tel.: (54 11) 4789 6270 rotondarq@telecentro.com.ar

Palabras clave: vivienda rural, Mal de Chagas, Argentina

RESUMEN

En este trabajo se presentan resultados de varias investigaciones cuyo principal objetivo es la gestión, diseño y transferencia de mejoras simples para la vivienda de la población rural de la Provincia de Santiago del Estero, Argentina, zona afectada por el Mal de Chagas. Las propuestas incluyen diseños y construcciones experimentales para paredes, revoques, cielorrasos y cubiertas, un módulo habitacional construido en la escuela de Amamá, y el proyecto de un Centro Comunitario en la localidad de Bandera Bajada, para la comunidad de tejedoras Warmis. Se mencionan los materiales y las técnicas empleados en la construcción de prototipos, los protagonistas locales y externos, así como también los avances logrados en la gestión y el diseño. Se prioriza el uso de recursos materiales y humanos locales con la idea de generar tecnologías apropiadas y apropiables, con participación de beneficiarios locales en la autogestión de la vivienda popular. Se usan tierras, arcillas, arena, troncos, tablas, ramas y agua de pozo, y mano de obra autoconstructora local. Se incorporan innovaciones basadas en la combinación de tecnología vernácula con materiales industrializados tales como cal hidráulica, cemento, alambre, tablas aserradas y pintura. El enfoque metodológico general de estas iniciativas se basa en el diseño y ensayo de prototipos de campo con gestión multisectorial, en la búsqueda de soluciones cuya durabilidad, aceptación y factibilidad técnica sean posibles en el contexto cultural de trabajo. La eficacia y durabilidad de los prototipos construidos se evaluó mediante observaciones directas y participantes, cualitativas y cuantitativas. Los trabajos tuvieron el apoyo material y financiero de la Universidad de Buenos Aires (Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo), del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, CONICET, de la fundación Rockefeller, de la fundación Pilotos Solidarios, y de pobladores y organizaciones comunitarias participantes.

1. INTRODUCCIÓN

Los ámbitos de trabajo donde de las iniciativas son dos localidades rurales de la Provincia de Santiago del Estero, en el Noroeste argentino: Amamá y Bandera Bajada. Ambas están incluídas en el monte santiagueño, zona endémica del Mal de Chagas. La enfermedad de Chagas o Tripanosomiasis americana es una parasitosis que afecta a más de 16 millones de personas en América Latina (WHO, 1991). El parásito es normalmente transmitido al ser humano y a otros mamíferos por insectos triatominos hematófagos, vectores de la infección. Argentina presenta cerca de 3 millones de personas infectadas y varios millones más bajo riesgo de contraer la enfermedad. La vía de transmisión más importante en el área endémica es a través del vector *Triatoma infestans* ("vinchuca"). Su distribución se extiende desde el extremo norte del país, en la provincia de Jujuy, hasta la provincia de Chubut, en el sur, ocupando ambientes domiciliarios y peridomiciliarios (Canale y Carcavalo, 1985). El monte (figura 1) es una zona incluída en la Región Chaqueña Occidental de Argentina, caracterizada por su aridez, altas temperaturas de verano (con una media anual de 22°C) y escasas lluvias que oscilan entre 350 mm y 700 mm anuales, concentradas en el verano.



Figura 1 – Casa autoconstruida en su entorno, el monte

El ambiente natural está caracterizado por el quebracho (*Schinopsis lorentzii*, quebracho colorado; *Aspidosperma* sp, quebracho blanco) y la vegetación xerófila. El sistema humano rural presenta pequeños aglomerados (caseríos) y pueblos, con grandes carencias para la vida cotidiana tales como falta de agua potable durante varios meses al año, dieta alimentaria desequilibrada, diversas enfermedades, y aislamiento. Las familias están compuestas por un matrimonio principal y numerosos hijos (6 a 10), y parientes (familias de los hijos, abuelos, primos). La forma de vida de esta población combina trabajos de tipo permanente en la producción de carbón, el corte y acopio de postes de quebracho, el empleo en las estancias y la fabricación de ladrillo cocido, con trabajos temporarios como albañilería, cosechas, carga/descarga de camiones, alambradas, limpieza de canales y otras contrataciones temporarias.

La vivienda y los equipamientos domésticos del peridomicilio, que son autoproducidos por las familias empleando materiales y técnicas locales, son construcciones que en la mayoría de los casos presentan deterioros importantes ocasionados por la acción del clima, en especial las lluvias, por la falta de prolijidad constructiva y también de mantenimiento continuo. Las terminaciones y los encuentros techo-muro, muro-aberturas, muro-piso, y muro-horcón están llenas de grietas y espacios vacíos. Del mismo modo, la presencia de cielorrasos de vegetales, de cubiertas de barro muy gruesas, de hasta 60 cm de espesor, y de muros sin revoques, favorecen el albergue y colonización de la vinchuca. Son, en la mayoría de los casos, construcciones que favorecen el albergue de insectos y otros animales perjudiciales a la salud humana, por su mala calidad de terminación (y a veces de ejecución) de sus paredes, techos y encuentros constructivos.

Los objetivos principales de los proyectos e iniciativas están orientados a iniciar procesos participativos de generación de tecnología apropiada (Herrera, 1981; Merlino et al, 1981) para el hábitat rural del área de estudio, en la búsqueda de beneficios materiales e inmateriales para la población afectada por el Mal de Chagas. Los protagonistas que participan son, por una parte, la población local residente en las zonas mencionadas y sus organizaciones comunitarias; y por otra parte, investigadores nacionales y entidades públicas y privadas que brindan apoyo material y financiero. La población local incluye a familias numerosas con economía de subsistencia basada principalmente en el ganado doméstico y animales de granja, y trabajos a destajo. En Amamá hubo fuerte participación de alumnos, padres de alumnos y docentes de la única escuela local. En el caso de Bandera Bajada interviene también una asociación de mujeres, las Warmis, organizadas en torno a los tejidos y las tinturas locales para la confección y venta de artesanías.

En el caso de los investigadores, se trata de arquitectos pertenecientes a la Universidad de Buenos Aires (Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo) y CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas). En el caso de los prototipos construidos en Amamá, uno de los autores (Rotondaro) trabajó como integrante del equipo de biólogos dirigido por el Dr. Ricardo Gürtler (Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de

Buenos Aires) (Gürtler et al, 1997). Las entidades externas que brindaron apoyo material y financiero en el caso Amamá fueron la Universidad de Buenos Aires, el CONICET, la fundación Rockefeller y el Servicio Nacional de Epidemiología; y en el caso de las tejedoras Warmis, la Universidad de Buenos Aires, el CONICET y la fundación Pilotos Solidarios.

2. PROPUESTAS DE INTERVENCIÓN MINIMA

2.1 Cambios en el revoque y el cielorraso de la vivienda autoconstruida

En la experiencia realizada en Amamá (Rotondaro, 1999) se comenzó con la construcción de cielorrasos y revoques en galerías y sectores de paredes, en dos viviendas locales existentes. Amamá es un caserío disperso que ha crecido en medio del monte, emplazado a ambos lados de una ruta provincial importante, y en el cual viven 50 familias (unas 300 personas) en tierras que hasta hace pocos años eran privadas pero que recientemente les fueron donadas a los actuales pobladores.

Las dos viviendas que fueron seleccionadas para realizar el trabajo, tienen algunas de sus paredes de adobe tradicional con juntas de barro y otras con ladrillo cocido con juntas de barro, y la mayoría no está revocada. Los techos son de varas de quebracho blanco y enramadas de arbustos locales (suncho, jarilla y simbol), dejando un cielorraso de vegetales sin ningún tipo de revestimiento o cielorraso aplicado. Ambas fueron seleccionadas en función de que presentan los deterioros y baja calidad constructiva representativos de la vivienda local. El énfasis estuvo puesto, en esta primera etapa, en los revoques y cielorrasos, con el fin de encontrar soluciones locales por autoconstrucción al problema de terminar las paredes y los cielorrasos con mezclas durables y que puedan blanquearse luego, evitando grietas y huecos que permitan el alojamiento de los insectos (en especial el vector del Mal de Chagas). En la vivienda local de este monte, paredes y techos son los dos elementos que mayor patología constructiva y dificultad de mejoramiento presentan, y cuyo mantenimiento es escaso, en muchos casos nulo.

En esta experiencia se contó con la participación de albañiles y de integrantes de las familias. Los revoques y bolseados aplicados fueron realizados con las técnicas constructivas tradicionalmente usadas por los pobladores locales, realizando una selección de las tierras y algunas mezclas, y pruebas previas para garantizar adherencia y evitar la fisuración durante el secado. En el caso de los cielorrasos se trabajó de tal manera que con dos capas de barro, con o sin estabilizantes (fibras, cal, cemento, cemento y cal), quedara una superficie lisa plana o curva que permita luego una terminación con pintura a la cal. La primera capa se aplicó a cuchara con un barro con poco agua pero con una plasticidad que permitió incrustarse y pegarse a los vegetales. La segunda capa se aplicó sobre la anterior, antes de su secado completo, tratando de lograr una adherencia adecuada y de apoyarla en las varas.

En cuanto a la aceptación por parte de los pobladores locales, las evaluaciones registradas permitieron determinar que en general hubo manifestaciones a favor de las soluciones ensayadas, aunque también de prudencia al necesitarse mayor tiempo para definir su comportamiento en varios años. Los costos y la factibilidad técnica de los prototipos tuvieron resultados satisfactorios, ya que la cantidad de cemento y cal empleada fueron de bajo porcentaje en volumen, con la idea de minimizar el empleo de cemento. Estos prototipos se basaron en la idea de realizar mínimos cambios en el contexto de las tradiciones constructivas locales, buscando su apropiabilidad local tanto por el uso de materiales locales (aún con la adición de aglomerantes químicos en bajo porcentaje predominan los materiales vernaculares) como así también por el conocimiento empírico de los autoconstructores.

2.2 Módulo demostrativo con participación de la escuela local.

Se construyó una habitación de 3,5 m x 5 m (módulo habitacional, ver figura 2), con participación de albañiles y alumnos de la Escuela. La estrategia de participación se fue modificando a medida que se produjeron avances. El modelo participativo incorporó la idea de realizar ciclos de construcción-evaluación de componentes básicos, elementos

constructivos y módulo, buscando la experimentación participativa de un sistema constructivo que a partir de la tecnología vernácula local pueda introducir cambios posibles para ser apropiados y replicados por la población local. El módulo experimental fue construido con paredes de bloques de suelo-cemento fabricados en los talleres, empleando tierras locales. Estos bloques de suelo-cemento permitieron, por ser más duros y menos porosos en superficie que el adobe tradicional local, que las paredes del módulo se terminaran muy fácilmente enrasando las juntas y aplicando luego una lechada con el mismo material en estado más líquido, de tal manera de tener una superficie lisa y dura que pueda luego pintarse (evitando los huecos y grietas de las juntas y de los encuentros con los horcones).



Figura 2 – Módulo habitacional de prueba (Amamá)

En esta actividad se incluyó en la práctica la participación protagónica de la comunidad educativa local, principalmente de los alumnos de 6º y 7º grado, como taller de fabricación de bloques (ver figura 3), además de las tareas de preparación y zarandeo de tierras, y de preparación de distintas etapas de construcción del prototipo. La participación de los alumnos contó con el aval y colaboración del director de la escuela, Isauro Suárez, y también atrajo a varios padres de los alumnos (pobladores locales), quienes se interesaron por los cambios observados a partir del prototipo, en cuanto a que podrían significar alternativas posibles para mejorar algunas partes de sus propias casas y construcciones.



Figura 3 – Capacitación de escolares locales (Amamá)

3. CENTRO COMUNITARIO PARA LAS TEJEDORAS HUARMIS: ETAPAS INICIALES DE GESTION Y REALIZACIÓN

Uno de los proyectos en curso está dirigido a la construcción de un Centro Comunitario en la localidad de Bandera Bajada, que alberga a 980 habitantes, al norte del Departamento de Figueroa, a unos 120 km al Noroeste de la ciudad capital de Santiago del Estero. La

comunidad Huarmis, que está representada por mujeres tejedoras, presenta la necesidad de contar con un espacio de trabajo que las reúna para el desarrollo de esta actividad. El arribo por consenso al proyecto definitivo con los miembros de esta comunidad, permite el desarrollo de la autoconstrucción del Centro con técnicas tradicionales de tierra y madera del sitio, que servirá en un futuro como un modelo constructivo de “vivienda saludable” que intenta combatir la presencia de la vinchuca agente trasmisor del Mal de Chagas.

3.1 Comunidad

En el año 1999, la socióloga rural Lucila Zárate conoce a un grupo pequeño de cuatro mujeres rurales que pertenecen a una organización campesina. Estas personas planteaban la necesidad organizarse para revalorizar el lugar, su lengua, el quechua, mejorar su trabajo, la educación de sus hijos, recuperar las prácticas ancestrales como una forma de fortalecer la identidad y sentirse más incluidas en la sociedad, mejorando los problemas vinculados al género, el aislamiento y la pobreza. Realizaron reuniones periódicas generando un espacio de reflexión acerca de la confianza y el sentimiento de pertenencia, lo cual derivó en la creación del grupo conocido con el nombre de “Huarmis Yamkadoras” (que significa mujeres trabajadoras en voz quechua).

El proceso para la organización, la recuperación y el fortalecimiento de la identidad, comenzó, en un primer paso, con la idea de producir artesanías empleando recursos del lugar: el arte textil en primer lugar, y luego el trabajo en cerámica y en cuero. Con el tiempo, este grupo fue incorporando más integrantes, hasta conformar un grupo de alrededor de treinta mujeres. En sus reuniones se reflexiona acerca de los problemas de las familias, la violencia familiar, las situaciones de la comunidad, la organización, la protección al medio ambiente, entre otros temas. Han generado acciones tales como ferias artesanales, en las cuales se recrea la práctica de la cocina de comidas ancestrales y de música del lugar. Se han convertido en un nexo importante con otras organizaciones relacionadas con la salud y el desarrollo local, con un claro objetivo de generar mejoras en las comunidades de la zona.

En la actualidad las Huarmis enfocan sus esfuerzos en el problema de la inclusión social de las mujeres rurales, la necesidad de incorporar la autoestima y de fortalecer la identidad de un grupo altamente vulnerable, y promueven prácticas comunitarias para facilitar la participación. Entre los actores sociales que colaboran con este grupo, se encuentran la Organización Campesina DUFINOC (Delegados Unidos Figueroa Norte Once Comunidades), asociaciones y entidades locales, y la Fundación Pilotos Solidarios, entre otros. Las Huarmis se encuentran actualmente en proceso de constituirse como cooperativa y para ello se ven la necesidad de generar un espacio físico que las congregue para el desarrollo y transmisión de sus saberes, hecho por el cual han formalizado la demanda del proyecto y construcción de un centro para sus actividades.

3.2 Experiencias de campo

Durante el año 2007 se han realizado dos viajes de trabajo de campo en los que se produjeron varias instancias de intercambio con los miembros y actores de la comunidad Huarmis. En el primer viaje a Bandera Bajada se estableció un primer contacto con parte de los miembros del grupo y se recibió la inquietud de la necesidad de crear un espacio comunitario. Este se emplazaría en un sitio equidistante de las comunidades que abastece y aglutinaría a los habitantes del área, sistematizaría su organización productiva y constituiría el sitio donde sus miembros recibirán cierta formación técnica en materia de las técnicas de autoconstrucción, que luego serán replicadas en el ámbito de la vivienda.

Una vez allí se definió el sitio donde se emplazará en Centro Comunitario. El predio se trata de un terreno tangente a la Ruta Provincial, cuyas dimensiones aproximadas son 80 m por 250 m. Sobre uno de sus lados linda con un predio perteneciente a la DUFINOC. En esa oportunidad se realizó un esquicio conjunto entre los arquitectos de la FADU-UBA y los miembros Huarmis, donde se elaboró una aproximación acerca de las necesidades y los valores de representación de este espacio en el sitio y el contexto social. A partir de unos dibujos espontáneos se recogen estas inquietudes y se comienza con el trabajo de

interpretación y generación de las ideas de proyecto que tienen en cuenta las áreas de trabajo de las mujeres tejedoras, espacio de cocina y reunión y áreas de dormitorio para sus miembros y visitantes.

En el segundo viaje se llevó representado el espacio comunitario con técnicas que reflejaran los ámbitos descritos y maquetas a escala que permitieran entender los espacios e interactuar con sus partes para establecer tamaños y posiciones en el terreno de las piezas. Creemos pues que este proceso de aproximación a la definición de una propuesta tiene que estar finalmente consensuada con los miembros de la comunidad para que se apropien de las ideas, estimulando el compromiso de participación y la búsqueda de la concreción del proyecto.

3.3 El Proyecto

En este contexto, la propuesta proyectual apunta a mejorar las condiciones de hábitat de las comunidades rurales del área, generando un espacio comunitario que permita desarrollar dignamente todas aquellas actividades que signifiquen incrementar un beneficio sobre los habitantes. Además, se promueve la concientización para el empleo de técnicas de captación, almacenaje y utilización del agua de lluvia, debido a que las aguas que puedan captarse en las diferentes profundidades poseen agentes altamente contaminantes como el arsénico. La autoconstrucción del Centro con técnicas tradicionales de tierra y madera del sitio servirá en un futuro, posiblemente, como un modelo constructivo de “vivienda saludable”. Dicho concepto es tenido en cuenta en base a los requisitos básicos para considerar que una vivienda es saludable según los estándares de la Organización Panamericana de la Salud, y que son: tenencia segura; ubicación segura; diseño y estructura adecuada; espacios suficientes para una convivencia sana; servicios básicos de buena calidad; muebles, utensilios domésticos y bienes de consumo seguros y eficientes; entorno adecuado que promueva la comunicación y colaboración; hábitos de comportamiento que promueven la salud. En particular para el caso del área de trabajo de esta investigación, el monte santiagueño, una ‘vivienda saludable’ debería tender a resolver, además, adecuadas soluciones en la materialización de sus elementos constructivos, que den respuesta al peligro constante de alojamiento de insectos en huecos y grietas de paredes y techos en resguardo de la salud de sus moradores.

Este espacio comunitario recibirá el apoyo y asesoramiento técnico de un grupo de investigadores que trabajan en la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires, para la aplicación de técnicas constructivas que luego serán replicadas en el ámbito de las viviendas de las familias que habitan en un radio de cuarenta kilómetros de este centro. Estas técnicas de construcción retoman los materiales y metodologías ancestrales del lugar y apuntan a erradicar del ámbito de la vivienda al agente causante del Mal de Chagas.

En el ámbito de la discusión del proyecto, se ha atravesado por diferentes instancias que van reflejando la necesidad de trabajar con el contexto, la tradición constructiva, por un lado y las características del clima y los recursos disponibles por otro. Esto es, la manera en que nos posicionamos frente a los problemas tales como la captación efectiva de agua de lluvia o la durabilidad de revoques y cubiertas que hace que se reflexione acerca de la pertinencia y rigurosidad en la implementación de las técnicas locales y en qué medida se pueden provocar ciertas alteraciones con el fin de optimizar recursos y resultados en el tiempo.

Otro eje de trabajo apunta a la construcción de los edificios con criterios sustentables, realizando un proyecto con materiales existentes en torno al predio, tales como madera y tierra. La implementación en menor medida de energías renovables y sobre todos estos aspectos lograr producir un bajo costo. Por todo esto se proyecta con técnicas actualizadas y optimizadas del adobe, la quinchá y la tapia. La implementación de las mismas por parte de los miembros de la comunidad a partir de técnicas de autoconstrucción, nos lleva a producir estructuras livianas repetibles y fáciles de montar; utilizar diversos sistemas de fundación,

muros y cubiertas para luego estudiar su comportamiento ante factores climáticos como la amplitud térmica, vientos, lluvias, entre otros.

3.4 El Centro Comunitario-Prototipo experimental

La organización del edificio (figuras 4 y 5) surge habiendo analizado la manera de vivir en el área y respondiendo a la rigurosidad del clima, donde en verano se alcanzan temperaturas de más de cuarenta grados centígrados. Los espacios están definidos por sus funciones: El Salón de Usos Múltiples está pensado como una gran galería abierta que rescata el espacio de vida cotidiano. En este proyecto toma mayor escala para responder a las ideas de establecer un espacio central flexible, para actividades de reunión, exposición, producción y capacitación. Es decir que funciona como un gran patio semicubierto construido con columnas de madera de quebracho y vinal, evocando a los árboles y su sombra. La generosa altura garantiza la imprescindible circulación de aire.

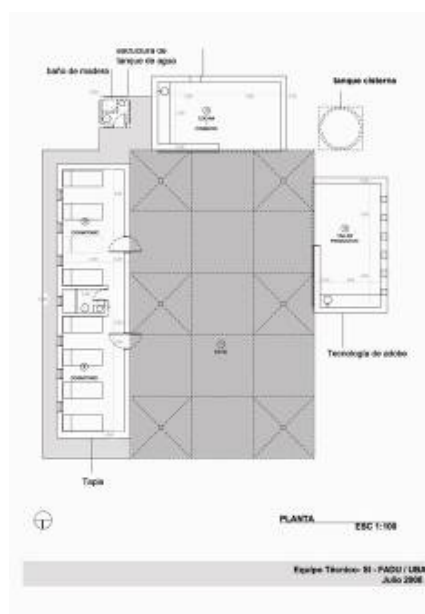


Figura 4 – Planta de conjunto

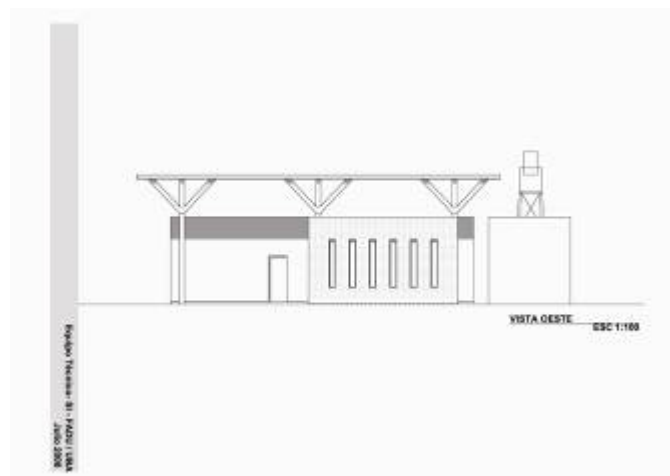


Figura 5 - Vista Oeste

Alrededor se organizan unos pabellones independientes con áreas de depósitos y teñido de telas, dormitorios comunes para ocho personas y servicios de baños y cocina, que no cierran totalmente el perímetro, logrando ventilaciones cruzadas y generando barreras laterales allí donde se necesita. Estos poseen muros anchos, cubiertas espesas, aberturas acotadas y gran respeto por las orientaciones. De este modo se garantiza una optimización en las aislaciones térmicas y acústicas, sumándose la preocupación por la correcta aislación

hidrófuga. Cada uno de los pabellones y sus locales se proponen en su resolución constructiva con alternativas constructivas que utilizan materiales del lugar. A su vez se incorporan en mínimas cantidades otros materiales tales como el cemento para otorgar mayor resistencia e impermeabilidad a algunas cubiertas y paramentos (figura 6).

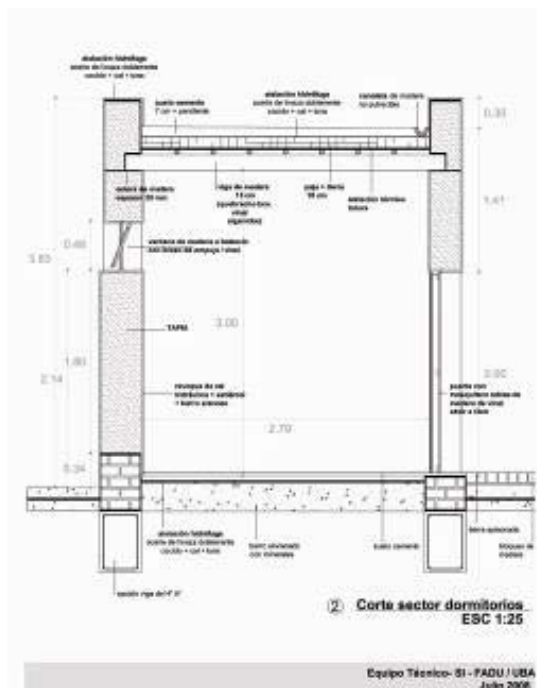


Figura 6 – Corte tipo por sector dormitórios

Además se establece un sistema de canaletas impermeables que permita captar el agua de lluvia en períodos de abundancia que se colectan en cisternas. Esto llevará a que en un futuro se puedan proponer sistemas análogos para viviendas nuevas y reparación de aquellas existentes deterioradas, a partir de modelos replicables del Centro Comunitario con aquellas personas ya capacitadas en estos saberes constructivos.

3.5 Conclusiones

Consideramos que el trabajo actuado hasta el momento ha atravesado una serie de instancias que han derivado en la elaboración de un proyecto en conjunto con un grupo de actores sociales determinado, profesionales de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires y la Fundación Pilotos Solidarios. A nuestro entender creemos que el modo en el que se ha trabajado permite por consenso, ajustar variables de diseño, el entorno, la pertinencia, la tradición y la cultura de una comunidad. Y es en esta dirección en la que el proyecto se encuentra en condiciones de comenzar a ser documentado y coordinado, para la posterior gestión y autoconstrucción.

El proceso de implementación de las técnicas constructivas llevará a concluir en una primera instancia la factibilidad y el éxito en la construcción del edificio, y en una segunda lectura se podrán evaluar los comportamientos de los diferentes materiales y el funcionamiento del Centro Comunitario. Esto, constituirá un elemento de juicio para ver en qué medida pueden ser replicadas estas técnicas en el ámbito de la vivienda con el fin de mejorar la calidad de vida de los habitantes de las localidades de la Provincia de Santiago del Estero.

4. ALGUNAS REFLEXIONES SOBRE LA PROBLEMÁTICA

A partir de los resultados de las experiencias realizadas y de las que están en su etapa inicial de diseño y gestión, surgen algunas reflexiones importantes de utilidad para un abordaje adecuado al complejo mundo rural del que estamos hablando. Los mejoramientos del interior de la vivienda vernácula propuestos con los revoques y ciellorrasos aportan algunas soluciones posibles basadas en el uso de materiales y tecnología constructiva local.

son factibles desde un punto de vista técnico, social, tal vez económico. La idea de lograr superficies lisas y duras en el interior de habitaciones y galerías de las casas tradicionales es posible en su construcción y posterior mantenimiento, por los autoconstructores locales.

Aún así, una de las dudas sin respuesta es si serán factibles de ser apropiadas por la población de los lugares más aislados, en los cuales la obtención de productos industriales es prácticamente imposible (por costos y por costumbres). Analizando el objetivo de evitar fisuras y huecos donde pueda habitar la vinchuca, tanto la fisuración de las superficies construidas con tierras y mezclas de tierras como la poca o nula adherencia de la tierra cruda con la madera de la estructura de soporte del techo, plantea la necesidad de utilizar materiales o elementos de anclaje mecánico, con recursos locales o bien con mallas o alambre, lo cual introduce alguna complejidad de ejecución que puede presentar complicaciones al momento de su concreción.

Las nuevas alternativas para mejorar las viviendas y construcciones existentes están enfocadas en lograr crear superficies lisas y duras en la terminación de muros y cielorrasos, que eliminen la existencia de grietas y huecos, que puedan ser realizadas y mantenidas a muy bajo costo y esfuerzo por los autoconstructores locales. Con la experiencia de Amamá se ha realizado un avance modesto a partir de la construcción experimental de revoques, relleno de juntas, cielorrasos de suelo-cemento-cal aplicados en los espacios entre las varas del techo, y paredes de bloques de suelo-cemento con juntas enrasadas en el módulo habitacional de prueba. En la propuesta del centro para las Huarmis se consideraron soluciones de diseño arquitectónico y tecnológico basados en la arquitectura vernácula local pero incorporando innovaciones constructivas de baja complejidad y costos, que permitan también muros y techos de tierra con empleo de suelos estabilizados, adobes mejorados, bloques de suelo-cemento, revoques y cubiertas con suelos estabilizados y lechadas a la cal. Estas soluciones están pensadas de tal modo que deberán garantizar siempre la desaparición de grietas y huecos que puedan albergar insectos. Con estas ideas se tiende además a que los cambios sean aceptados y replicados por estas comunidades, contribuyendo de esta manera a encontrar soluciones sostenibles en el mejoramiento del hábitat construido en zonas afectadas por el Mal de Chagas.

Por otra parte, la gestión realizada en todas estas experiencias permite observar que si bien se han logrado ciertos grados interesantes de participación de familias locales y organismos externos, el avance dista mucho de poder afirmar que esta es una tecnología apropiada para estas poblaciones rurales. La complejidad del tema y de la gestión realizada están señalando que los caminos adecuados para una intervención exitosa necesitan de procesos de trabajo participativo a mediano y largo plazo, con idas y vueltas desde el diseño y la evaluación de los prototipos, de tal modo de orientar las intervenciones hacia los “procesos participativos” para la autogestión asistida, más que a los clásicos proyectos de diseños externos construidos en el medio con mano de obra local.

También, las experiencias indican la conveniencia de pensar en que el mejoramiento del habitat, en este caso aspectos materiales de la vivienda y las construcciones auxiliares del espacio doméstico, deberían estar incorporadas a programas integrados de intervención multidisciplinaria, autogestionaria y multisectorial, con fuerte presencia de tecnología vernácula local en el caso de las mejoras físicas a la vivienda y demás construcciones. Apuntar a que las intervenciones sean sostenibles en el tiempo y a que la comunidad acepte cambios que pueden ser posibles en su contexto local: única manera de poder contribuir a implementar soluciones alternativas que puedan generar beneficios reales en contextos de pobreza estructural, en áreas rurales como lo son estos ámbitos argentinos.

BIBLIOGRAFÍA

CANALE,D.; CARCAVALLO,R. (1985). *Triatoma infestans*. Factores Biológicos y Ecológicos en la Enfermedad de Chagas. Ministerio de Salud y Acción Social. Buenos Aires.

GÜRTLER, Ricardo;CÉCERE, María Carla;CASTAÑERA, Mónica;ROTONDARO, Rodolfo (1997). Control de la enfermedad de Chagas: manejo ambiental y participación comunitaria en áreas rurales. Gerencia Ambiental 32, 118-123. Buenos Aires.

HERRERA, Amílcar (1981). The generation of technologies in rural areas. World Development 9:21-35, New York.

MERLINO, Rodolfo; RABEY, Mario (1981). Antropología aplicada a la investigación y desarrollo de tecnología apropiada. Publicaciones (Inst.Antrop.,Univ.Córdoba) 33:7-21. Córdoba. Argentina.

ROTONDARO, Rodolfo (1999). Componentes y diseños para mejorar la vivienda en zonas afectadas por el mal de Chagas. Santiago del Estero, Argentina. Boletín del Instituto de la Vivienda, INVI-Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile.

WHO (1991). Control of Chagas Disease. Report of a WHO Expert Committee. WHO Technical Report Series 811.WHO.Geneva.

AUTORES

Clara Elena Margarucci. Arquitecta, Profesora Adjunta Regular, FADU, UBA. Investigadora Secretaría de Investigación, FADU, UBA, Buenos Aires.

Sebastián Miguel. Arquitecto, Profesor Dedicación Semiexclusiva, FADU, UBA. Maestría en Diseño Arquitectónico Avanzado, FADU, UBA. Investigador Secretaría de Investigación, FADU, UBA, Buenos Aires.

Laura Ostrofsky. Arquitecta, Profesora Dedicación Semiexclusiva, FADU, UBA. Posgrado en Especialización en Proyecto Urbano, FADU, UBA. Investigadora Secretaría de Investigación, FADU, UBA, Buenos Aires.

Marcos Amadeo. Arquitecto, Docente, FADU, UBA. Investigador Secretaría de Investigación, FADU, UBA, Buenos Aires.

Ana Paula Saccone. Arquitecta, Docente, FADU, UBA. Investigador Secretaría de Investigación, FADU, UBA, Buenos Aires.

Mariano González Moreno. Arquitecta, Docente, FADU, UBA. Investigador Secretaría de Investigación, FADU, UBA, Buenos Aires.

Guillermo Rolón. Arquitecto, Becario CONICET. Programa ARCONTI, Instituto de Arte Americano, FADU, UBA, Buenos Aires.

Rodolfo Rotondaro. Arquitecto, Profesor Adjunto, Director Programa ARCONTI, IAA, FADU, UBA. Investigador CONICET. Maestría CRATerre/UPAG. Miembro de la Red PROTERRA.



ANEXO

OFICINAS DE TERRA - APOSTILA



OFICINAS DE TERRA

APOSTILA

Coordenação:
Prof. Dr. Obede Borges Faria
Eng. MSc. Célia Neves

REDE IBERO-AMERICANA PROTERRA
UEMA

Workshop – Programação das Oficinas

Dia 3/11 (segunda-feira)					
9:00 – 10:00	Inscrições				
10:00 – 11:00	Apresentação das oficinas (15 a 20 minutos para cada instrutor de oficinas)				
11:00 – 12:00					
12:00 – 14:00	Intervalo para almoço				
14:00 – 15:00	SOLOS para 1 e 2	3A	4A	5A	6B
15:00 – 16:00					
16:00 – 17:00					

Dia 4/11 (terça-feira)						
9:00 – 10:00	SOLOS para 3, e 4	1A	2A	6A		
10:00 – 11:00						
11:00 – 12:00						
12:00 – 14:00	Intervalo para almoço					
14:00 – 15:00	SOLOS para 5 e 6	1B	2B	3B	4B	5B
15:00 – 16:00						
16:00 – 17:00						

Oficinas e instrutores:

T	Caracterização e seleção de solos	Obede Faria e Célia Neves
1	Taipa	Márcio Hoffmann e Marcos Reco
2	Técnicas Mistas	Lucia Garzón e Rosário Etchebarne
3	Revestimentos	Luis Fernando e Raymundo Rodrigues
4	Cores da Terra (pintura com terra)	Fernando Cardoso e Marco Penido
5	BTC	Sandra Bertocini e Yolanda Aranda
6	Adobe	Rodolfo Rotondaro e Maria Fernandes

Cada participante das oficinas assiste a Oficina de Solos (caracterização e seleção de solos) e escolhe mais duas oficinas entre as 6 relacionadas na tabela acima.

ÍNDICE

T – Seleção de solos – testes de campo	4
Obede Borges Faria; Célia Neves	
1 - Taipa de pilão	5
Mariana Correia; Márcio V. Hoffmann; André F. Heise	
2 – Técnicas mistas (pau a pique, taipa de mão, taipa de sopapo)	13
Lucía Garzón	
3 – Revestimento em paredes de terra	16
Luis Fernando Guerero	
4 – Cores da terra (pintura) – em anexo	
Fernando Cardoso	
5 – BTC - Bloco de terra comprimida	20
Célia Neves	
6 – Adobe	26
Maria Fernandes; Rodolfo Rotondaro	

T – Seleção de solos – testes de campo

A Oficina Seleção de solos fundamenta-se no documento *Seleção de Solos e Métodos de Controle em Construção com Terra – Práticas de Campo*, publicado digitalmente por Proterra nos CDs do IV SIACOT; TerraBrasil 2006 e TerraBrasil 2008.

Os alunos conhecem os procedimentos de teste, executam alguns destes e, através da ficha de registro e avaliação dos testes, identificam as possibilidades de uso dos tipos de terra testados.

IDENTIFICAÇÃO DA TERRA – TESTES DE CAMPO

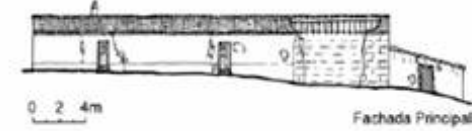
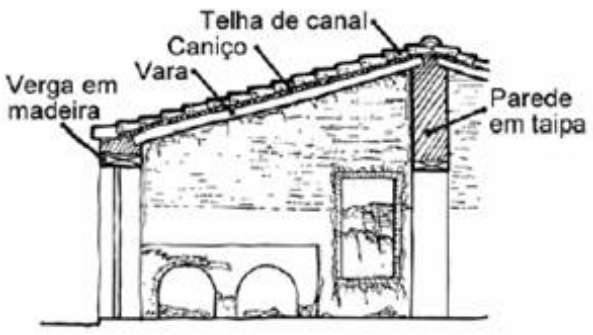
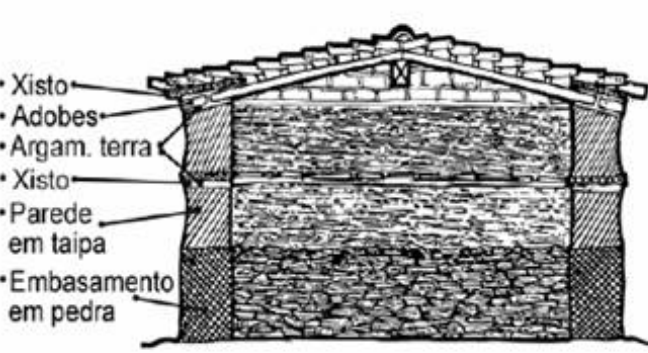
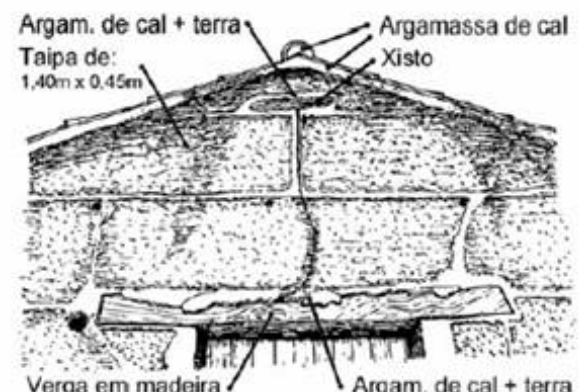
Nome da amostra	
Localização	
Operador	
Data de coleta	
Data de execução	
Observações	

Teste		Interpretação
Tátil-visual	Tamanho de partículas	
	Cor	
	Brilho	
	Tato/textura	
Identificação da terra por inspeção tátil-visual		
Queda da bola		
Vidro - % de areia, silte e argila		
Indicação de técnicas construtivas por teste do vidro		
Cordão		
Fita		
Exsudação		
Resistência seca		
Identificação da terra e de técnicas construtivas – tabela 8		
Identificação da terra e de técnicas construtivas – tabela 9		
Rolo		
Caixa		

Conclusão:

Fazer o esboço do local de amostragem no verso

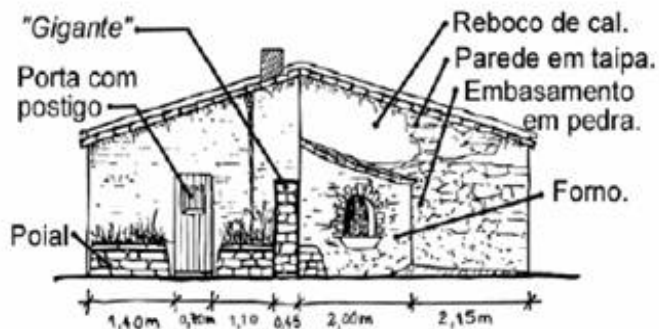
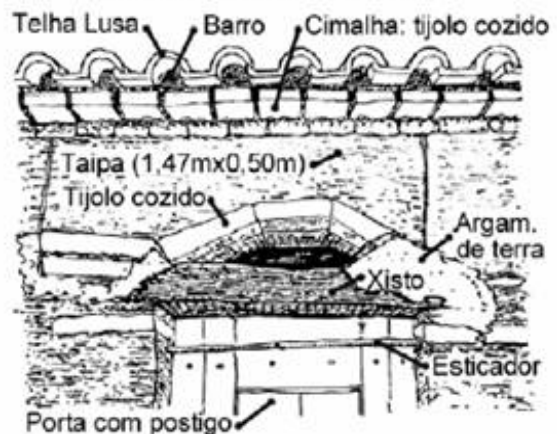
1 – Taipa de Pilão

TERRABRASIL 2008	Habitação Vernácula Rural no Alentejo, Sul de Portugal Sistema Construtivo: Taipa de Pilão Autora: Mariana Correia		Folha 1
A – Localização 	B – Conjunto   0 2 4m Fachada Principal		
C – Elementos e Componentes:			
Coberturas			
<u>Corte - Cobertura</u> 		<u>Detalhe - Madeiramento da Cobertura</u>  Vara Telha Canal Caniço Pedra (xisto) Barro	
<u>Cobertura</u> em telha canal (ou meia-cana ou canudo), telha Marselha e telha Lusa. Apoiava-se no caniço, que por sua vez se apoiava no varedo.			
Paredes e Revestimentos			
<u>Corte - Construção em taipa</u>  • Xisto • Adobes • Argam. terra • Xisto • Parede em taipa • Embasamento em pedra 0 1 2m		<u>Detalhe - Parede em taipa</u>  Argam. de cal + terra Taipa de: 1,40m x 0,45m Argamassa de cal Xisto Verga em madeira Argam. de cal + terra	
<u>Muros</u> de taipa, de diferentes tipologias: M1 – Taipais separados por argamassa e xisto; M2 – Pedra no topo das juntas verticais; etc. Por vezes, utilizam-se <i>gigantes</i> (contrafortes) e <i>poiais</i> a reenforcarem as paredes. <u>Revestimento</u> a reboco de cal nas fachadas principais ou quando a taipa é fraca.			

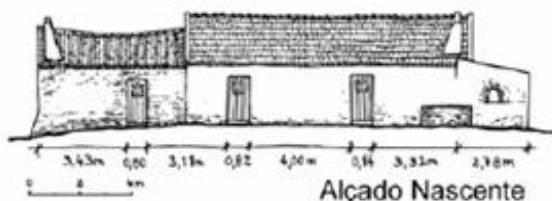
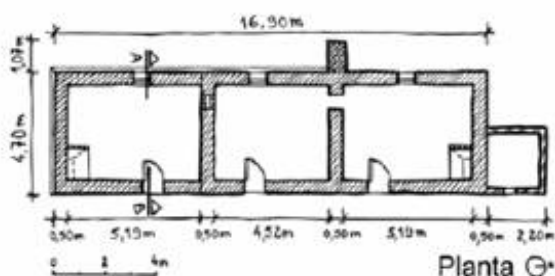
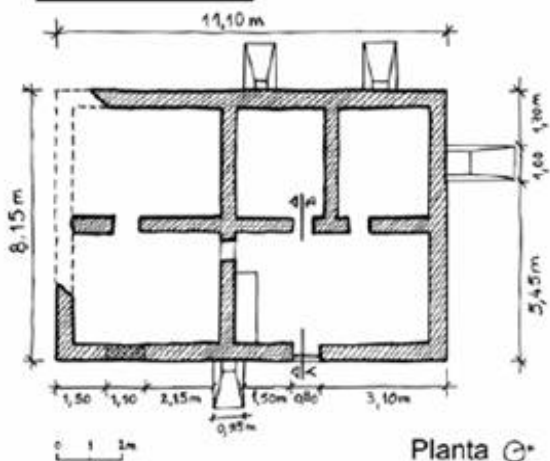
TERRABRASIL
2008**Habitação Vernácula Rural no Alentejo, Sul de Portugal**
Sistema Construtivo: Taipa de Pilão

Autora: Mariana Correia

Folha 2

Vãos**Alçado Lateral (ex.)****Detalhe - Beirado e Vão**

Vãos são poucos. Portas e janelas com padieira em xisto ou granito, ou verga em madeira. A porta apresenta postigo, que permite a entrada de luz.

D – Tipologias de Habitação (ex.):**Habitação 1****Habitação 2**

Tipologia simples, um piso. T1 – Habitação composta por um só espaço, dividida por vezes, por tabiques de 7cm. Forno no exterior. T2 – Habitação composta por cozinha e duas alcovas. A ampliação do espaço é em geral, ao comprido.

FONTES: CORREIA, Mariana; "Taipa Alentejana em Portugal"; DPEA-Terre, CRATerre - École d'Architecture de Grenoble, França, Set.2000 (Fichas 1 e 2).

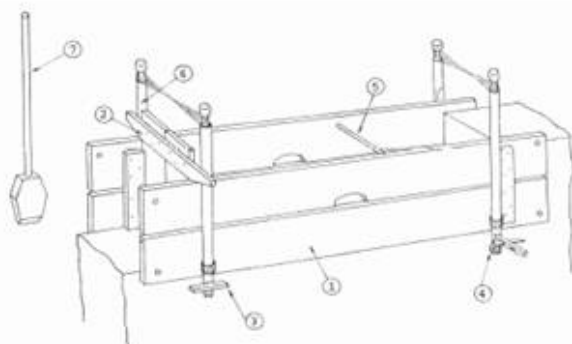
TERRABRASIL
2008

Sistema Construtivo: Taipa de Pilão - Equipamento

Autora: Mariana Correia

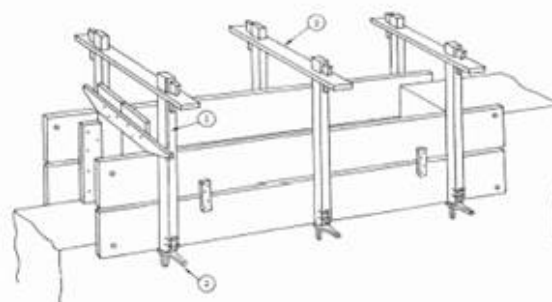
Folha 3

Figura 1



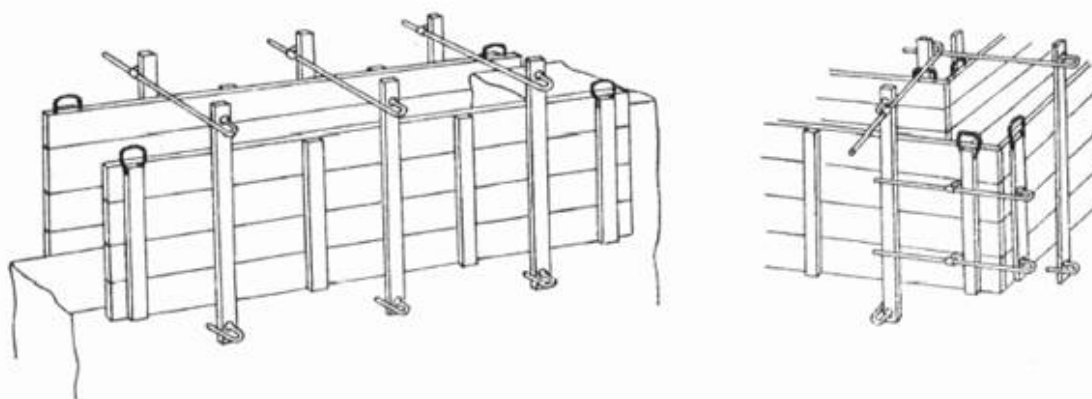
1 - Taipais laterais; 2 - Comporta; 3 - Agulhas; 4 - Pregos;
5 - Còvados; 6 - Costeiros; 7 - Maço ou Pillão

Figura 2



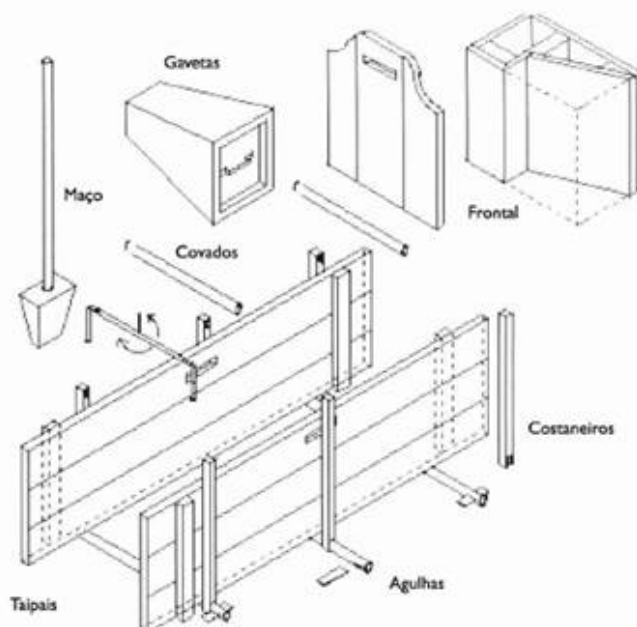
1 - Costeiros; 2 - Agulhas; 3 - Cangas

Figura 3



Esquema de montagem de moldes utilizado na região de Lyon na década de 50

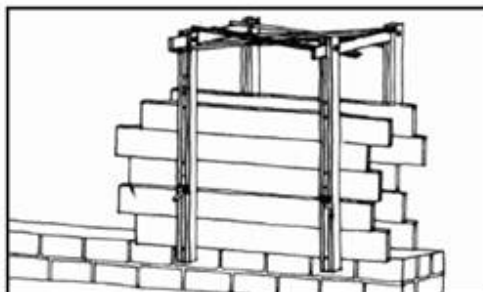
Figura 4



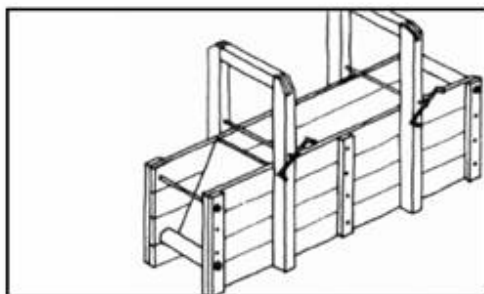
Equipamento para a construção de taipa de pilão

Fontes: Fig. 1, 2 e 3 - Ministério das Obras Públicas, Circular de Informação Técnica nº 9, Série D - 4 - Pág. 4,7 e 9 ;
Fig. 4 BEIRÃO, Teresa; BASTOS, Alexandre - New Earth Building in the southern Alentejo, Portugal. TERRA 2000, Pág. 218

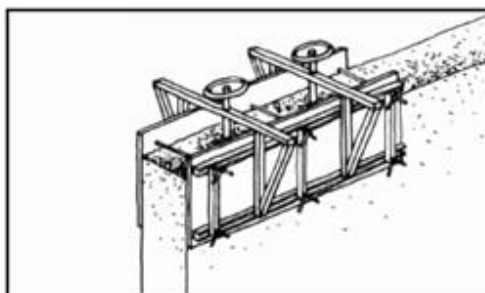
Taipais Móveis



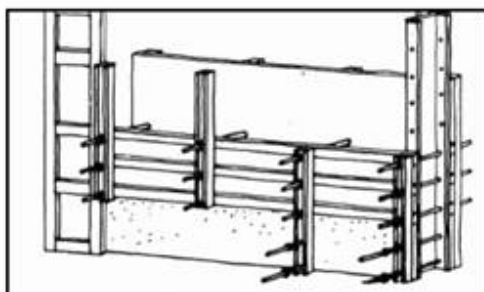
Taipais em andaime



Taipais rolantes

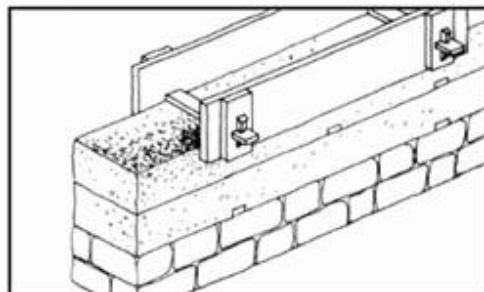


Taipais deslizantes

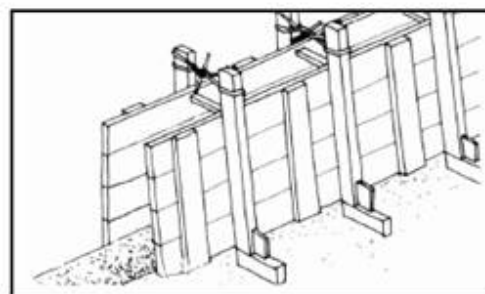


Taipais alternados

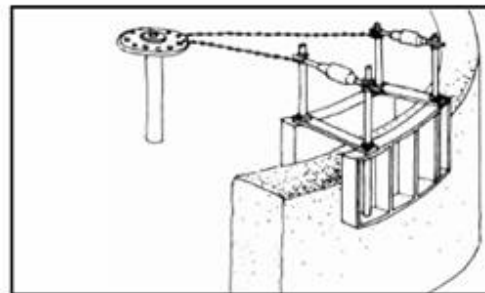
Tipos de Taipais



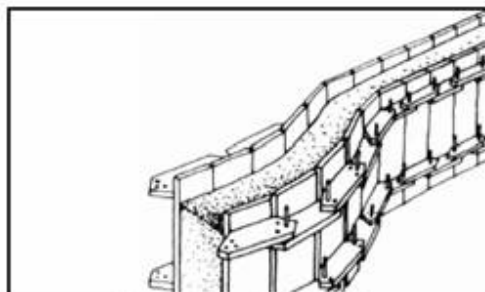
Superfície plana e perpendicular



Parede inclinada



Superfície curva



Forma irregular ou variada



Painéis em Taipa de Pilão contemporânea, São Paulo, Brasil

Sistema construtivo: Taipa de Pilão

Autor: Marcio V Hoffmann / André F Heise



Casa Pagano

A Taipa de Pilão contemporânea é aquela, que em relação à Taipa de Pilão tradicional, procura melhorar a resistência e a durabilidade, busca um processo de produção industrializado e acima de tudo almeja um desenho também contemporâneo para as novas arquiteturas e construções com terra.

MATERIAL:

Solo 40 a 50% de argila; 60% a 50 de areia.
4 a 6% de cal hidratada.
4 a 8% de cimento portland.

É importante conhecer as características físicas e químicas do solo. A caulinita é o melhor argilo-mineral para a Taipa de Pilão.



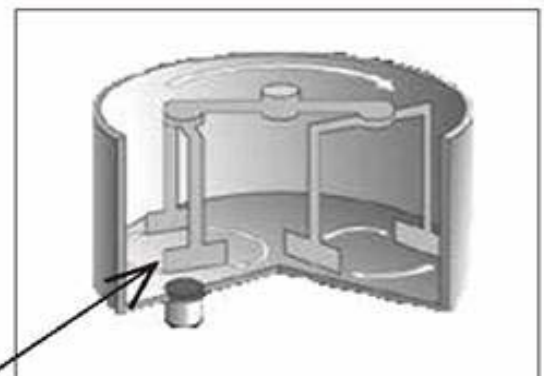
Traço: solo + cal + cimento.

EQUIPAMENTOS:



Destorreador

Depois de destorreado e peneirado, o solo seco ao ar deve ser misturado com os aglomerantes. Para a compactação será adicionada água na quantidade ideal.



Pás rotativas

Misturador planetário
(Para mistura seca)



Compactador pneumático

Na compactação deve ser atingido a densidade ideal.

Compactador "Tipo agulha"



Soquete manual



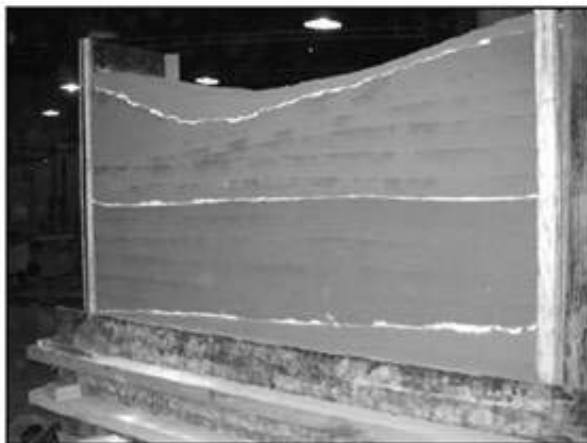
Fôrma de madeira

A Fôrma é o equipamento mais importante da Taipa de Pilão. É preciso eficiência na montagem e desmontagem.



Fôrma metálica

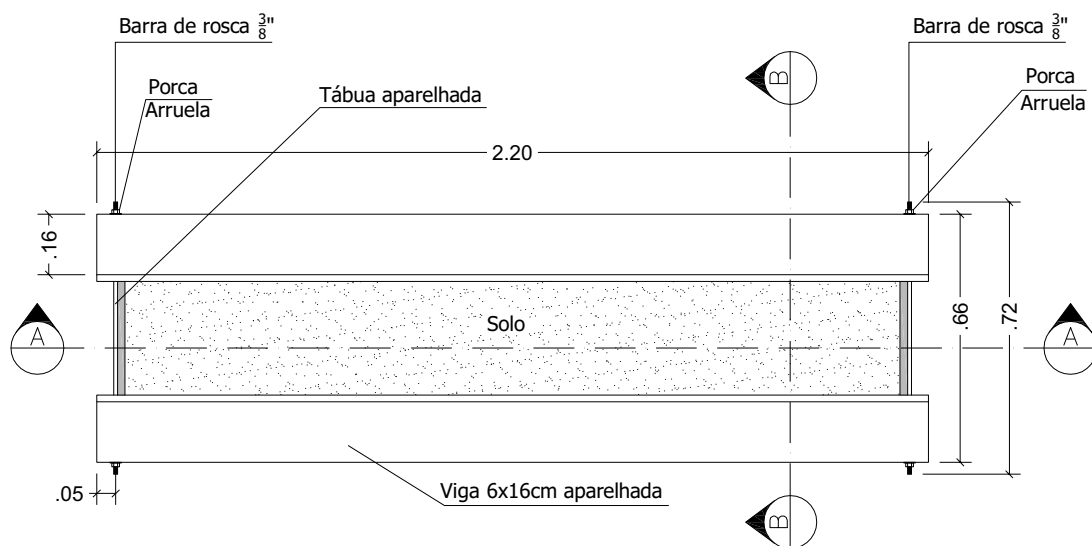
ACABAMENTO:



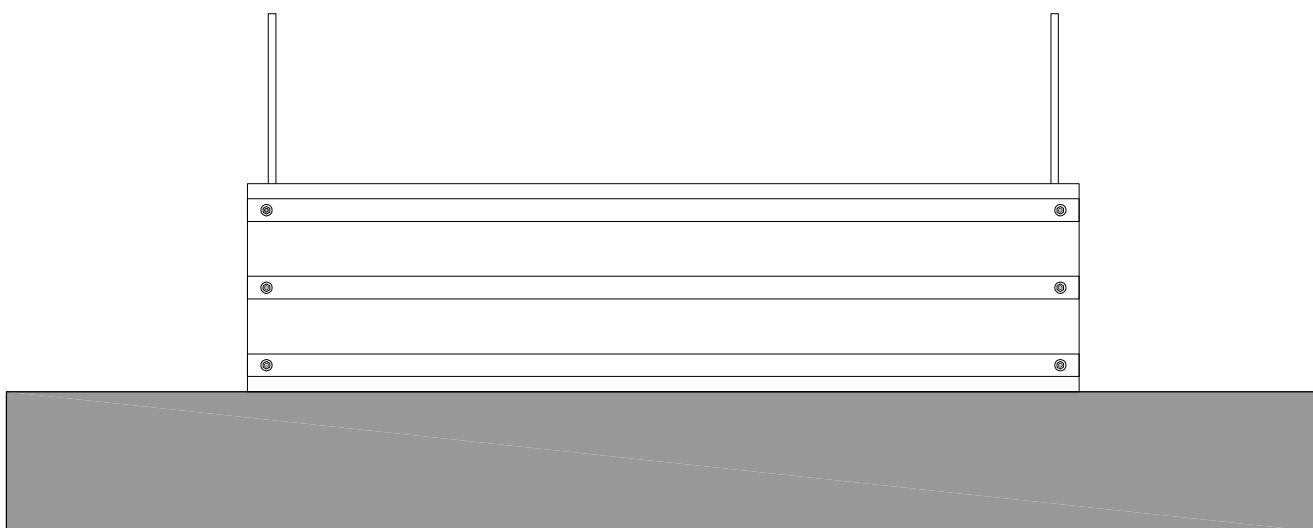
A Taipa permite diversos tipos de acabamento. Para deixá-la "a vista", hoje é recomendado aplicar PVA dissolvido. Essa aplicação deve ser feita após as reações dos aglomerantes.



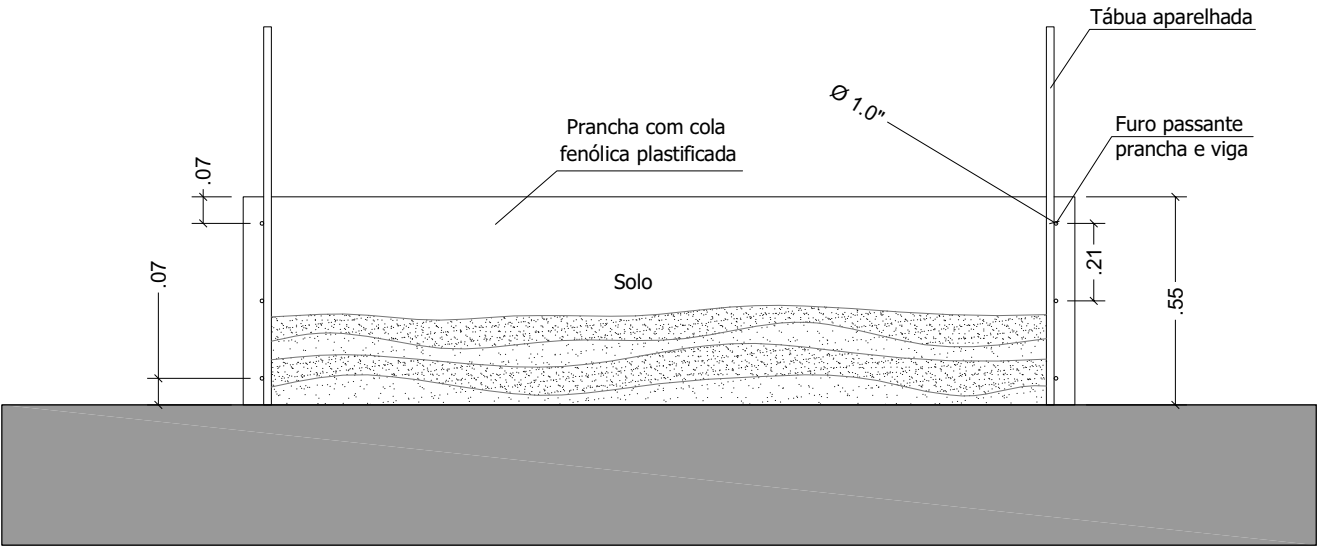
Fonte: Fato arquitetura Ltda - Rua Gomes Carneiro nº1108 - Piracicaba / SP - Brasil
Fone/fax: 55-19-34024902 / 34331573 - www.fatoarquitetura.com.br
Diagramação: Arq. Marilisa Marcussi



Planta baixa
esc 1:20

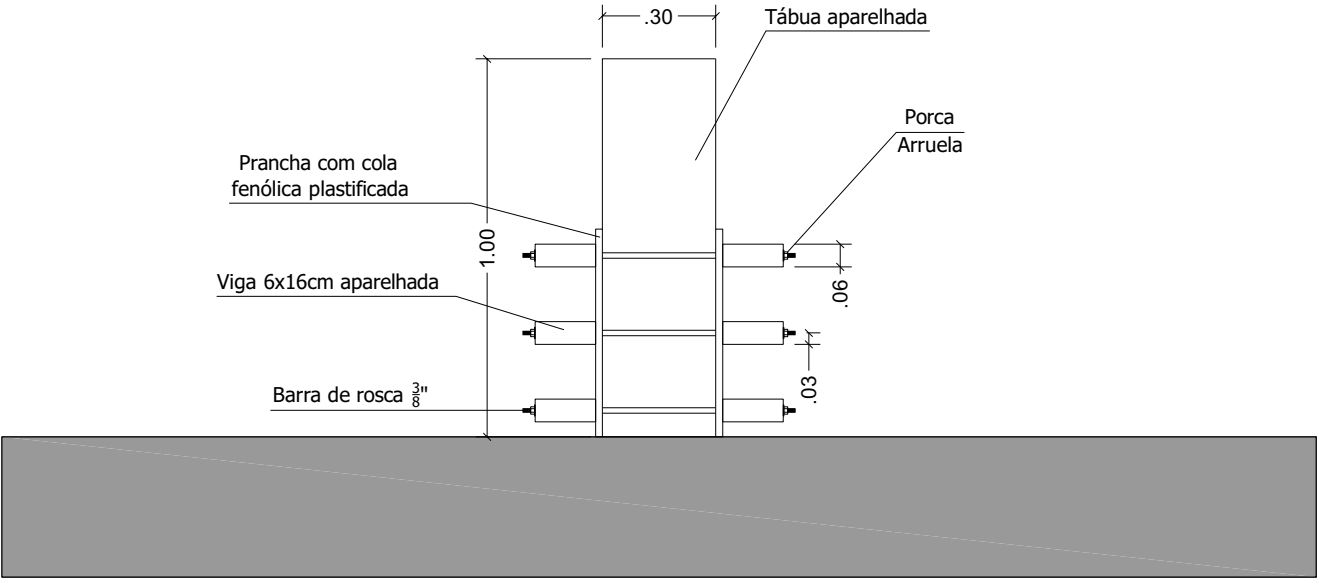


Vista
esc 1:20



Corte AA

esc 1:20



Corte BB

esc 1:20

2 – Técnicas mistas – técnicas com madeira e terra (pau a pique, taipa de mão, taipa de sopapo)

Lucía Garzón

QUE SON LAS TECNICAS MIXTAS CON TIERRA?

Las técnicas mixtas con tierra son sistemas constructivos diversos donde la estructura se realiza con otro material y la tierra se usa como material envolvente o como estructura auxiliar.

En el cuadro Sinóptico de la conceptualización sobre la geo-construcción arquitectos de GEODOMUS Internacional, Hays y Matuk¹ clasifican en su material sobre “Recomendaciones para la elaboración de normas técnicas mixtas de construcción con tierra técnicas” aportan los siguientes conceptos:

Para la clasificación de las estructuras con tierra se determinan tres grupos:

1. Estructuras portantes
2. Estructuras complementarias
 - Técnicas con tierra procesada
 - Técnicas con tierra no procesada
3. Técnicas mixtas con tierra

Las técnicas mixtas son tan variadas que por ello se realizó una clasificación de esta forma:

Técnicas Mixtas con Osamentas

Estructuras maestras

- armazon
- entramado pesado
- entramado liviano
- columna y viga
- - prefabricado

Osamentas elementales	Osamentas enrejadas
Osamentas reticulares	Osamentas tejidas
Osamentas esterantes	Osamentas llenantes
Osamentas prellenadas	

Estructuras auxiliares

y de acuerdo con los materiales estos autores las clasificaron así:

- 1- madera o bambu sin o con poco habilitamiento
- 2- madera habilitada

Además de los rellenos

Revestimientos y de otros sistemas como: bahareque y quinchá y tabiquería

¹ Como bibliografía de referencia se recomienda de la biblioteca de PROTERRA 2003 CD de Técnicas de Construcción con Tierra, Técnicas Mixtas.

Podría hacerse una asociación con el cuerpo humano donde el “esqueleto” sería la estructura maestra y los “tejidos y músculos” serían la estructura auxiliar, en este caso la tierra es como la “piel” que lo envuelve y no cumple con las funciones estructurales, pero cumple con otras funciones importantes para el organismo.

VENTAJAS

- *Sistema sostenible y ecológico cuando se realiza a través de cadenas productivas
 - *Sistema constructivo muy flexible que permite realizarse con múltiples materiales
 - *En regiones sísmicas son técnicas flexibles y dan un buen comportamiento ante sollicitaciones sísmicas.
 - *Son tecnologías que propician la mano de obra y son de bajo costo.
 - *No requiere de calificación de mano de obra y si se realiza es muy fácil y accesible.
 - *Facilita y estimula la mano de obra comunitaria y por lo tanto la construcción de “Comunidades”.
 - * Son sistemas ágiles que permiten realizar la cobertura y trabajar con mejores tiempos.
 - *Tienen buen comportamiento acústico y térmico
 - *Puede construirse en suelos de baja capacidad portante por ser técnicas livianas
- Casi todas las tierras sirven y debe de Agregarse fibra vegetal.

DESVENTAJAS

- Preconceptos: es considerado “construcción de pobres”
- Exige una buena estructura
- No debe de colocarse cubiertas pesadas
- Cuando se rellena pierde su liviandad y exige mayores estructuras
- Frágil cuando no se estructura suficientemente bien
- Riesgo de incendios si no se protegen debidamente las maderas
- Vulnerabilidad de las maderas en relación a los insectos.
- Para el mal de Chagas debe de realizarse un permanente cuidado de revestirlo.

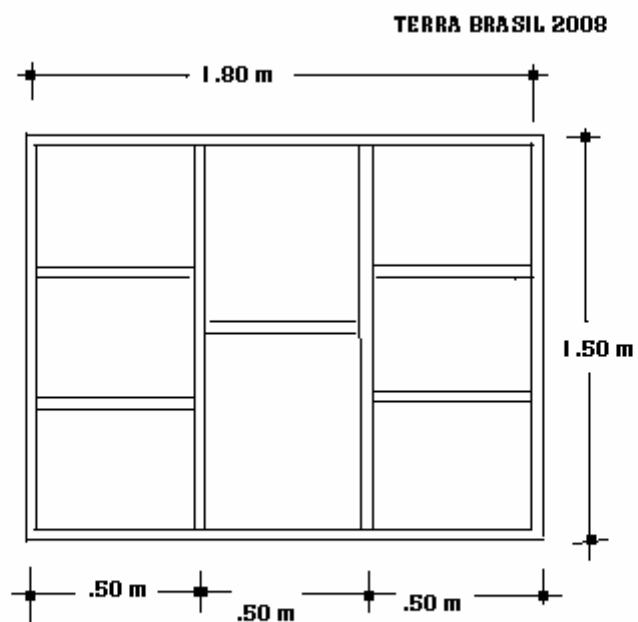
Exigencias

- Conocimiento de las maderas o del bambú y tratamiento de las mismas
- Detalles constructivos de cimentación y de ensamble bien estudiados.

ACTIVIDAD DEL TALLER

Objetivo pedagógico de la jornada: sensibilizar a los participantes con las técnicas constructivas con tierra, en este caso con una técnica muy diversa que incluye dos recursos sostenibles: fibras; vegetales y tierra

Objetivo técnico: realizar un procedimiento constructivo - Construir un tabique estructural para bahareque tradicional y deducir las posibilidades de prefabricación, trabajar los sistemas de amarre de caña o bambú para los tipos de bahareque, experimentar con los sistemas de cobertura vegetal, conocer las formas de anclajes, fijaciones y estructuración de la madera y conocer la técnica de pañetes para estos sistemas.



**TABIQUE DE MADERA PARA TECNICAS MIXTAS
ESTRUCTURA PREVIA PARA TALLER EN SAN LUIS**

3 – Revestimiento em paredes de terra

Taller de aplicación de recubrimientos superficiales en estructuras de tierra

Dr. Luis Fernando Guerrero Baca

Actividad A. Recubrimientos de barro.

Objetivos y actividades.

- Caracterizar los procesos de elaboración de mezclas de barro para recubrimientos de muros.
- Realización de pruebas para verificar los niveles de retracción de barros estabilizados con arena, paja, dextrina y yeso.
- Aplicar recubrimientos en muros de prueba.



Herramientas requeridas	
Descripción	Cantidad
Masking tape de 1 pulgada de ancho	3 rollos
Navaja "cutter"	2
Cubetas de plástico 20 lt	4
Recipientes desechables de plástico transparente de 1 lt	12
Recipientes desechables de plástico transparente de ½ lt	12
Criba de con malla de 2 mm	1
Criba de con malla de 1 mm	1
Espátulas de albañil	2
Cucharas de albañil	2
Llanas metálicas	2
Cucharitas desechables	12
Flexómetro	1
Tablitas de triplay o fibracel delgado de 15 cm x 15 cm (aprox.)	12
Manguera con agua disponible	1
Mesas de trabajo	2
<i>Se requiere un espacio libre de 6 m² aproximadamente y una pared de 4 m² (mínimo) sobre la que se puedan hacer las muestras de aplanado.</i>	

Material requerido	
Descripción	Cantidad
Tierras de tres colores diferentes	3 cubetas de c/u
Yeso	10 kg
Dextrina amarilla (de maíz)	½ kg
Pencas de tuna [previamente cortadas y colocadas en 20 litros de agua fría]	8 piezas
Pigmento mineral para cemento (color rojo)	1 kg
Arena gruesa	3 cubetas de 20 lt
Paja	1 paca
Shampoo para bebé	50 ml
Agua	-

Actividad B. Recubrimientos de cal.**Objetivos y actividades.**

- Evaluar la calidad de la cal por su nivel de absorción hídrica.
- Realizar mezclas de cal arena natural y pigmentada.
- Aplicar recubrimientos en muros de prueba.



Herramientas requeridas	
Descripción	Cantidad
Recipientes desechables de plástico transparente de ½ lt	2
Frascos transparentes de ¼ lt con tapa	2
Cubetas de plástico de 20 lt	4
Carretilla	1
Criba de con malla de 2 mm	1
Criba de con malla de 1 mm	1
Palas	2
Cucharas de albañil	2
Llanas	2
Guantes de hule de tipo industrial	3 pares
Goggles	3
Manguera con agua disponible	1
<i>Se requiere una sección de pared de 6 m² para ser aplanada. Para hacer la mezcla se necesita una superficie lisa y limpia de terreno.</i>	

Material requerido	
Descripción	Cantidad
Cal (Hidróxido de calcio)	2 sacos de 25 Kg
Arena	6 cubetas
Sulfato de aluminio (alumbre) [previamente disuelto en 4 litros de agua caliente]	½ kg
Pencas de tuna [previamente cortadas y colocadas en 20 litros de agua fría]	8 piezas
Pigmento mineral para cemento (color amarillo)	1 kg
Agua	

Actividad C. Pintura a la cal.**Objetivos y actividades**

- Preparación de mucílago de tuna y alumbre.
- Disolución de pigmentos minerales.
- Preparación de pinturas a la cal
- Aplicación de pintura a la cal.



Herramientas requeridas	
Descripción	Cantidad
Brochas de 2 "	2
Brochas de 3 "	3
Recipientes de plástico vacíos de ½ lt	5
Cubetas de plástico 20 lt	4
Criba de con malla de 1 mm	1
Palas	2
Manguera	1
Guantes de hule de tipo industrial	5
Goggles	5
<i>Se requiere una sección de pared de 6 m² para ser pintada. Para hacer la mezcla se necesita una superficie lisa y limpia de terreno.</i>	

Material requerido	
Descripción	Cantidad
Cal (Hidróxido de calcio)	1 saco de 20 kg
Sal de grano	½ kg
Alumbre	½ kg
Pencas de tuna [previamente cortadas y colocadas en 20 litros de agua fría]	8 piezas
Shampoo para bebé	100 ml
Pigmentos minerales para cemento (color rojo, negro, amarillo)	1 kg de c/u
Agua	-

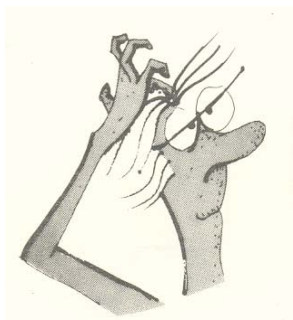
4 – Cores da terra (pintura)

em anexo

5 – BTC – Bloco de Terra Comprimida

Célia Neves

BTC?



Componente da alvenaria fabricado com terra (solo) adensada em molde, por compactação ou **prensagem**.

Pode-se adicionar um aglomerante à terra, geralmente **cimento** e/ou cal, que proporciona aumentos de resistência à compressão e à ação abrasiva de ventos e melhora sua impermeabilização.

Os BTCs podem ser usados em qualquer tipo de construção substituindo os blocos cerâmicos convencionais, seja em **alvenaria** simples de **vedação**, ou **alvenaria estrutural**, desde que atendam às resistências estabelecidas no projeto. As paredes tanto podem ser aparentes (quando protegidas da chuva) como revestidas, podendo receber diversos tipos de pintura ou revestimento cerâmico.

VANTAGENS DO BTC

- fácil de fabricar
- mantém a regularidade das dimensões
- usa a terra da região

NORMAS

No Brasil, foram publicadas as seguintes normas para tijolos e blocos de solo-cimento (BTC com adição de cimento):

- NBR 8491 – Tijolo maciço de solo-cimento. Especificação
- NBR 8492 – Tijolo maciço de solo-cimento – Determinação da resistência à compressão e da absorção de água. Método de ensaio
- NBR 10832 – Fabricação de tijolo maciço de solo-cimento com a utilização de prensa manual. Procedimento
- NBR 10833 – Fabricação de tijolo maciço e bloco vazado de solo-cimento com a utilização de prensa hidráulica. Procedimento
- NBR 10834 – Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural. Especificação
- NBR 10835 – Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural – Forma e dimensões. Padronização
- NBR 10836 – Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural – Determinação da resistência à compressão e da absorção de água. Método de ensaio.

TERRA

Para fabricação de BTC é recomendável o uso de terra arenosa. Para BTC com adição de cimento, as normas brasileiras recomendam a terra com as seguintes características:

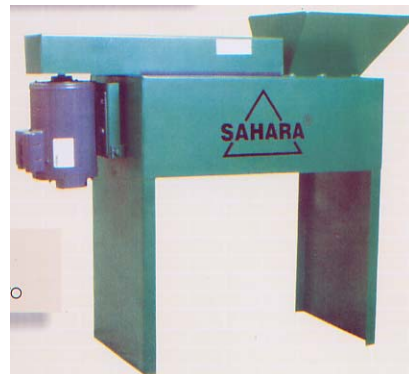
- 100% passando na peneira 4,8 mm
- 50% a 95% de areia
- $LL \leq 45\%$ (limite de liquidez)
- $IP \leq 18\%$ (índice de plasticidade)

FABRICAÇÃO

Para exemplificar, relatam-se as etapas do processo de fabricação do BTC com cimento, que é semelhante ao processo de fabricação com adição de outros aglomerantes.

A) PREPARO DA TERRA

Consiste em destorroar e peneirar, se necessário, o solo seco. Recomenda-se usar peneira com abertura de malha da ordem de 5 mm, ou destorroador mecânico



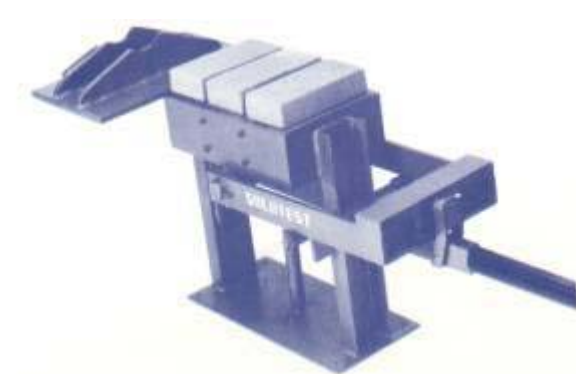
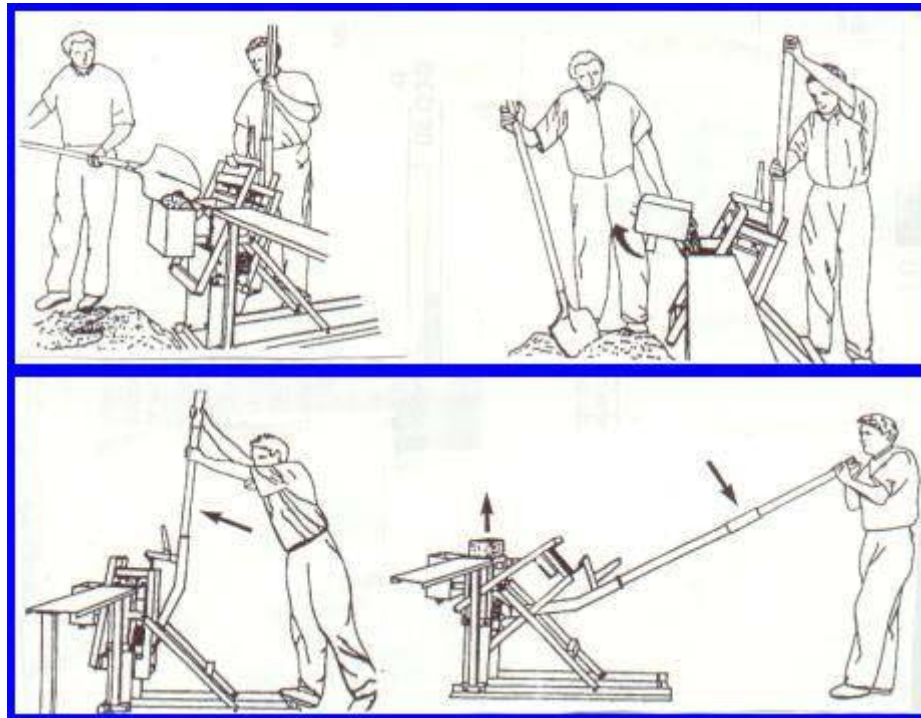
B) PREPARO DA MISTURA (com cimento)

Adiciona-se o cimento ao solo preparado, na proporção previamente estabelecida. Misturam-se os materiais secos até obter coloração uniforme; adiciona-se água aos poucos até que atinja a umidade adequada para sua prensagem.



C) MOLDAGEM DE TIJOLOS E BLOCOS

Coloca-se a mistura no equipamento e procede-se à prensagem e à extração do BTC, acomodando-o em uma superfície plana e lisa, em área protegida do sol, do vento e da chuva.



D) CURA E ARMAZENAMENTO

Após 6 horas de moldados e durante os 7 primeiros dias, os componentes devem ser mantidos úmidos por meio de molhagens sucessivas; os BTCs podem ser acomodados em pilhas de até 1,5 metro de altura e cobertos com lona plástica para manter a umidade.



ALVENARIA DO BTC

O processo construtivo é semelhante ao da alvenaria convencional (bloco cerâmico)



Entre a fundação e a parede, recomenda-se a execução de uma camada de concreto para dificultar a subida de água por capilaridade.

EQUIPAMENTOS DE FABRICAÇÃO DE TIJOLOS E BLOCOS

O BTC, em geral, é moldado por prensagem em equipamentos com moldes cujo formato possibilita produzir componentes de formas e dimensões variadas. A maquinaria disponível para sua fabricação é diversa e pode atender às necessidades de produção para edificações de diferentes portes. Pode-se utilizar desde um simples equipamento de prensagem, até complexas unidades de produção industrial, que englobam pulverizador de solo, peneirador, misturador, dosador, prensa e outros acessórios. O dimensionamento da maquinaria está relacionado com a dimensão, produtividade e custo do empreendimento.

As prensas podem ser operadas manualmente ou com auxílio de motor, que aciona um mecanismo, mecânico ou hidráulico, de prensagem. A tabela abaixo apresenta a produtividade e energia de compactação de algumas prensas.

Tabela 1 – Produtividade das prensas para componentes de solo estabilizado

Tipo de prensa		Energia de compactação (MPa)	Taxa de compactação do solo ¹	Produção (BTC/dia)
Manual	Mecânica	1,5 – 2,0	1,38	300 a 1200
	Hidráulica	2,0 – 10,0	1,65	2.000 a 2.800
Motorizada	Mecânica	4,0 – 24,0	> 1,65	1.600 a 12.000
	Hidráulica	>20,0	> 2,00	-

1- corresponde à relação entre os volumes da mistura em estado solto e em estado compactado, sendo proporcional à energia de compactação.

Fonte: FERRAZ JUNIOR, Francisco de A.C. Equipamentos modernos para a produção de tijolos de terra prensada. In: WORKSHOP ARQUITETURA DE TERRA, 1995, São Paulo. *Anais ...* São Paulo: NUTAU-FAUUSP, 1995. p.163-179.

As prensas manuais geralmente requerem baixo capital para sua aquisição e manutenção, além de serem leves, pequenas, fáceis de usar e sem custos relativos ao consumo de energia. A baixa taxa de compactação, principalmente da prensa manual mecânica, exige que a seleção e o preparo da terra sejam muito bem cuidados, para que os BTCs apresentem pouca dispersão na resistência à compressão semelhante entre eles.

As prensas que possuem pistão compactador em apenas um sentido devem ser utilizadas basicamente para a produção de BTC com altura máxima da ordem de 8 cm. Acima deste valor e até a altura de 20 cm, são necessárias prensas com duplo sentido de compactação. Esta limitação não se deve à energia de compactação do equipamento, mas à propriedade de adensamento do solo.

PARÂMETROS DE CONTROLE

Para qualificar o BTC com cimento, as normas NBR 8491 e NBR 10834 estabelecem a verificação das suas características em amostras de pelo menos treze amostras, retiradas aleatoriamente em lotes de 10000 a 25000 tijolos. Os critérios estabelecidos para o controle de qualidade do BTC de cimento são apresentados na tabela a seguir.

Tabela 2 – Limites especificados para BTC com cimento

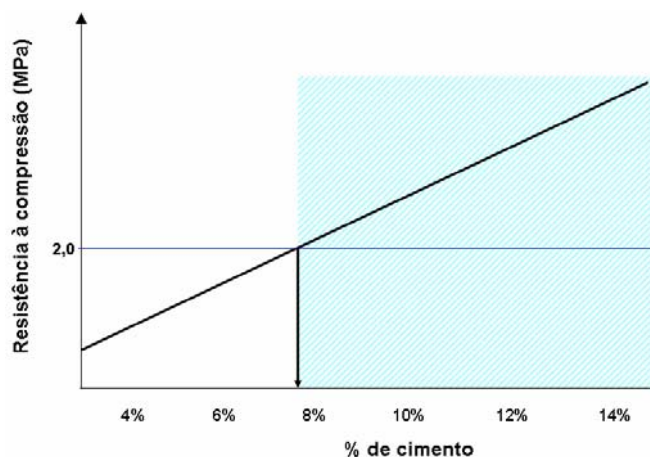
CARACTERÍSTICA	N ° EXEMPLARES	EXIGÊNCIA NBR 8491	
Variação dimensional	-	± 3 mm	
Resistência à compressão	10	valor médio	≥ 2,0 MPa
		valor individual	≥ 1,7 MPa
Absorção de água	3	valor médio	≤ 20%
		valor individual	≤ 22%

Estes limites geralmente são adotados como referências para avaliação de BTCs com outros aglomerantes, independente do seu tipo.

DOSAGEM

Para determinar o teor adequado de cimento a ser adicionado à terra, deve-se realizar um estudo de dosagem. Recomenda-se fabricar, no mínimo, 20 BTCs com três diferentes composições de cimento e terra (em volume) que podem ter as proporções, por exemplo, de **1:10; 1:12; 1:14**.

Em laboratório, realizar o ensaio de resistência à compressão (10 unidades) e de absorção de água (3 unidades) e identificar a proporção que atende aos parâmetros de controle indicados na tabela 2, através da interpolação dos resultados.



Exemplo de interpolação de resultados para definir a dosagem do BTC

O teor de cimento a ser adotado deve atender aos critérios de resistência à compressão e de absorção de água.

Tabela 3 – Cálculo de material para fabricação de BTC com cimento

Consumo de material por m ³ de solo-cimento compactado	Proporção de material em volume			
	1:10	1:12	1:15	1:18
• cimento	230 kg	190	150	125
• terra	1,6 m ³	1,6 m ³	1,6 m ³	1,6 m ³
% de cimento em massa	11%	9,5%	7,5%	6,5%
% de cimento em volume	9%	7,5%	6%	5%

valores adotados: massa unitária do cimento: 1420 kg/m³
 empolamento de terra: 1,6
 densidade máxima da terra: 1800 kg/m³

6 – Adobe

Produção e produtos

1 - Produção

A produção de tijolos de adobe (terra crua), descreve o modo mais simples de manufacturar materiais de construção. A história, a geografia e as técnicas de produção de adobe mostram um largo registo de variantes. Assim os esquemas de produção apresentados em detalhe podem ser múltiplos e infinitos. Os adobes podem ser produzidos a partir de uma terra no estado líquido ou de uma terra no estado plástico, com ou sem moldes de concepção muito diversas. O estado plástico permite ainda a produção por extrusão.

Terminado o procedimento de produção e contrariamente aos blocos de terra comprimida e taipa, o adobe é um produto maleável e frágil. A secagem de cada bloco individualmente é necessária, pelo que a área de produção terá de ser muito vasta. Se existir a mecanização, em primeiro lugar existirá a extracção seguida da mistura e da moldagem em último lugar.

2 - Produtos

As formas possíveis de adobe são múltiplas, mas o catálogo é bastante inferior ao dos blocos de terra comprimidos.

A técnica de produção de adobe impõe formas maciças.

3 – Períodos de produção

Cada técnica e cada região do mundo avaliaram os constrangimentos próprios da produção. A secagem dos adobes está dependente dos favores do clima, e da pressão maior ou menor que este oferece. Dessa forma a produção dos adobes cessa durante os períodos frios e chuvosos, assim como nos períodos extremos de calor. Muitos “telheiros” ou locais de fabrico de adobe eram instalados em terrenos nas margens de rios e exploravam o material depositado pelas cheias. Estas localizações eram porém pouco eficazes, visto que as cheias obrigavam à diminuição periódica da zona de secagem – a eira.

4 – Equipas e rendimento

O tamanho das equipas e o seu rendimento e extraordinariamente variável. Os rendimentos apresentados em anexo cobrem todas as operações e incluem ainda a extracção e armazenagem.

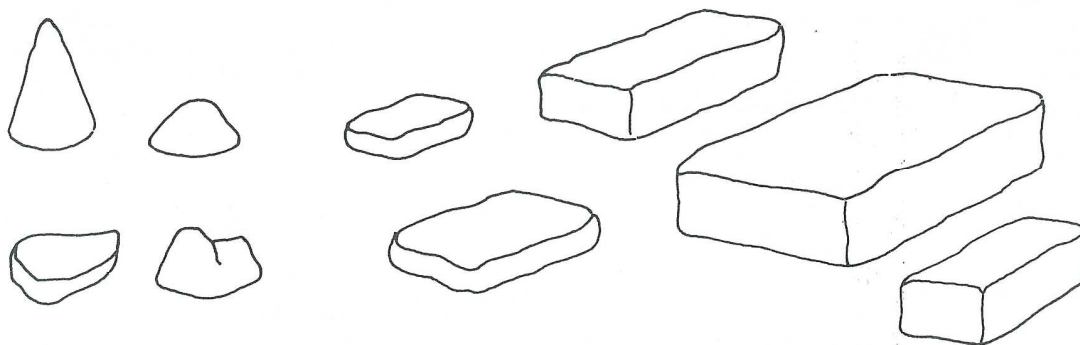
ÁGUA	ADOBE Terra	ESTABILIZADOR
Captação	Extracção	Escolha
Reservatório	Arrumo Depósito	Depósito
	Dosagem	Dosagem
	Mistura Húmida	
	Moldagem	
	Cura	
	Secagem	
	Armazenagem	

Notas

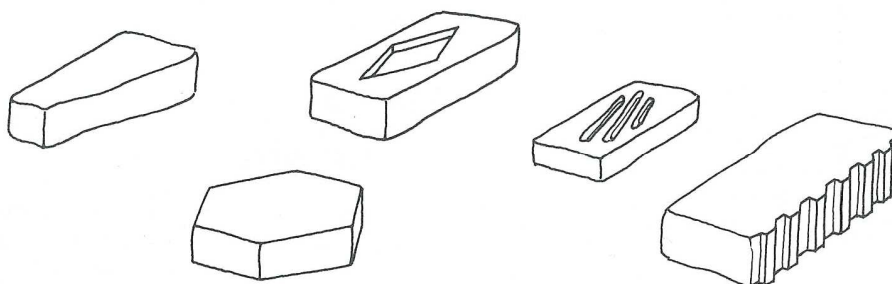
- O esquema de produção anexo descreve a manufactura clássica de adobes estabilizados com betume (emulsão, cut-back)

*Algumas das operações descritas são imprescindíveis para a estabilização.

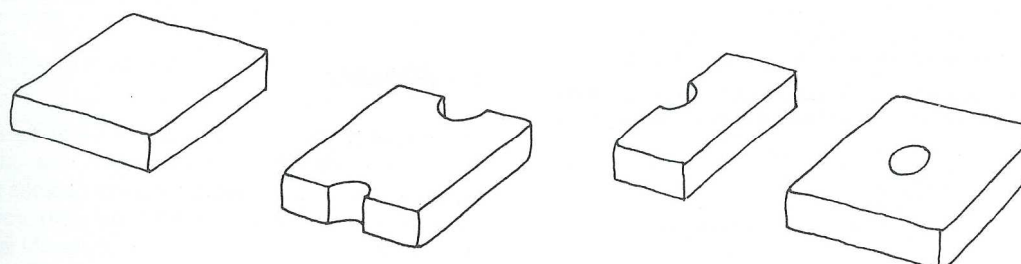
	PRODUÇÃO POR DIA	N.º DE TRABALHADORES	CUSTOS em Francos F.
Mecanizada	20 000	5 a 6	3 000 000
Semimecanizada	10 000	5 a 6	500 000
Manual – melhorada	2 500	4 a 5	0
Manual	500	4 a 5	0



Tijolos de adobe clássicos: eles podem ser manufacturados á mão, sem molde, e forma variável, cónica ou cilíndrica, piriforme ou cúbica. Eles podem ser manufacturados em moldes de madeira ou mecanicamente; as formas possíveis são agora prismáticas, cúbicas ou paralelepípedicas e as suas dimensões muito variáveis com comprimentos entre os 25 e os 60 cm.



Tijolos de adobe especiais: eles podem ser empregues de uma forma clássica, extraordinária ou criados especialmente para uma determinada função. É o exemplo das grelhas para ventilação, dos adobes para a construção de cúpulas e abóbadas de forma a melhorar a aderência nas juntas, dos adobes de fecho ou dos decorativos etc...



Tijolos de adobe parasísmicos: Devido á sua forma especial, eles podem ter um comportamento parasismico. Outros devido á seu desenho adaptado, permitem a integração de sistemas estruturais parasísmicos nas alvenarias, do tipo estruturas verticais, cintagens horizontais etc...

Preparação da terra

A terra a utilizar na produção de adobes deve ter uma textura argilosa ou muito siltosa mas ao mesmo tempo com grande coesão. A extracção da terra seca ou húmida é uma tarefa pesada, para realizar esta coesão. Os sítios de extracção são sobretudo pantanosos e lamacentos. A preparação da terra, da forma tradicional é igualmente penosa e realizada com os pés. A preparação deve ser cuidadosa de forma a garantir uma boa qualidade de adobes. Existem hoje em dia outros meios de preparar a terra, alguns deles mecanizados. Os meios intermédios, entre o manual e o mecanizado, utilizavam muitas vezes animais de carga. Os outros meios de preparação, são evidentemente mais caros.

DESFIAR A PALHA

À terra é frequentemente acrescentado fibra vegetal, geralmente palha. Os talos são cortados com o auxílio de instrumentos cortantes. Mas existem no mercado instrumentos de picar ou desfiar palha, manuais ou motorizadas, que podem debitar grandes quantidades de palha ou de outras fibras em talos de 1 a 30 cm. O preço referencial destes instrumentos é de 10 000 Francos Franceses mínimo, em versão manual, e de 15 000 FF em versão motorizada. Os instrumentos de picar e desfiar palha, podem ainda ser empregues para preparar resíduos vegetais destinados aos digestivos de metano.

AMASSAR A TERRA

1 - Animais

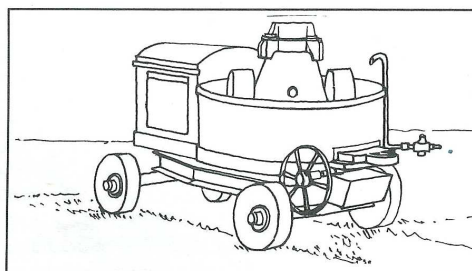
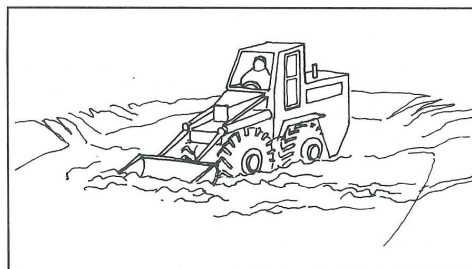
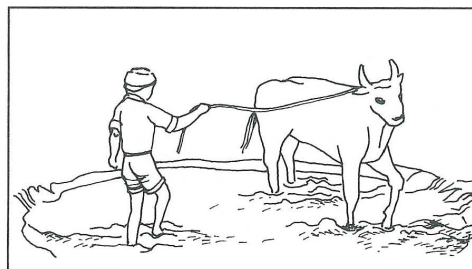
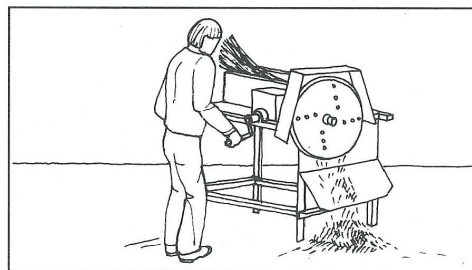
A preparação da terra exige um longo amassar. Em numerosas regiões, este trabalho é realizado por animais que pisam em círculo a área de trabalho, esmagando a terra com as patas. Eles podem ser burros, mulas, bois, cavalos etc.

2 - Máquinas

O material pode ser amassado numa fossa com a ajuda de máquinas: retroescavadora, tractor, etc. que podem ao mesmo tempo extrair, misturar e transportar o material. A fossa ou buraco (zona de trabalho), deve conter o fundo estável em areia e um acesso em declive. O espaço para manobra da máquina deve ser o suficientemente largo. As quantidades de misturas possíveis com máquina são enormes na ordem dos 10 m³/h.

3 - Mós

O amassar pode ser ainda efectuado com o auxílio de mós. Elas podem estar incluídas em recipientes curvos e motorizados ou puxados por animais sobre uma área: um veículo de duas rodas, pode convir, mas deve-se evitar que as bandas de rolamento afastem a terra após o esmagamento, de forma que esta possa ser constantemente triturada. Os sistemas com mós improvisados não custam quase nada, e as misturadoras de mós custam na ordem dos 20 000 Francos Franceses; este tipo de instrumento é muito pesado e o rendimento ronda os 7 m³/dia.



MISTURAR

1 – Misturadoras verticais

As mais correntes são construídas com meios rudimentares, algumas pranchas e prumos, cordas, cabos em ferro, etc. A misturadora pode ser accionada por um animal: a alavanca terá de Ter ao menos 2,5m de altura e o animal não pode trabalhar para além de 5h/dia. Existem ainda misturadoras verticais mecanizadas que custam cerca de 20 000 FF. A sua construção deve ser muito sólida. Os rendimentos normais são na ordem dos 10 m³/dia.

2 – Misturadoras de rebocos

Com as misturadoras é necessário trabalhar mais no lado líquido que plástico, caso a terra não seja muito sólida. O rendimento quotidiano deste tipo de misturadora é na ordem dos 8m³/dia. O custo situa-se a partir dos 15 000 FF.

3 – Misturadoras lineares

Elas são correntemente utilizadas nas unidades de produção de grande e pequeno rendimento. Existem inúmeras variantes: com eixo simples ou duplo, em trabalho contínuo ou descontínuo. Elas podem ser de construção pesada ou ligeira. Os rendimentos são muito importantes e a terra lamacenta pode ser derramada numa fossa de espera ou armazém. As mais pequenas misturadoras lineares custam á volta de 15 000FF e o seu débito é de 4 a 5 m³/dia. As grandes misturadoras herdeiras da indústria cerâmica podem custar mais de 100 000 FF e render mais de 50 m³/dia.

4 – Betoneiras

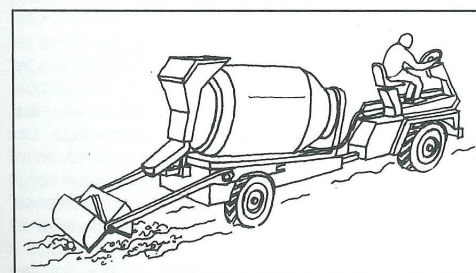
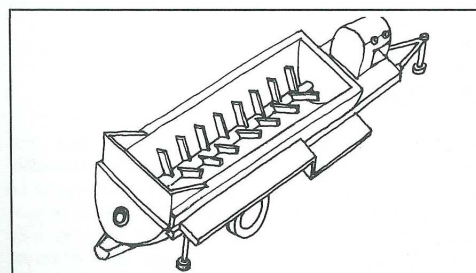
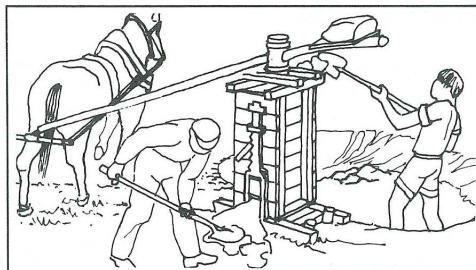
Embora pouco aconselhadas, as betoneiras clássicas de betão, com cuba inclinada podem por vezes ser utilizadas. Os seus rendimentos são fraco e a mistura produzida pouco homogénea e granulosa. A vantagem principal é a grande variedade de modelos: pequenos a grandes, adaptáveis a um reboque de tractor, camião ou máquinas especiais sobre rodas.

5 – Hélices

É igualmente possível trabalhar em pequenas quantidades com o auxílio de cubas munidas de uma hélice do tipo como as utilizadas nas pinturas ou em gessos. É ainda possível preparar 50 litros de mistura em 10 minutos em amassaduras sucessivas. Necessita é evidente de uma solução de sorte que funcione muitíssimo bem.

6 – Misturadoras planetárias

Este género de misturadora convém perfeitamente para a preparação da lama, mesmo se ela for misturada com fibras vegetais. As mais pequenas com um volume de amassadura de 100 litros custam cerca de 30 000 FF e rendem cerca de 10 m³/dia.



produção manual

PEQUENA ESCALA

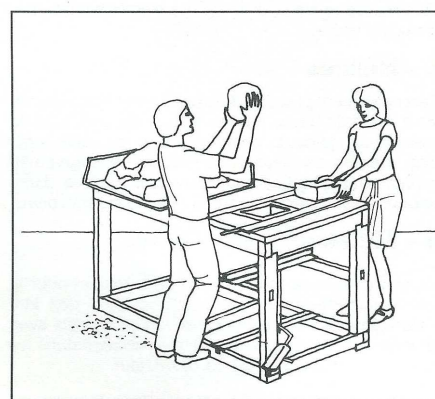
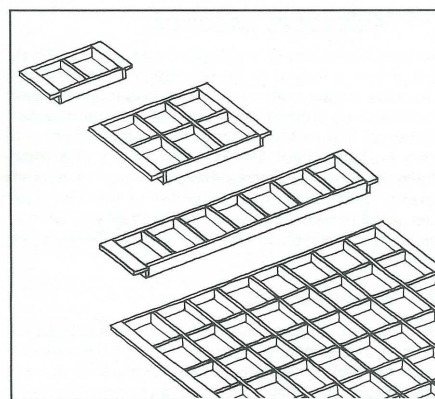
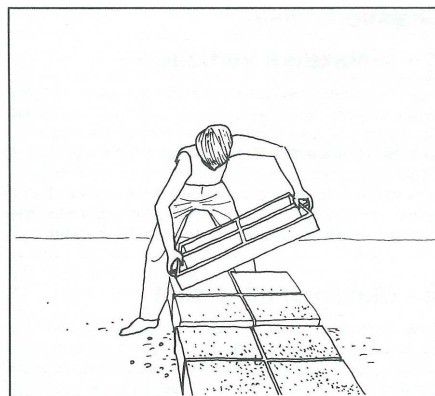
É possível produzir os adobes com ou sem molde. É possível observar-se ainda no mundo modos de produção muito primitivos em formatação manual. Os adobes assim produzidos não são muito bonitos e os muros com eles construídos pouco sólidos. É preferível empregar moldes de forma prismática. A formatação ou moldagem manual exige uma terra pastosa nem sólida nem mole.

1 – Pasta semi – mole

A pasta introduzida no molde é ligeiramente trabalhável à mão e após a remoção do molde também. Para o remover facilmente o molde deve ser próprio e previamente molhado. Para esta técnica de “golpe de água”, o fio de água que adere ao molde facilita a remoção. Os moldes mais vulgares são constituídos por um compartimento único, de todas as dimensões até 60 cm de comprimento, para os adobes mais pesados. Podem ainda ser moldes de compartimentos múltiplos: que permitem a manufatura de quatro adobes simultaneamente. Estes moldes são construídos em ferro ou em madeira, existindo ainda em plástico. Os adobes após a secagem, apresentam sempre uma retracção de volume importante e sua qualidade e dimensões devem ser cuidadas e controladas nas dimensões do molde.

2 – Pasta semi – sólida

Para obter adobes de melhor qualidade, mais densos e resistentes, é preferível trabalhar com uma pasta semi sólida. A técnica porém é diferente e o molde é próprio, encharcado em água previamente de revestido no interior com areia depois. Para esta técnica do “golpe de areia”, uma quantidade de terra determinada é grosseiramente transformada em bola, enrolada em areia e posteriormente atirada com força dentro de um molde de compartimento único. A bola é então comprimida ao punho dentro do molde sem esquecer os cantos e alisada na face com uma régua em madeira. Só a terra enrolada ou revestida de areia adere perfeitamente às paredes do molde facilitando a sua remoção. Os moldes possíveis para este tipo de técnica são diversos, com ou sem fundo. O adobe é removido do molde na zona de secagem. Esta técnica obriga a armazenar a terra próxima da zona de moldagem e devem estar disponíveis mais que um molde. É preferível trabalhar sobre uma mesa. Existem mesmo mesas com moldes incorporados e alavanca de remoção: o adobe deve ser transportado para secar numa prancha, que pode ser o fundo do molde. A firma ITDG comercializa este tipo de mesas (13 000 FF) e difunde os planos. O rendimento de moldagem é na ordem do 500 adobes/dia.



GRANDE ESCALA

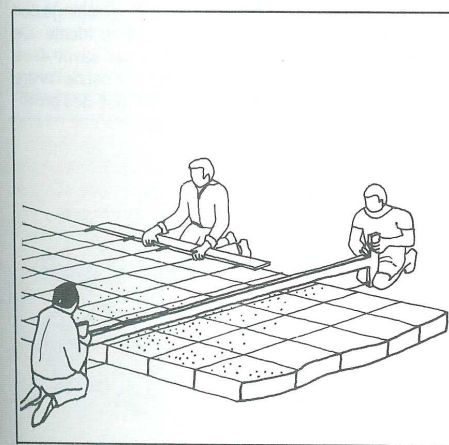
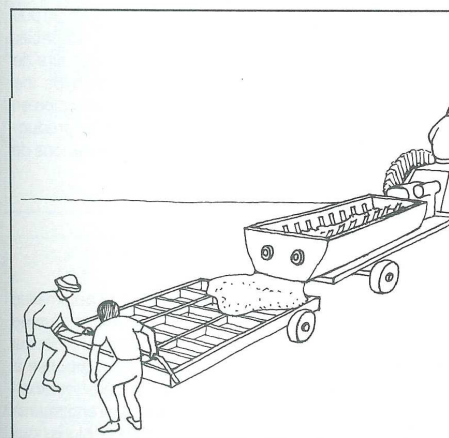
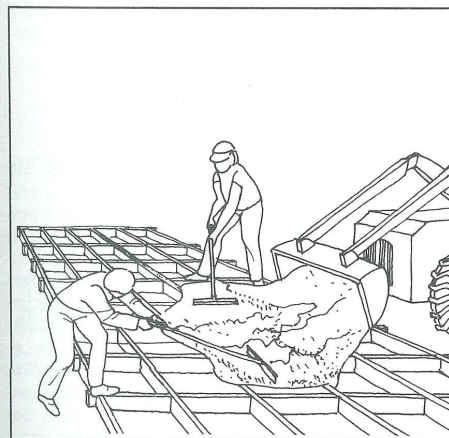
Para um processo de produção organizada, a técnica varia consideravelmente.

1 – Moldes múltiplos

Estes podem ser moldes do tipo conjunto – que serão justapostos – ou de grandes moldes paralelepípedicos subdivididos. A terra deverá preencher todo o molde e ser mais líquida ao estado de pasta mole. Se não existir esta mudança de estado hídrico, a preparação ao menos deve ser idêntica. A terra é derramada sobre os moldes, em carrinho de mão com a ajuda de um Dumper, Buldozer ou mesmo directamente da misturadora móvel, ou após transporte em camião. A terra é nivelada com raspadeira que permite repartir igualmente o material nos moldes, em todos os cantos. Pode-se esperar algum tempo até à remoção dos moldes, no entanto o mesmo pode ser quase imediato. A operação recomeça, mas os grandes moldes devem ser previamente lavados, por imersão, aspersão ou sobre pressão, a limpeza dos moldes e a sua molhagem prévia são imperativos para garantir uma boa qualidade de adobes. Os moldes são preferencialmente em madeira ou em plástico, mais que em ferro, devido ao peso. Eles devem ainda ser fáceis de manipular, por duas pessoas no máximo. A madeira deve ser dura e tratada para resistir à água, afim de evitar deformações ou degradação da mesma. O rendimento obtido com este tipo de moldes vão de 8 000 a 10 000 adobes/dia, com equipas de 5 a 6 trabalhadores.

2 – Adobes cortados

É possível fabricar um adobe de grande dimensão – 4 m² – com um molde de 4 pranchas de 2 metros. Com o emprego de uma pasta de terra mole. Este adobe enorme é posteriormente cortado em pequenos adobes, por serração com o auxílio de um fio tenso sob um suporte em madeira, ou com uma prancha em serra numa das extremidades em todo o seu comprimento. O rendimento é similar ao procedimento anterior dos moldes múltiplos. O investimento é muito fraco mas os adobes apresentam um melhor acabamento. A zona de moldagem deve ser completamente plana.



Produção mecanizada

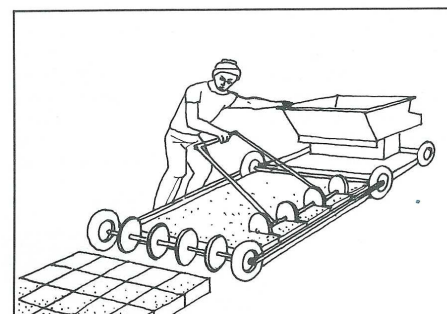
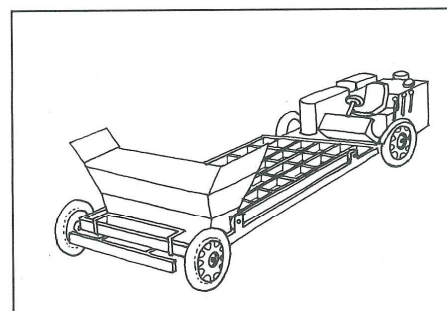
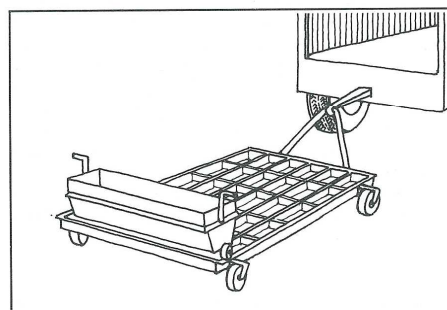
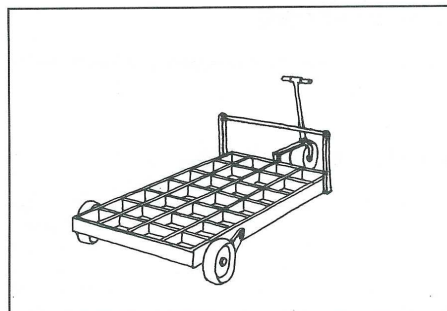
A distância a transpor entre o processo de produção em grande escala de moldes múltiplos e a mecanização não é muito importante.

1 – Grelha de moldes

Um molde metálico com compartimentos múltiplos é fixo sobre um chassi com rodas. O sistema de alavanca eleva o molde após o preenchimento com terra, ficando os adobes depositados sobre o solo. O molde sobre rodas é removido para uma área distinta, onde recomeça de novo a operação. O carrinho do molde deve ser lavado todas as vezes que se recomeça de novo. É ainda possível adaptar uma caixa/funil e móvel sobre o molde, que poderá ser cheia de terra por um Dumper. A pasta em terra amolecida é revertida sobre o molde e a caixa/funil move-se sobre a grelha enchendo os compartimentos e removendo ao mesmo tempo o excesso de terra á superfície, nivelando através da á adaptação de uma raspadeira ao aparelho. As taxas de produção normais são da ordem dos 7 000 a 10 000 adobes por dia. Este sistema foi desenvolvido de uma forma sofisticada pela grelha Hans Sumpf (Estados Unidos da América), que foi concebida como uma unidade autónoma. Os rendimentos neste caso chegaram aos 20 000 adobes/dia. Os adobes são colocados sobre um plástico ou papel impermeabilizante, que é desenrolado no solo ao mesmo tempo, numa área de produção de dimensões gigantescas. O emprego deste tipo de máquina exige toda uma instalação de produção em massa para acompanhar esta capacidade de produção. O investimento total é na ordem de alguns milhões de Francos Franceses.

2 – Grelha de discos

O procedimento de cortar ao fio pode ser automatizado e o fio ou serra podem ser substituídos por discos. Uma caixa/funil é colocada no topo de uma grelha rectangular rolante, preenchendo uma área contínua com pasta de terra de terra mole, que irá ser cortada por um sistema de discos móveis nos dois sentidos, longitudinal e transversal. Os rendimentos são elevados e na ordem dos 15 000 adobes/dia, para um investimento de baixo custo. A área de produção terá de ser completamente plana e devidamente preparada, a mistura terá de estar homogénea e a consistência no ponto ideal. Este princípio de produção exige um conhecimento próprio e experiência. O custo desta máquina é na ordem dos 30 000FF. Não se conhecem hoje em dia protótipos que se assemelhem tão promotores como este.



3 – Extrusão

A fabricação de adobes por extrusão oferece possibilidades múltiplas de grande interesse. Aplicada à produção de adobes, a extrusão pode ser desenvolvida em três principais procedimentos:

1 – Extrusão vertical

Esta misturadora vertical é equipada com uma saída de extrusão. Este sistema pode ser motorizado ou pode funcionar accionado pela força de um animal. Este procedimento quase não é utilizado nos nossos dias mas é de qualquer modo bastante interessante. O custo de um motor eléctrico ronda os 20 000 FF. E os rendimentos podem chegar aos 1 500 adobes/dia, com uma misturadora de pequena dimensão que pese cerca de 500 Kg. As unidades mais importantes estão hoje em dia a ser fabricadas pela firma Ceratec.

2 – Extrusão horizontal

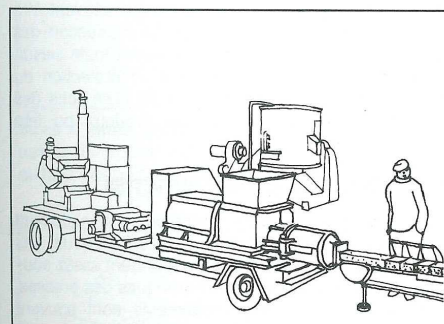
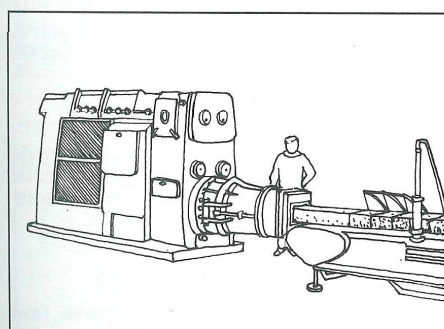
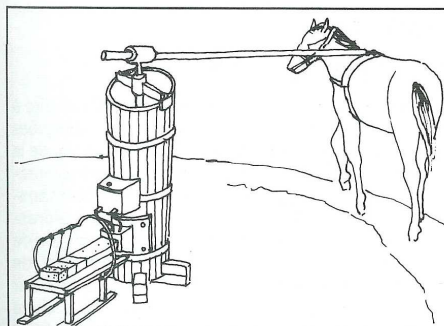
Herdeira da indústria cerâmica, este procedimento é correntemente empregue nos Estados Unidos da América nos anos 40, e ainda hoje na Índia. O investimento é pesado mas o sistema é eficaz. Obtém-se a mesma cadência e sequência que na indústria cerâmica, para o fabrico dos tijolos ou produtos equivalentes. A terra para o adobe deverá no entanto ser mais arenosa que a utilizada para o fabrico de tijolos. O sistema é muito abrasivo e deve-se prever um grande desgaste à superfície de fricção.

3 – Extrusão móvel

Existem hoje em dia unidades de extrusão, móveis montadas sobre chassis com rodas. Estas são máquinas pesadas, com uma tara de cerca 30 Toneladas, agrupadas a uma misturadora, a um motor eléctrico e uma máquina de extrusão. Algumas unidades deste tipo são operacionais para a produção de tijolos mas podem também produzir adobes. O investimento é da ordem dos 2 500 000 FF, para rendimentos da ordem dos 2 500 a 3 00 adobes/hora.

4 - Prensa

As mesas de moldagem clássicas podem ser substituídas por prensas. O estado hídrico da terra é diferente: pasta semi sólida ou sólida. A pressão necessária não deve ultrapassar os 20 bars. O tampo é provido de um ou mais tubos de entrada com 10 mm de diâmetro para facilitar a extrusão de forma a não ser demasiada. Por vezes uma prancha é introduzida no molde, sobre o qual é aplicado terra. Após a prensagem, a injeção permite agarrar a prancha e transportar o adobe para a secagem. Os rendimentos são muito mais elevados para o adobe que para os blocos de terra comprimidos (BTC).



Preparando La mezcla de tierra, paja y agua



Fabricación manual con molde de madera de dos adobes
(Andes Centrales, Argentina)



Adobes cuadrados para muro reforzado (Sistema ININVI, Peru)



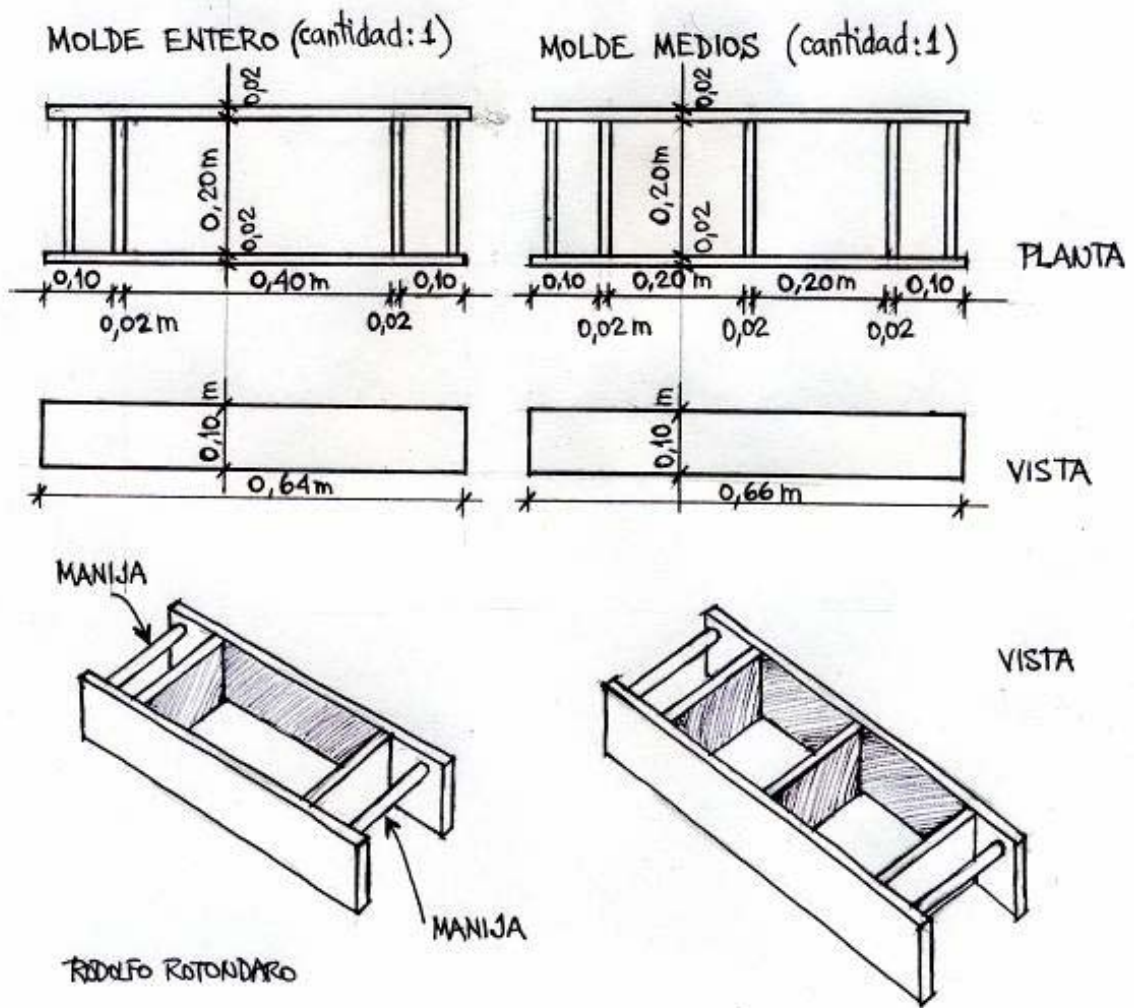
Moldes rectangulares y cuadrados (para dos adobes)

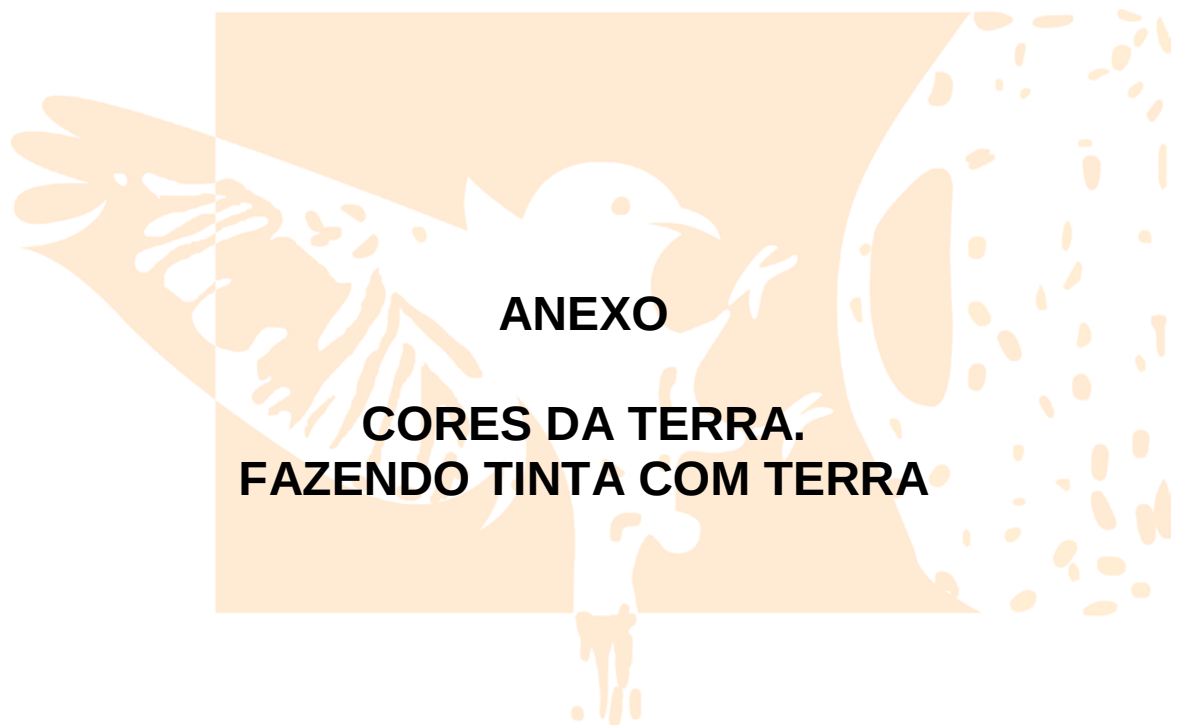


Area de fabricación y secado



moldes / fôrmas





ANEXO

**CORES DA TERRA.
FAZENDO TINTA COM TERRA**



Fazendo tinta com terra



Viçosa-MG
2007

Autores (em ordem alfabética):

Anôr Fiorini de Carvalho

Letícia de Melo Honório

Marcelo Rodrigues de Almeida

Paulo César dos Santos

Pedro Eugênio Quirino

Expediente:

Universidade Federal de Viçosa – Depto. de Solos

Pró-Reitoria de Extensão e Cultura

Programa TEIA

Projeto Cores da Terra

Equipe do Projeto Cores da Terra:

Coordenação: Prof. Anôr Fiorini de Carvalho

Prof. Eduardo de Sá Mendonça

Fernando de Paula Cardoso– estudante arquitetura e urbanismo

Pedro Eugênio Quirino - Tintor

Paulo César dos Santos - Tintor

Letícia de Melo Honório – estudante geografia

M^a da Penha de Queiroz Almeida – Igreja N.S.Imaculada Conceição

Athaulpa Nazareth – estudante agronomia

Tintores em Viçosa (MG)

Sr. Pedrinho: (31) 38923167

Paulo (31) 38927152



**Ministério da
Educação**

INDICE

	página
Para a fabricação da tinta com terra você precisa ter em mãos	4
Dicas de coleta e preparo da terra	5
Preparo da tinta com cola branca	6
Preparo da superfície para receber a pintura com a tinta Cores da Terra	7
Aplicação da tinta Cores da Terra feita com cola branca	7
Preparo da tinta com cola branca, cal de pintura e óleo de linhaça.....	9
Preparo da tinta Cores da Terra com GRUDE.....	10
Modo de preparo do grude	10
Modo de preparo e aplicação da tinta feita com grude	12
Preparo da tinta para produção de TEXTURA e aplicação	13
Possíveis problemas que podem ocorrer com a pintura utilizando tinta convencional ou Cores da Terra	14

Projeto Cores da Terra

O Projeto Cores da Terra resgata e aperfeiçoa o uso tradicional de barro e outras técnicas para produzir tintas para pintura de residências.

As tintas com as Cores da Terra podem ser preparadas com cola branca pura (cola de madeira), ou cola branca mais cal e óleo, ou grude (feito com polvilho azedo ou goma de tapioca). Entretanto, a tinta feita com grude deve ser aplicada somente em paredes e tetos de dentro de casa (interiores) que estejam secos e arejados, enquanto as tintas de cola branca podem ser aplicadas tanto dentro de casa (interiores) quanto fora de casa (exteriores).

Para a fabricação da tinta com terra você precisa ter em mãos:



- Terra, água e cola (cola branca ou grude);
- Uma enxada, enxadão ou cavadeira, uma pá e sacos ou latas para coletar a terra;
- Duas latas de dezoito litros para preparar e peneirar o creme de terra;
- Um galão (de 3,6 litros) para medir a terra;

- Dois baldes de plástico para diluir a cola ou preparar grude;
- Garrafas de plástico de refrigerante para serem cortadas e produzir vasilhas para testes de cores e colocar tinta para arremates e recortes.
- Uma balança para as medidas em peso;
- Vasilhas com medidas em litros para dosar a quantidade de água (copo de liquidificador ou medida de cozinha);
- Colher de madeira, VUPT-VUPT (veja na página 6) ou furadeira elétrica com uma ponteira misturadora para desmanchar a terra e bater a tinta;



- Peneiras com malhas de vários tamanhos (do tipo da peneira para areia fina ou peneiras usadas na cozinha) para peneirar a terra seca ou coar o creme de terra e produzir tinta média ou grossa;



- Saco branco alvejado (tipo pano de chão) ou meia de nylon (meia calça de mulher) para coar o creme de terra e produzir tinta fina;
- Escova de aço, vassoura piaçava e espátulas para a limpeza da superfície da parede;
- Rolo de lã baixa ou de espuma, ou brocha e trinças e pincéis para arrematar e retocar os cantos;

Dicas de coleta e

preparo da terra:

- Escolher terra de várias cores que podem ser encontradas em sua região; preparar pequenas quantidades de tinta e pintar um pedacinho da parede para escolher a cor que te agrada. Misture as tintas para obter diferentes tons;



➤ **ATENÇÃO:** Quando coletar a terra, cuide para não causar erosão, desbarrancar estradas e criar enxurrada que vai entulhar as ruas, casas e rios de quem mora abaixo. Preencha os buracos abertos e faça tapumes para segurar a terra. A beleza da sua casa começa com a beleza do meio ambiente em que ela está.

- Coletar a quantidade necessária para a pintura e para fazer retoques futuros;
- Tanto as terras argilosas quanto as arenosas podem ser usadas para fabricação de tintas;
- Para o preparo da tinta a terra tem que estar livre de sujeiras (pedras, raízes, etc.);
- A terra pode ser coletada tanto seca quanto úmida;
- Para guardar a terra por muito tempo é melhor secá-la, para evitar o mofo;

Preparo da tinta com cola branca

Ingredientes para fabricar, aproximadamente,
18 (dezoito) litros de tinta com cola branca:

- Pesar 8 (oito) kg ou medir 2 (dois) galões de terra seca. (Dê preferência para a terra seca. Se a terra estiver molhada, desconte a umidade);
- 4 (quatro) kg de cola branca, comprada a granel (conhecida como cola de madeira). **Observação:** Se for comprada uma cola branca de ótima qualidade, vendida em embalagens de 1 kg, geralmente com o dobro do preço, a quantidade pode ser reduzida para 2 (dois) kg. O custo final será o mesmo.
- 8 (oito) litros de água.

Modo de preparo:

- Colocar 6 (seis) litros de água em uma lata e adicionar 4 (quatro) kg de terra;
- Desmanchar a terra na água, destorroando e produzindo uma mistura com consistência de creme (um mingau de terra). Para isto você pode utilizar uma das maneiras abaixo:
 - Desmanchar com as próprias mãos, ou
 - Utilizar o VUPT-VUPT (cabo de vassoura pregado ou aparafusado a uma tábua do tamanho da lata que você movimentará para cima e para baixo, provocando um turbilhão entre a lata e as laterais da tábua – foto abaixo), ou
 - Uma colher de madeira grande, ou
 - Uma furadeira elétrica com um misturador adaptado (veja foto na página 4)



- Acrescentar os 4 (quatro) kg restantes de terra;
- Bater até alcançar a consistência de creme;
- Para obter uma tinta mais fina peneirar ou coar o creme;
- Para obter uma tinta mais grossa ou textura, não é preciso peneirar ou coar;

- Adicionar a cola ao creme de terra e bater bem;
 - Para evitar desperdício, lavar a vasilha de cola com 2 (dois) litros restantes de água e adicionar na tinta;
 - Bater até obter a consistência de creme. Quanto mais batida melhor será a sua consistência Depois de batida a tinta está pronta!
- Caso a tinta fique muito grossa ou muito rala, não se preocupe, isso depende do tipo de terra e será resolvido na aplicação (veja página 7).

Preparo da superfície para receber a pintura com a tinta Cores da Terra

- Antes de aplicar a tinta limpe bem à superfície a ser coberta. Certifique-se de que não há mofo, umidade, vazamentos ou infiltrações que possam comprometer a pintura.
- A tinta Cores da Terra não pode ser aplicada em paredes pintadas com cal que já formaram crostas. Ela umedece as crostas de cal e cai da parede. Faça a limpeza das crostas de cal com vassoura, escova de aço ou lixas.
- A tinta Cores da Terra não pode ser aplicada diretamente em paredes que já receberam pintura com tinta a óleo, esmalte ou tinta acrílica. Passe uma escova de aço ou lixa para retirar boa parte dessas tintas e criar porosidade.
- Depois de lixar é importante retirar a poeira com uma vassoura ou com um rolo de espuma umedecido em água. Em áreas externas pode-se lavar a parede com uma mangueira.



Aplicação da tinta Cores da Terra feita com cola branca:

- A tinta Cores da Terra pode ser aplicada com rolo de lã, de espuma ou brocha, de modo similar às tintas convencionais. Os rolos produzem uma pintura lisa na parede. Entretanto, o rolo de lã baixa é o que espalha melhor. Os rolos de espuma provocam o escorrimento da tinta e exigem muita habilidade do tintor. Os rolos especiais para textura produzem um bom efeito com tinta preparada com areia (veja o item pintura com textura na página 13). As brochas produzem uma textura com efeito rústico excelente, entretanto, são mais difíceis de usar.



- Para melhorar a aplicação é recomendável umedecer as paredes secas com um rolo molhado ou com uma mangueira logo antes de iniciar a pintura.
- A primeira demão deve ser aplicada da seguinte maneira:
- Se a tinta estiver com a consistência de vitamina de frutas (grossa) diluir 1 (um) volume da tinta para 1 (um) volume de água. Se estiver muito rala não é preciso diluir.
- A primeira demão de tinta de terra funciona como uma preparação para receber as outras demãos.

- Não se preocupe em cobrir na primeira demão. A parede vai parecer toda manchada. Esse fundo de tinta é muito importante para preparar a parede para receber as outras demãos.
- Esperar secar em torno de 3 (três) horas e somente depois aplicar as outras demãos.
- As outras demãos completam o cobrimento.
- Para a **segunda demão**, se a tinta estiver grossa, diluir na proporção de 2 volumes de tinta para 1 volume de água. Se a tinta estiver rala não é preciso diluir. Aplicar e esperar secar por no mínimo 3 (três) horas para pintar com a terceira demão.
- Aplicar as demais demãos até atingir a cobertura desejada. Respeitar sempre as 3 (três) horas de secagem.



- Os arremates e recortes dos cantos das paredes devem ser feitos com trinchas ou pincéis e manter a mão bem firme para não borrar.
- ***Uma lata de tinta Cores da Terra (18 litros) é suficiente para dar uma demão numa área que varia de 70 a 90m².***

Preparo da tinta com cola branca, cal de pintura e óleo de linhaça

A tinta preparada com cola branca, cal de pintura e óleo de linhaça tem algumas indicações:

- A tinta feita somente com cola branca cria uma camada que impermeabiliza a parede e, se houver umidade, a água não evapora e pode formar bolhas e crostas. A cal acrescentada à tinta faz com que a camada fique mais porosa e permite a transpiração da parede.
- O óleo de linhaça é secante e contribui para aumentar a durabilidade da tinta.

Ingredientes para fabricar, aproximadamente, 18 (dezoito) litros de tinta com cola branca, cal e linhaça:

- Pesar 8 (oito) kg ou medir 2 (dois) galões de terra seca. (Dê preferência para a terra seca. Se a terra estiver molhada desconte a umidade);
- 4 (quatro) kg de cola branca. Leia observações na página 6.
- 2 (dois) kg de cal de pintura.
- 150 ml de óleo de linhaça (um copo tipo americano).
- Na falta de óleo de linhaça, use somente a cal.

Modo de preparo:

- Colocar 150 ml. de óleo de linhaça em 2 (dois) kg de cal de pintura. Misturar para produzir uma farofa. Acrescentar 1 (um) litro de água para produzir um creme de óleo e cal. Obs: É importante misturar até que não seja observado o óleo na superfície.
- Tomar 3,5 (três e meio) litros de água e adicionar 4 (quatro) kg da terra;
- Desmanchar a terra na água, como explicado na página 6.
- Acrescentar mais 3,5 (três e meio) litros de água e a metade restante de terra (4 kg);
- Bater até alcançar a consistência de creme de terra;
- Adicionar o creme de cal ao creme de terra e bater bem;
- Para obter uma tinta mais fina peneirar ou coar o creme;
- Para obter uma tinta mais grossa ou textura, não é preciso peneirar ou coar;

- Acrescentar 4kg. de cola branca e misturar bem;
- Bater até obter a consistência de creme. Quanto mais batida melhor será a sua consistência Depois de batida a tinta está pronta!
 - Caso a tinta fique muito grossa ou muito rala, não se preocupe, isso depende do tipo de terra e será resolvido na aplicação (veja página 7).
 - A vasilha de cola pode ser lavada com um pouco de água e acrescentada no momento da aplicação caso a tinta fico muito grossa

Preparo da tinta Cores da Terra com GRUDE

A tinta Cores da Terra pode ser preparada com grude feito com Polvilho Azedo ou Goma de Tapioca. Para fazer 10 (dez) litros de grude são necessários os seguintes ingredientes:

- 600 g (6 xícaras) de polvilho azedo (goma de tapioca);
- 100 g (uma xícara) de soda cáustica em escamas, e
- 10 (dez) litros de água.

Modo de preparo do grude:

- **Atenção:** Soda cáustica é extremamente alcalina e corrosiva. Use luvas e óculos para se proteger;



- Colocar quatro 4 (quatro) litros de água num balde de plástico. Acrescentar a soda cáustica e misturar com colher de pau ou cabo de vassoura para diluir totalmente. Reservar esta mistura de soda.
- Não usar vasilha ou colher de metal, pois a soda corrói esses materiais;
- Peneirar bem o polvilho com peneira fina, para retirar os grumos que dificultam a produção de um grude fino, e pesar as 600 gramas;

- Colocar 6 (seis) litros de água em um balde. Acrescentar o polvilho azedo (ou farinha de tapioca) e misturar até obter uma mistura leitosa.



- Finalmente, aos poucos, acrescentar a mistura de soda no polvilho desmanchado em água, mexendo em movimentos circulares, até perceber que começa a engrossar. Esse é o **ponto de viragem** do grude. Pare de acrescentar a mistura de soda e continue mexendo para completar a formação do grude.
- Um grude de boa qualidade tem a consistência de melado de cana.



- Observação: Ao comprar soda caustica, leia o teor de pureza escrito no rótulo. As marcas mais fortes podem ter até 98% de pureza. As marcas mais fracas podem ter baixo teor de pureza ou não ter essa informação no rótulo.
- Observação: Se a soda usada tiver alto grau de pureza, a quantidade necessária para a viragem do grude vai ser um pouco menor do que as 100 (cem) gramas recomendadas acima. Se a soda tiver baixo grau de pureza, a quantidade vai ser um pouco maior do que a indicada acima. Portanto, ao preparar o grude, acrescente a soda bem devagar, pois logo que a mistura começar a engrossar você deve parar de acrescentar a soda.

Modo de preparo e aplicação da tinta feita com grude:

Para preparar aproximadamente 18 (dezoito) litros de tinta com grude você precisará de:

- 8 kg de terra;
- 10 (dez) litros de grude;

Modo de preparo:

- Colocar 10 (dez) litros de grude em uma lata e adicionar 4 (quatro) kg de terra;
- **Atenção:** Um grude bem feito com soda cáustica não queima as mãos. O polvilho corta o efeito da soda. Entretanto, dê preferência para bater a terra com a colher de pau, com o VUPT-VUPT ou com a furadeira elétrica para evitar dano em suas mãos.
- Desmanchar a terra no grude com uma das maneiras indicadas para produzir a tinta com cola branca (veja página 6).
- Acrescentar os 4 (quatro) kg restantes de terra aos poucos e bater bem, até obter a consistência de tinta. Quanto mais batida, melhor a consistência da tinta. Depois de batida a tinta está pronta!



Preparo da superfície para receber a pintura com a tinta Cores da Terra feita com Grude

- Seguir os mesmos cuidados de preparação conforme citado na pintura com a tinta Cores da Terra feita com cola branca (veja página 7).

Aplicação da tinta Cores da Terra feita com Grude:

- Aplicar a tinta feita com grude da mesma maneira que a tinta feita com cola branca. As tintas feitas com grude são um pouco mais fáceis de espalhar do que as tintas feitas com cola branca.

Preparo da tinta para produção de TEXTURA.

- Tomar uma medida de areia lavada. Peneirar a areia para homogeneizar a textura.
- Tomar uma medida de tinta Cores da Terra preparada com cola branca e misturar com a areia peneirada. Usar uma colher de pau ou a furadeira para misturar. O VUPT-VUPT não funciona nessa consistência.
- Não é preciso acrescentar nem água nem cola. Essa mistura já tem a consistência da textura.
 - Observação: não foi testada a produção de textura com tinta feita com grude.

Aplicação da TEXTURA

- Antes de aplicar a mistura de textura aplique uma demão da tinta Cores da Terra. Dê preferência para a mesma tinta que foi usada para preparar a textura.
- Esperar secar em torno de 3 (três) horas e, somente depois, aplicar a textura.
- Aplicar a textura com rolo apropriado para textura ou com brocha.
- Observação: existem vários tipos de rolo apropriados para aplicar textura no mercado. Todos esses rolos podem ser usados para aplicar a textura Cores da Terra.



Possíveis problemas que podem ocorrer com a pintura¹ utilizando tinta convencional ou Cores da Terra

Problema	Causas	Solução
Bolhas:	Aplicação de tinta sobre uma superfície úmida ou molhada ou com infiltração	• Se nem todas as bolhas baixaram remova-as, raspando e lixando as regiões comprometidas. Pinte com a cola (branca ou grude) para preparar a parede, espere secar para pintar novamente com a tinta de terra. • Se todas as bolhas baixaram elimine a fonte de umidade, raspe e lixe o local e aplique um selador antes de aplicar a tinta • Eliminar a fonte de umidade da parede.
Bolor:	Aparece, geralmente, em áreas úmidas ou que recebem pouca ou nenhuma luz do sol, como banheiros, cozinhas ou lavanderias.	Certifique-se de que o problema seja mesmo bolor, fazendo o seguinte teste: pingue algumas gotas de água sanitária sobre as manchas, se elas clarearem certamente trata-se de bolor. Em seguida, remova todo o bolor do local com a seguinte solução: 1 parte de água sanitária para 3 de água.
Descamação	• Desgaste natural do Tempo; • Uso de tinta de baixa qualidade, que oferece pouca adesão e flexibilidade; • Diluição exagerada da Tinta; • Inadequada preparação da superfície.	Remova todos os fragmentos de tinta com uma raspadeira ou escova de Aço e lixe a superfície.

AUTO ESTIMA
VOCÊ É QUEM PINTA !

¹ Fonte: modificado a partir do site: <http://www.mundocor.com.br> .

PROMOÇÃO E
ORGANIZAÇÃO

