

TERRA BRASIL 2018
Rio de Janeiro

Território e trabalho: a produção da arquitetura com terra no Brasil



Rede TerraBrasil

TERRA BRASIL 2018

Rio de Janeiro

Célia Neves
Fernando Cardoso
Rafael Maia
Organizadores

VII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil

Território e trabalho: a produção da arquitetura com terra no Brasil

Outubro de 2018
Rio de Janeiro - Brasil

Célia Neves
Fernando Cardoso
Rafael Maia
Organizadores

Fotos
Abricó | EMAU - UFRJ

TERRA BRASIL 2018
Rio de Janeiro

Ficha catalográfica

Divisão Técnica de Biblioteca e Documentação – UNESP/Bauru

720 C759

Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil (7.: 2018: Rio de Janeiro, RJ).

Anais [recurso eletrônico] do 7° Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, realizado no Rio de Janeiro, no ano de 2018; organizado por Célia Neves, Fernando de Paula Cardoso e Rafael Torres Maia. -- Rio de Janeiro: TerraBrasil/UFRJ, 2018

738 p.

ISSN 2178-1729

1. Arquitetura e construção com terra. 2. Técnicas construtivas. I. Neves, Célia. II. Cardoso, Fernando de Paula. III. Maia, Rafael Torres. IV. Título.

Ficha catalográfica elaborada por: Maristela Brichi Cintra CRB/8 5046

Rede TerraBrasil · Universidade Santa Úrsula · PUC Rio · UFRJ · EMAU ABC UFRJ · CNPq Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico · CAU/RJ Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Rio de Janeiro

TERRA BRASIL 2018

Rio de Janeiro

Os eventos TerraBrasil iniciaram-se no ano de 2006 (entre 4 e 8 de novembro), na cidade histórica de Ouro Preto - MG, quando ocorreu o TerraBrasil 2006 - I Seminário Arquitetura e Construção com Terra no Brasil juntamente com o IV ATP - Seminário Arquitetura de Terra em Portugal. Na ocasião, em resposta à política da Rede Ibero Americana de Arquitetura e Construção com Terra - PROTERRA (www.redproterra.org) de incentivo à criação de redes locais (nacionais) e devido ao sucesso do evento, foi criada a Rede TerraBrasil, agregando estudantes, profissionais, pesquisadores e demais interessados em fomentar o desenvolvimento da arquitetura e construção com terra no país. Também se deliberou pela realização dos eventos TerraBrasil a cada dois anos.

A segunda edição do evento, TerraBrasil 2008, já com seu nome atual Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil foi realizada em São Luiz - MA, juntamente com o VII SIACOT - Seminário Ibero- Americano de Construção com Terra, este um evento anual da Rede PROTERRA.

A partir de 2010, quando foi realizado o TerraBrasil 2010 - III Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, na cidade de Campo Grande - MS, o evento desvinculou-se de outros eventos internacionais, porém, continuou contando com participantes de outros países, notadamente da Argentina, Austrália, Colômbia, Peru e Paraguai, além do Brasil.

Em 2012 realizou-se o TerraBrasil 2012 - IV Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil na cidade de Fortaleza - CE, quando foi instituída uma comissão para discussão de uma proposta de norma brasileira para alvenaria de adobes, a ser encaminhada à ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas).

O TerraBrasil 2014 - V Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil foi realizado na cidade de Viçosa - MG, contando com o maior número de participantes até o momento, além da realização de grande diversidade de oficinas, aproveitando-se a variedade de solos disponíveis na região.

O TerraBrasil 2016 - VI Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, foi realizado em Bauru - SP, principalmente por ser uma localidade estratégica, considerando-se que se situa no centro geográfico do Estado de São Paulo, uma das regiões pioneiras mas que praticamente já perdeu a tradição de construção com terra.

O TerraBrasil 2018 - VII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, realizado na cidade do Rio de Janeiro de 30 de outubro a 2 de novembro, experimentou um novo formato - proposto por um grupo de trabalho integrado por membros da TerraBrasil em parceria com a comissão organizadora local - com o objetivo de criar mais espaços de debate em torno do tema da arquitetura e construção com terra no Brasil.

As principais características dos eventos TerraBrasil são: reunir trabalhos acadêmicos (artigos científicos e informes técnicos) e trabalhos técnico-profissionais (projetos e obras), para possibilitar o diálogo e a aproximação entre diferentes atores; realizar oficinas de sensibilização, nos dois dias anteriores às seções técnicas, para possibilitar intercâmbio de experiências e um primeiro contato dos iniciantes com as principais técnicas de construção com terra; e favorecer e estimular a participação de qualquer profissional envolvido ou interessado no tema arquitetura e construção com terra.

Prof. Dr. Obede Borges Faria
DEC/FEB e PPGARQ/UNESP-Bauru
Prof. M.Sc. Fernando de Paula Cardoso
IFMG - Ouro Preto/ Coordenador da Rede TerraBrasil

TERRA BRASIL 2018
Rio de Janeiro

ORGANIZAÇÃO

Comissão Organizadora

Coordenação geral

Prof. M.Sc. Arq. Fernando César Negrini Minto | USU - RJ
Prof. Dr. Eng. Marcos Martinez Silvoso | FAU - UFRJ

GT Rede TerraBrasil

Profa. Dra. Arqa. Akemi Hijioka | IFSP- Campus Registro - SP
M.Sc. Arq. Alain Briatte Mantchev | Arquitetura de Terra/ Rede TerraBrasil
Msc. Arqa. Ana Carolina Veraldo | Casa de Terra - MS
M.Sc. Arq. Anaïs Guéguen Perrin | Arcaterra - SP
Prof. M.Sc. Arq. Fernando César Negrini Minto | USU - RJ
Prof. M.Sc. Arq. Fernando de Paula Cardoso | IFMG
Arq. Flávio Pereira Dias Duarte | Biohabitate - MG
Profa. MSc. Arqa. Jaqueline do Vale | Centro Universitário Newton Paiva - MG
Prof. MSc. Arq. Leonardo Ribeiro Maia | Unit - SE
Msc. Arq. Rafael Torres Maia | TOAR Arquitetura - AL
Prof. Dr. Arq. Thiago Lopes Ferreira | IAU/USP - SP

GT Inscrições e credenciamento

Rafael Fogel | Estudante de graduação USU - RJ
Igor Bahiense Lopes Dias Raposo | Estudante de graduação USU - RJ
Daniel Morato | Estudante de graduação USU - RJ
Thaís Alexandre Käpsell | Estudante de graduação USU - RJ

GT Comunicação

Luísa Pflueger de Farias | Abricó - EMAU - UFRJ
Érika Petreca | Abricó - EMAU - UFRJ
Beatriz Quartarone | Abricó - EMAU - UFRJ
Rafael Hosana Arêas Pamplona da Fonseca | Abricó - EMAU - UFRJ
Bruna Ferreira Garritano | Abricó - EMAU - UFRJ
Yana Mitsu Franco Inoue | Arquiteta e urbanista
Lívia de Moraes | Abricó - EMAU - UFRJ
Gabriel Lemgruber Guedes | Estudante de graduação PUC - RJ
André Filipe Daemon Santos | Arquiteto e urbanista
Danilo Filgueiras de Barros Santos | Arquiteto e urbanista
Luisa Moreira Bogossian | Arquiteta e urbanista
Luisa Barbeito Nunes da Costa | Abricó - EMAU - UFRJ

GT Oficinas

Prof. Dr. Eng. Marcos Martinez Silvoso | FAU - UFRJ
Maria Eduarda Lessa | Abricó - EMAU - UFRJ
Gianelli Nazareth | Estudante de graduação FAU - UFRJ
Fabianna Vieira do Nascimento | Abricó - EMAU - UFRJ
Isabela de Sousa Freires | Abricó - EMAU - UFRJ
Beatriz Temtemples de Carvalho | Estudante de mestrado FAU - UFRJ
Clara Martins de Souza | Abricó - EMAU - UFRJ
Erick Santos de Mouros | Abricó - EMAU - UFRJ
João Pedro de Carvalho Cardoso | Abricó - EMAU - UFRJ
Edson de Lima Castilho Gouvêa | Abricó - EMAU - UFRJ

GT Organização do Salão Azul

Profa. Dra. Arqa. Eunice Bomfim Rocha | FAU - UFRJ
Profa. Dra. Enga. Reila Vargas Velasco | FAU - UFRJ
Beatriz Moussa de Medeiros | Abricó - EMAU - UFRJ
Julie Bruna Rodrigues Silva | Estudante de graduação FAU - UFRJ
Gustavo William Parreira Medeiros | Estudante de graduação FAU - UFRJ
José Nunes dos Santos | Estudante de graduação FAU - UFRJ
Carlos Alex Gomes Nascimento de Lima | Estudante de graduação FAU - UFRJ
Carlos Vinícius da Silva Dias | Estudante de graduação FAU - UFRJ

Comissão de organização geral

Profa. Dra. Arqa. Maíra Machado Martins | PUC - RJ
Prof. M.Sc. Eng. Thiago Thielmann de Araújo | USU - RJ

TERRA BRASIL 2018
Rio de Janeiro

ORGANIZAÇÃO

Prof. Dr. Arq. Fernando Betim Paes Leme | PUC - RJ
Prof. M.Sc. Arq. Luciano Rosa Alonso Alvares | PUC - RJ
Profa. Dra. Arqa. Iazana Guizzo | USU - RJ
Prof. M.Sc. João Carlos Laufer Calafate | USU - RJ
Marcio André Martins da Silva Araujo | Estudante de graduação USU - RJ

Comitê Científico

MSc. Enga. Célia Neves | PROTERRA/Rede TerraBrasil (coordenadora)
Dra. Arqa. Akemi Hijioka | IFSP- Campus Registro - SP
Prof. Dra. Ana Paula Milani | UFMS - MS
Prof. Dr. Quim. Andrea Cavicchioli | EACH/USP - SP
Profa. Dra. Andrea Naguissa Yuba | UFMS - MS
MSc. Arqa. Bianca dos Santos Joaquim | IAU/USP - SP
Profa. Dra. Arqa. Eunice Bomfim Rocha | UFRJ - RJ
Prof. Dr. Arq. Fernando Betim Paes Leme | PUC-Rio - RJ
Profa. Dra. Des. Ingrid Gomes Braga | UEMA - MA
Prof. MSc. Arq. Leonardo Ribeiro Maia | Unit - SE
Prof. Msc. Arq. Luciano Alvares | PUC-Rio - RJ
Prof. Dr. Arq. Marco Antônio Penido de Rezende | UFMG - MG
Prof. Dra. Arqa. Maria Virgínia Peixoto | UniBH - MG
Profa. Msc. Arqa. Marielle Rodrigues Pereira | UFT - TO
Profa. Dra. Arqa. Maristela Soliari da Silva | UFV - MG
Prof. Dra. Hist. Milena Fernandes Maranho | CEUNSP e UNIANCHIETA - SP
MSc. Arqa. Natália Lélis | UFMG - MG
Prof. Dr. Ing. Obede Borges Faria | UNESP/PPGARQ/FEB - Bauru – SP
Profa. MSc. Arqa. Regina Angela Mattaraia Delmonaco | UFPI - PI [in memoriam]
Profa. MSc. Arqa. Sandra Selma Barbosa Saraiva | UFPI - PI

Comitê de Exposição

Msc. Arq. Rafael Torres Maia | TOAR Arquitetura - AL (coordenador)
MSc. Arqa. Ana Carolina Veraldo | Casa de Terra - MS
Prof. MSc. Arq. André Falleiros Heise | Taipal construções em terra / FAU USF - Bragança Paulista - SP
MSc. Arqa. Cecília Heidrich Prompt | Margem Arquitetura / PosARQ - UFSC - SC
Profa. MSc. Arqa. Jaqueline do Vale | Centro Universitário Newton Paiva - MG
MSc. Arq. Márcio V. Hoffmann | TAIPAL construções em terra - SP
Arq. Michel Habib Ghattas | Mhbioarquitetura - SP
Prof. Dr. Arq. Thiago Lopes Ferreira | IAU/USP - SP

Rede TerraBrasil

A Rede TerraBrasil foi criada em agosto de 2007 como uma coletividade de cooperação técnica que promove a arquitetura e construção com terra no Brasil, através de atividades para o desenvolvimento, a disseminação e a transferência de tecnologia, entre outras ações, além da geração de diversas publicações.

Coordenação TerraBrasil 2007 – 2013
M.Sc. Eng.ª Célia Neves | PROTERRA/Rede TerraBrasil

Coordenação TerraBrasil 2013 – 2015
M.Sc. Arq. Márcio Vieira Hoffmann | Fato Arquitetura / Taipal

Coordenação TerraBrasil 2015 – 2017
Dr. Arq. Marco Antônio Penido de Rezende / UFMG

Coordenação TerraBrasil 2017 – 2019
M.Sc. Arq. Fernando de Paula Cardoso / IFMG

Conselho Consultivo 2018 – 2020
Dr. Marco Antônio Penido de Rezende | UFMG
M.Sc. Anaïs Guéguen Perrin | Arcaterra
Arq. Flávio Pereira Dias Duarte | Biohabitate

Rede TerraBrasil

OFICINAS

CONHECENDO A TERRA

Seleção e Caracterização de Solos

Objetivo: Colocar os participantes em contato com o material terra, para compreender suas propriedades, diferenças de comportamento e aplicações mais adequadas por meio de ensaios laboratoriais e testes de campo.

Teste Carazas

Objetivo: Avaliar os estados da terra adensada em diferentes níveis de umidade para identificar os níveis de umidade mais adequados para cada terra e técnica de construção.

CONSTRUINDO COM TERRA

Técnica Mista

Objetivo: Transmitir conhecimentos sobre o uso da terra como material de vedação (não portante), sustentada por estruturas construídas com diferentes materiais de origem vegetal.

Adobe

Objetivo: Transmitir conhecimentos sobre a técnica de fabricação de adobes, iniciando-se pelo manejo da terra no estado plástico até a produção dos elementos construtivos, bem como a sua utilização na construção de vedação in loco.

Taipa de pilão

Objetivo: Transmitir conhecimentos sobre a técnica de compactação da terra em fôrmas através da construção de parede in loco.

Terra ensacada

Objetivo: Transmitir conhecimentos sobre a técnica de construção de paredes por meio do preenchimento e compactação da terra em sacos ou tubos longos de propileno.

Bloco de Terra Comprimida (BTC)

Objetivo: Transmitir conhecimentos sobre a técnica de fabricação de BTC, iniciando-se pelo escolha da terra apropriada até a produção dos elementos construtivos, bem como a sua utilização na construção de vedação in loco.

Revestimentos

Objetivo: Transmitir conhecimentos sobre a composição, preparação e aplicação de revestimentos em vedações de terra.

Tintas

Objetivo: Transmitir conhecimentos sobre o processo de preparação de pigmentos de solos, produção de amostras de tintas e aplicação em superfícies de alvenaria.



TERRA BRASIL 2018
Rio de Janeiro

MESAS REDONDAS

Território, tecnologia e trabalho
João Marcos Lopes - IAU-USP e Normando Perazzo Barbosa - UFPB
Dia 30 de outubro

Matéria, material e processos pedagógicos
Maria Amélia D. F. D. Leite - PUC - Campinas e Ney Ribeiro Nolasco - IFMG Ouro Preto
Dia 31 de outubro

O futuro da arquitetura e construção com terra no Brasil
Marcelo Cortés (Chile) e Natália Lelis
Dia 1 de novembro

TERRA BRASIL 2018
Rio de Janeiro



ÍNDICE

ARTIGOS CIENTÍFICOS E INFORMES TÉCNICOS

Materiais, técnicas construtivas e linhas de produção 15
Patrimônio e valorização: saberes, conhecimentos e técnicas 196
Culturas construtivas: tempo, território, cosmologia e organização social 272
Arquitetura contemporânea: trabalho, produção e inovação 310
Processos de ensino e aprendizagem 384
Políticas públicas e projetos de interesse social 493

PROJETOS E OBRAS 538

MATERIAIS, TÉCNICAS CONSTRUTIVAS E LINHAS DE PRODUÇÃO

ARTIGOS CIENTÍFICOS

Avaliação do ciclo de vida de compósitos solo-cimento-fibras de sisal considerando diferentes distâncias de transporte 16
Adriana P. S. Martins, Lucas R. Caldas, Rayane L. M. Paiva, Romildo D. Toledo Filho

Biodeterioro por abejas silvestre en construcciones con tierra de la región litoraleña argentina 27
Carolina De Greef, Gabriela Cilla, Guillermo Rolón

Avaliação pós-ocupação de uma edificação em solo-cimento após 27 anos de uso 34
João Mário de Arruda Adrião, Jane Eliza de Almeida Lacombe

Classificação e peculiaridades dos solos tropicais e suas influências como material de construção 43
Jaqueline Leite Ribeiro do Vale, Marco Antônio Penido de Rezende, Hyago Felipe da Cruz Silva, Matheus Gomes Zarista, Christopher de Paula Alves

Estudo das cores das tintas de terra produzidas em São João del-Rei e região, Minas Gerais 52
Mateus de Carvalho Martins, Mateus Felipe Rocha Maia, Sophia Jales Lima

A influência do método de produção do solo-cimento autoadensável nas propriedades das paredes monolíticas 60
Ana Paula da Silva Milani, Bruna Ramos de Souza, Jackson Matzenbacher Ayala

Uso de aditivos químicos para redução de energia de compactação na execução de taipa de pilão 68
Ana Paula da Silva Milani, Murilo Moura Maia

Produção e análise de blocos de terra comprimida com resíduos de construção e demolição 75
Sofia Araújo Lima Bessa, Tiago Augusto Gonçalves Mello, Karen Katleen Lourenço

Resistência à compressão de adobes com incorporação de lodo de estação de tratamento de água 85
Rômulo Marçal Gandia, Andréa Aparecida Ribeiro Corrêa, Francisco Carlos Gomes

Análise da resistência à compressão de alvenaria de adobe 91
Julia May Vendrami, Lisiane Ilha Librelotto, Carolina Rodrigues Dal Soglio

Avaliação de propriedades físicas e mecânicas de adobes com incorporação de adições naturais 102
Daniel Pinheiro Santos, Jose Getúlio Gomes de Sousa

Ensaio de azul de metileno como ferramenta complementar no processo de caracterização de solo para fabricação de adobe 114
Jaqueline Leite Ribeiro do Vale, Marco Antônio Penido de Rezende, Christopher de Paula Alves, Hyago Felipe da Cruz Silva, Matheus Gomes Zarista

Ambiência térmica de uma edificação vernácula: estudo de caso de uma habitação remanescente de quilombo 126
Emeli Lalesca Aparecida da Guarda, Carol Cardoso Moura Cordeiro, Luciane Cleonice Durante, Ivan Júlio Apolônio Callejas, João Mário de Arruda Adrião, Douglas Queiroz Brandão

Evaluación del comportamiento térmico en el complejo Huayacan de Pariachi, Perú 137
María Angélica Guevara Lactayo, Bellice Ego-Aguirre Bazan

Estudo do desempenho e conforto térmico em edificação de solo-cimento em Campo Grande, Mato Grosso do Sul 150
Ana Paula da Silva Milani, Jean Vitor Vieira

Arquitetura de terra: emprego atual e desempenho térmico 159
Maria Virgínia Simão Peixoto, Paula Rocha Leite

Análise de desempenho higrotérmico de uma edificação de adobe, Ceará, Brasil 169
Michael Lima Silva, Matheus de Assis Alcântara, Levi Teixeira Pinheiro, Bárbara Rangel Carvalho, Adeildo Cabral da Silva

INFORMES TÉCNICOS

Análise de soluções construtivas para arquitetura vernácula em adobe 179
Matheus de Assis Alcântara, Michael Lima Silva, Levi Teixeira Pinheiro, Jean Marcell Parente, Davi Teixeira Pinheiro

Mejoramiento de la resistencia a la compresión de la tierra para su empleo en la elaboración de muebles 190
Maria Teresa Mendez Landa, Julio Vásquez Salas, Ana Cristina Barraza

PATRIMÔNIO E VALORIZAÇÃO SABERES, CONHECIMENTOS E TÉCNICAS

ARTIGOS CIENTÍFICOS

Atlas da arquitetura com terra na região metropolitana de São Paulo 197
Bruna Cid Silva, Rafael Amorim, Andrea Cavicchioli

Dinâmicas de desaparecimento de construções históricas com terra no Vale do Paraíba, São Paulo 206
Julia do Nascimento de Sá, Jucyara de Souza Gama Santos, Andrea Cavicchioli

O restauro da fazenda Catadupa e o resgate e a valorização da construção com terra 217
Lauro Maia Cavalcanti, Andrea Cavicchioli, Guillermo Rolón

Taipa de mão em Nova Friburgo e municípios limítrofes: um estudo comparativo 225
Werther Holzer, Viviane de Azevedo Folly

INFORMES TÉCNICOS

A interface do habitar e a arquitetura vernácula 234
Mayan Maharishi, Marivaldo Aparecido de Carvalho

Valorização do patrimônio construído com terra: análise de edificação de adobe em Pedro II, Piauí 244
Regina Ângela Mattaraia Delmonaco, Wilza Gomes Reis Lopes, Karenina Cardoso Matos

Remanescência de residências históricas em Várzea Grande, Mato Grosso 254
Priscilla Tábida Silva Enoré

Anomalias patológicas na alvenaria de adobe: descontinuidade da tradição na Lapinha da Serra, Minas Gerais 264
Mariana Maia Klimkievicz Moreira, Marco Antônio Penido Rezende

CULTURAS CONSTRUTIVAS: TEMPO, TERRITÓRIO, COSMOLOGIA E ORGANIZAÇÃO SOCIAL

ARTIGOS CIENTÍFICOS

Arquitetura de terra e diferentes maneiras de construir 273
Maria Estela Rocha Ramos Penha, Ilana Ramos Costa Santos, Israel Jonatas Veloso dos Santos

Arquitetura tradicional de terra no Vale do Ribeira – entre a cultura quilombola e a colonização japonesa 283
Akemi Hijioka, Alain Briatte Mantchev

INFORMES TÉCNICOS

A moradia de taipa de mão nos municípios do Maranhão, Brasil 292
Andrea Garcez de Farias, Frederico Lago Burnett, Amanda Marques Gomes, Nubiane da Fonseca Vieira

Cultura constructiva de las viviendas con tierra después del terremoto de 1976 en Guatemala 303
Esvin Obaldo Mayor López, Edgar Virgilio Ayala Zapata, Saulo Moisés Méndez Garza

ARQUITETURA CONTEMPORÂNEA: TRABALHO, PRODUÇÃO E INOVAÇÃO

ARTIGOS CIENTÍFICOS

Análise do conteúdo sobre taipa de pilão em meios digitais 311
Natália Dotta, Délis Pereira, Luiz Fernando Ferrari, Andrea Naguissa Yuba

Terra e trabalho – avaliação de canteiros de obra da arquitetura e construção com terra 325
Bianca dos Santos Joaquim, João Marcos de Almeida Lopes

INFORMES TÉCNICOS

Proceso constructivo de la quincha en la Ecovilla Tunduqueral, Argentina 337
Laura Marín Carrillo

Arquitetura e construção com terra em Santa Catarina 346
Cecília Heidrich Prompt, Lisiane Ilha Librelotto

Bioarquitetura: conceito, história e perspectivas no Estado do Ceará, Brasil 356
Francisco Diego da Silva Sousa, Letícia Silveira, Levi Teixeira Pinheiro

Velhas tecnologias, novos fazeres: o caso da Residência Criativa no Maranhão 365
Sanadja de Medeiros Souza, Amanda Nunes Rodrigues Mendonça, Kellen Pamêlla Nunes de Morais

Tecnologia construtiva inovadora 375
Maria Ines Marques da Cunha

PROCESSOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM

ARTIGOS CIENTÍFICOS

A abordagem prática na disseminação de técnicas e saberes da construção com terra 385
Daniel Marostegan e Carneiro

INFORMES TÉCNICOS

A importância de publicar sobre terra 394
Filipe Jorge

A construção com terra com propósito educativo: o caso da Nova Oikos, Santa Catarina 401
Mildred Gustack Delambre, Davide Chareun, Cecília Heidrich Prompt

Corpo e aprendizagem na arquitetura de terra 408
Marco Antônio Penido de Rezende, Bruno Aluízio dos Santos Azevedo, Flavio Pareira Dias Duarte

Práticas projetuais e construtivas associadas no ensino da construção com terra 416
Marcela Silviano Brandão Lopes, Rejane Magiag Loura, Sofia Araújo Lima Bessa

Programa e capacitação de mão de obra no assentamento Roseli Nunes em Mato Grosso 424
Ana Paula Livero Sampaio, Dilênia Antônia Lara Pinto

Formação de trabalhadores da construção civil: taipa de mão e autonomia na reforma do Espaço Cultural Jardim Damasceno 435
Victor Presser, Cássio Abuno

Antroposofia e arquitetura de terra: conexões de uma atividade de construção na iniciativa Waldörf Caminho das Águas 447
Ana Carolina Dias Diório, Amana Fares

O uso de maquetes para o ensino de arquitetura com terra 459
Andreia Jane Leandro Camara, Claudiceia Silva Mendes, Marcio Rodrigo da Silva Pereira

Territórios quilombolas de tradição em taipa de mão. Práticas de extensão no Maranhão 468
Ingrid Braga, Izabel Nascimento

Guia para autoconstrução em bambu e terra: adobe e taipa de mão 476
Raphael A. Vasconcelos C. N. Pachamama

A construção com terra aliada a arte e educação 486
Lucas Souzalima Rodrigues, Bruna Thalita de Palma Lopes

POLÍTICAS PÚBLICAS E PROJETOS DE INTERESSE SOCIAL

ARTIGOS CIENTÍFICOS

Solução habitacional simples: reconstruindo após desastres e conflitos – produção de tijolos de solo-cimento 494
Leandro Torres Di Gregorio, Gustavo Vaz de Mello Guimarães, Adriana Paiva de Souza Martins, Daniel Aloysio Shiguematsu Menezes Freitas Lima, Jac-Ssone Alerte, Julião Ferreira de Sousa

A expansão urbana e a ameaça ao patrimônio cultural: a fazenda Elídio Sanglard em Minas Gerais 506
Arthur Zanuti Franklin, Ítalo Itamar Caixeiro Stephan, Luiz Fernando Reis

INFORMES TÉCNICOS

Bioarquitetura na Chapada Diamantina, Bahia: uma alternativa de moradia para os municípios do Parque Nacional 518
Carolina Barreto Caldas da Costa

Canteiro aberto Canto do Urutau: ocupação e recuperação pós-atividade mineradora em Águas da Prata, São Paulo 526
Renata do Carmo Mora Alves, Rosana Soares Bertocco Parisi

PROJETOS E OBRAS

PROFISSIONAIS

Ampliación de vivenda: Bajo costo + Reciclado + Tierra 539
Gonzalo García Villar

TEKO JEAPÓ (Cultura em ação): Escola Autônoma Mbya Guarani 547
André Benites, Loan Pires Kfouri, Francisco Lang

Ampliar, vedar e integrar: Bioconstruindo a escola 557
Ana Carolina Dias Diório

Casa Lagoa Confins 567
Bruno Azevedo, Flávio Duarte

Cúpula Geodésica: Concha Acústica de Pau a Pique 575
Bruno Azevedo, Flávio Duarte

Casa da Árvore 582
Thiago Lopes Ferreira, Anaïs Guéguen Perrin

Chalé das Montanhas 592
Thiago Lopes Ferreira, Anaïs Guéguen Perrin

Revestimentos de terra 602
Thiago Lopes Ferreira, Anaïs Guéguen Perrin

Casa JHP: Residência unifamiliar de taipa de pilão 612
Larissa Duarte Galvão, Mateus Sousa Pinheiro, Elis Marina Rigoni Perlini

Sítio São Pedro: Oficina de apoio à Permacultura Parte 1 – Projeto e Obra 622
Márcio Holanda

Sítio São Pedro: Oficina de apoio à Permacultura Parte 2 – Canteiro Escola 632
Márcio Holanda

Casa Solare: Edificação unifamiliar 642
Maria Marques

Parede de torrão de leiva de grama: Resgate de técnica autóctone 652
Letícia Thurmann Prudente, André Caveron Ripoll, Fernando Campos Costa

Casa Bunker: Taipa contemporânea 662
Rodrigo Rocha

Casa Cunha 671
Luís Tavares e Marinho Velloso, Arquipélago Arquitetos

Muralismo com tintas minerais e à base de terra: Paredes como cenário de expressão artística, cultural e ecológica 681
Ana Carolina Veraldo

Casa ecológica: arquitetura orgânica 688
Irina Biletska

Cidade Escola Ayni 698
Flávio Duarte, Bruno Azevedo

Repensando el Tambo: Alternativa sostenible para Infraestructura de Servicios Estatales en los Andes Peruanos 706
Tanith Olórtegui del Castillo, Magaly Gayoso Carranza, Orlando Pacheco Zúñiga

ACADÊMICOS

HIS em Limeira: Projeto de Ext. Universitária 712
Luis Alexandre Amaral, Marcela Faria

Casa Rural: Assentamento Terra Prometida 721
André Arcanjo

Cobogó de solo-cimento 730
Fernanda Fernandez, Flávia Guedes, Gabriela Barbosa, José Nunes, Lara Filgueira, Marcela Melo, Nicole da Costa, Raniellen Bragança, Victória Michelini, Lucas Caldas e Marcos Silvoso

TERRA BRASIL 2018
Rio de Janeiro

MATERIAIS, TÉCNICAS CONSTRUTIVAS E LINHAS DE PRODUÇÃO

AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA DE COMPÓSITOS SOLO-CIMENTO-FIBRAS DE SISAL CONSIDERANDO DIFERENTES DISTÂNCIAS DE TRANSPORTE

Adriana P. S. Martins[1]; Lucas R. Caldas[2]; Rayane L. M. Paiva[3], Romildo D. Toledo Filho[4]

Programa de Engenharia Civil, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Caixa Postal 68.506, CEP 21.941-909, Rio de Janeiro, RJ

[1]adriana@coc.ufrj.br; [2]lrc.ambiental@gmail.com; [3]rayane@coc.ufrj.br; [4]toledo@coc.ufrj.br;

Palavras-chave: materiais de construção ecoeficientes, desempenho ambiental, avaliação do ciclo de vida (ACV), análise de sensibilidade

Resumo

Dentre os grandes desafios do século XXI destaca-se o aumento da sustentabilidade nos diversos setores produtivos que movimentam a economia dos países desenvolvidos e em desenvolvimento. A construção civil é responsável por uma considerável quantidade de emissões de CO_2, consumo excessivo de energia e recursos naturais, além da geração de toneladas de resíduos sólidos. Nesse contexto, o desenvolvimento de materiais de baixo carbono e baixo consumo energético, baseados em matérias primas obtidas localmente, representa uma alternativa bastante promissora. Esse trabalho teve como objetivo utilizar a metodologia de ACV para comparar o desempenho ambiental de materiais inovadores (compósitos solo-cimento autoadensáveis reforçados com fibras de sisal) e materiais convencionais (alvenaria de blocos cerâmicos revestida com argamassa em ambas as faces). Foi realizada uma análise de sensibilidade em relação à distância de transporte do solo. O estudo foi conduzido do berço ao portão, baseado nas normas ISO 14040:2006 e EN 15804:2013. A influência dos constituintes individuais das misturas nas diversas categorias de impacto também foi avaliada. A incorporação de indicador de desempenho mecânico-durabilidade possibilitou a identificação do teor ótimo de reforço fibroso. Os resultados obtidos demonstraram que: (i) o aumento do teor de fibras influenciou de forma mais significativa somente o potencial de aquecimento global (GWP), (ii) o cimento foi o constituinte que exerceu maior influência nas diversas categorias de impacto, (iii) quando o indicador de desempenho mecânico-durabilidade foi introduzido, os compósitos reforçados com 1,0% apresentaram melhor desempenho para todas as categorias de impacto consideradas, (iv) os compósitos solo-cimento autoadensáveis mostraram-se mais vantajosos em relação ao sistema convencional até uma distância de 240 km para a categoria de potencial de aquecimento global. Esta pesquisa reforçou de forma quantitativa a premissa de que o solo pode ser considerado um material de menor impacto ambiental se o mesmo for utilizado localmente.

1 INTRODUÇÃO

As atividades humanas são responsáveis por grandes agressões ao meio ambiente, dentre as quais o consumo não racional de recursos naturais e muitas emissões de CO_2. A partir das últimas décadas do século XX, as emissões de CO_2 vêm crescendo em incrementos constantes, e estimativas do Intergovernmental panel on climate change (2014) revelam que as mesmas dobrarão até 2030. Esse cenário poderá conduzir a mudanças climáticas catastróficas, ameaçando a sobrevivência de inúmeras espécies vegetais e animais do planeta.

A construção civil contribui para o agravamento desse quadro, uma vez que é responsavel por elevado nível de emissões de CO_2, consumo intensivo de energia e depleção de recursos naturais, dentre outros impactos.

Por outro lado, de acordo com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP SBCI, 2009), o setor da construção civil é o que apresenta maior potencial para mitigação dos impactos ambientais, comparativamente aos demais setores da economia.

Nesse contexto, as pesquisas direcionadas para o desenvolvimento de materiais mais ecoeficientes, baseados em matérias primas locais, representam uma possiblidade concreta de reduzir a pressão ambiental exercida pelas atividades de construção (Pacheco-Torgal; Jalali, 2012).

A avaliação do ciclo de vida (ACV) pode ser usada para quantificar as credenciais de sustentabilidade dos materiais de construção emergentes, como exemplo os compósitos baseados em solo (Marcelino-Sadaba et al., 2017). Os referidos autores quantificaram os impactos associados a blocos de solo estabilizado e obtiveram melhores resultados em relação aos materiais convencionais (blocos de concreto e tijolos cerâmicos).

O desempenho ambiental de argamassas de terra reforçadas com fibras vegetais foi comparado com o desempenho de argamassas convencionais, e os melhores resultados foram evidenciados pelas argamassas de terra (Melià et al., 2014). Segundo esses autores e no contexto da ACV, os materiais de construção naturais devem apresentar local de extração próximo ao local de produção, caso contrário os benefícios ambientais são anulados.

Objetivando reduzir o consumo de energia e as emissões de CO_2 associados à produção de tijolos cerâmicos convencionais, Rahmat, Ismail e Kinuthia (2016) desenvolveram blocos inovadores baseados em terra estabilizada e incorporação de resíduos industriais (cinza volante e escória de alto forno). Os resultados obtidos foram expressivos em relação à redução dos impactos.

Dahmen, Kim e Ouellet-Plamondon (2017) investigaram os impactos produzidos por tijolos de solo-cimento, blocos de solo ativado alcalinamente e blocos de concreto. Análises de sensibilidade identificaram que o cimento e os ativadores alcalinos exerceram as maiores influências sobre a depleção de recursos e as emissões de CO_2.

Embora existam alguns estudos de ACV na literatura abordando os materiais naturais, ainda existe necessidade de ampliação desses estudos de forma mais abrangente e sistemática, de forma a equiparar com os estudos existentes para materiais convencionais. Além do mais, até o presente momento, não foi encontrado nenhum estudo sobre a influência da distância de transporte no desempenho ambiental de compósitos solo-cimento, aspecto que merece atenção especial para que o material seja considerado “recurso local” e os benefícios ambientais inerentes a essa condição sejam garantidos.

Neste contexto, este trabalho teve como objetivo utilizar a metodologia de ACV para comparar o desempenho ambiental de materiais inovadores (compósitos solo-cimento autoadensáveis reforçados com fibras de sisal) e materiais convencionais (alvenaria de blocos cerâmicos revestida com argamassa em ambas as faces). Como avaliação complementar foi realizada análise de sensibilidade das distâncias de transporte entre o local de obtenção do solo e seu uso para a produção dos compósitos de solo-cimento.

2 METODOLOGIA

2.1 Produção dos compósitos solo-cimento-fibras de sisal autoadensáveis (CSCA)

O projeto das misturas foi constituído basicamente por três etapas principais: (i) a seleção e caracterização dos materiais constituintes (ii) a dosagem da matriz autoadensável e (iii) a incorporação de fibras de sisal no comprimento de 20 mm e nos teores de 0,5%; 1,0% e 1,5% (em relação à massa de solo seco).

O solo escolhido foi obtido de uma jazida situada em Belford Roxo (RJ), sendo classificado como “SC” (argila argilosa) (ASTM D2487, 2011) e apresentando teores de argila, silte, areia e pedregulho iguais a 9, 26, 62 e 3%, respectivamente. Os materias cimentícios selecionados e seus respectivos fabricantes foram: (i) cimento CP II-F-32 (Lafarge), (ii) cinza volante (Pozofly Comércio de Cinzas Lima Ltda) e (iii) metacaulinita (Metacaulim do Brasil Indústria e Comércio Ltda). O superplastificante empregado foi o Glenium 51, fabricado pela Basf. As fibras de sisal foram obtidas junto à Associação de Desenvolvimento Sustentável

Solidário da Região Sisaleira (APAEB), situada no município de Valente, Bahia. A figura 1 apresenta as curvas granulométricas dos materiais usados na pesquisa.

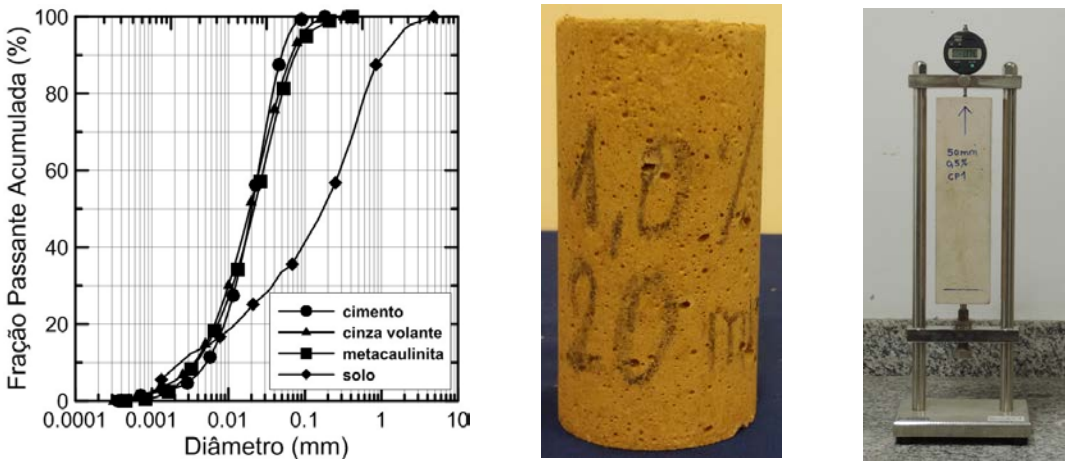


Figura 1 – (a) Curvas granulométricas dos materiais utilizados, (b) amostra usada nos ensaios de compressão uniaxial, (c) amostra usada nos ensaios de retração por secagem (Martins, 2014).

A matriz foi dosada através de um método científico, baseado no Modelo de Empacotamento Compressível (MEC), desenvolvido por De Larrard e colaboradores (De Larrard, 1999). A reologia foi ajustada para a condição autoadensável, com valores de abatimento e espalhamento mínimos de 250 e 600 mm, respectivamente. Apresentou resistência à compressão de 3,3 MPa aos 28 dias. A incorporação de fibras reduziu a trabalhabilidade da matriz, exigindo ajustes no teor de superplastificante de forma a manter a condição autoadensável. A dosagem encontrada está descrita no estudo de Martins et al. (2018).

2.2 Comportamentos mecânico e físico dos compósitos

Na figura 2 são apresentados os resultados dos ensaios de compressão uniaxial e retração por secagem para os compósitos reforçados com fibras de 20 mm.

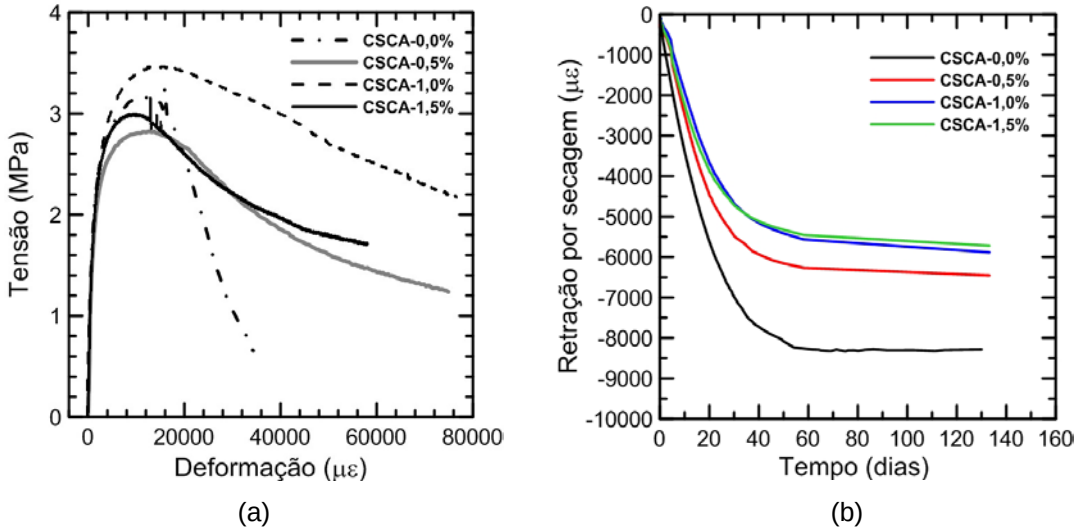


Figura 2 – Compósitos reforçados com fibras de 20 mm: (a) curvas típicas sob compressão uniaxial, (b) curvas típicas de retração por secagem (adaptado de Martins,2014)

De posse dos resultados desses parâmetros, foi calculado o indicador de desempenho mecânico-durabilidade (I_{md}), conforme equação 1. Ao final da ACV, os resultados dos impactos ambientais serão multiplicados pelo I_{md}.

$$Imd = R/Rc \quad (1)$$

onde: Imd = indicador de desempenho mecânico-durabilidade (μƐ/MPa);
R = Retração ao final de 130 dias (μƐ);
Rc = resistência à compressão (MPa).

Na tabela 2 são apresentados os valores de resistência à compressão, de retração por secagem ao final de 130 dias e do indicador para as misturas avaliadas.

Tabela 2 – Parâmetros mecânicos e de durabilidade dos compósitos solo-cimento autoadensáveis (CSCA) (Martins, 2014).

Misturas	Resistência à compressão (MPa)	Retração ao final de 130 dias (μƐ);	Imd (μƐ/MPa)
CSCA – 0,0%	3,30	8285	2510,60
CSCA – 0,5%	2,82	6450	2287,23
CSCA – 1,0%	3,32	5880	1771,08
CSCA – 1,5%	3,13	5700	1821,09

2.3 Avaliação do ciclo de vida

A ACV, de acordo com NBR ISO 14040 (2009), é dividida em quatro etapas: (1) definição de objetivo e escopo, (2) inventário do ciclo de vida, (3) avaliação do impacto do ciclo de vida e (4) interpretação dos resultados. Essas etapas serão apresentadas a seguir.

a) Definição de objetivo e escopo

O objetivo deste estudo foi avaliar os impactos ambientais de compósitos solo-cimento autoadensáveis sem e com o reforço de fibras de sisal (teores de 0,5; 1,0 e 1,5%) e comparar os resultados da mistura de melhor desempenho (normalizados em relação aos parâmetros de resistência e de durabilidade) com uma vedação em blocos cerâmicos furados de 9 x 19 x 19 cm, assentados na menor dimensão e revestidos em ambas as faces com argamassa (chapisco, emboço e reboco). A pesquisa também objetivou avaliar a influência da distância de transporte das matérias primas utilizadas nos indicadores ambientais. Optou-se por fazer esta comparação, pois este é o sistema mais utilizado para vedações verticais no Brasil. Em relação aos compósitos solo-cimento-fibras de sisal ressalta-se que uma das principais vantagens dos materiais autoadensáveis é o bom acabamento superficial, consequentemente dispensando qualquer tipo de revestimento para regularização da superfície.

Para estas análises optou-se pela utilização de uma abordagem do tipo "berço a portão"[1] com base nas diretrizes da EN 15804 (2013). As etapas do ciclo de vida analisadas foram a extração de matéria-prima (A1), transporte (A2) e fabricação (A3).

b) Unidade funcional

Foi adotada como unidade funcional 1 m^2 de vedação vertical. Para o compósito solo-cimento, foi considerada uma espessura de parede de 10 cm (espessura mínima normalmente utilizada no Brasil para vedações monolíticas e suficientemente estável para o tipo de aplicação pretendida). Para a parede de alvenaria de blocos cerâmicos (sistema convencional), admitiu-se revestimento com espessura de 2,5 cm em ambos os lados (cimento, cal e areia no traço em volume 1:2:9) e assentamento com argamassa (juntas de 1 cm), resultando numa espessura total de 14 cm.

[1] termo normalmente utilizado nos estudos de ACV para se referir às etapas consideradas no escopo avaliado (EN 15804:2012). O "berço" está relacionado às etapas de extração das matérias-primas, transporte e produção dos materiais utilizados para a confecção do produto (nesse caso: solo, cimento, cinza volante, metacaulinita, sisal e superplastificante), enquanto que o "portão" faz referência ao portão do local onde o produto estudado (compósito solo-cimento) foi produzido

c) Análise do inventário do ciclo de vida

No Brasil, as bases de dados do ciclo de vida do setor de construção são praticamente inexistentes. A Declaração Ambiental de Produto (DAP) do Cimento da Votorantim Cimentos foi publicada somente em 2016. Para superar essa limitação utilizou-se no presente estudo, além da DAP do cimento (Votorantim Cimentos, 2016), o banco de dados Ecoinvent v2.2 (Ecoinvent, 2015), com substituição da energia elétrica original para a matriz energética brasileira, utilizando o software SimaPro v. 8.2. Parte do inventário foi obtido com base na literatura científica.

O processo de produção, na fábrica, dos materiais utilizados no compósito (solo, cimento, cinza volante, metacaulinita, aditivo superplastificante e fibras de sisal) foi considerado incluindo: (i) as distâncias de transporte interno entre a extração de matérias-primas e as fábricas (foram mantidas as distâncias dos bancos de dados) e (ii) a distância das fábricas ao laboratório. Essas últimas distâncias foram estimadas com base no menor valor fornecido pelo Google Maps, sendo que o Laboratório NUMATS, localizado na Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, Brasil, foi considerado como o local de produção do compósito.

Foram consideradas distâncias fixas de transporte para o cimento, cinza volante, metacaulinita, superplastificante e fibras de sisal e valores iguais a 5, 50, 100 e 400 km para o solo.

Para o solo, foi considerado o processo de extração em termos de consumo de diesel obtido em Christoforou et al. (2016) e o transporte para o laboratório. Para a metacaulinita, foi considerada a argila como matéria-prima e o carvão vegetal como combustível, a partir de dados obtidos por Borges et al. (2014), e o transporte para o laboratório. Para a cinza volante foi considerado o estudo de Chen et al. (2010), com dados do Ecoinvent. Embora haja uma grande discussão na literatura em relação ao tipo de alocação dada para coprodutos, como a cinza volante e a escória de aciaria, foi adotado neste estudo somente as etapas de tratamento da cinza volante, neste caso a secagem e estocagem. Para o aditivo plastificante foi utilizado a DAP da Deutsche Bauchemie (2014).

Para as fibras de sisal considerou-se a preparação da terra, o cultivo, o processamento de fibras para o laboratório e o carbono biogênico. Não há dados disponíveis para fibras de sisal em EPDs ou no Ecoinvent, portanto foram adotados dados extraídos de Broeren et al. (2017). Esses autores quantificaram o consumo energético e as emissões de gases de efeito estufa associados à produção de fibra de sisal na Tanzânia e no Brasil usando ACV, com base em dados de inventário específicos da região. Finalmente, o consumo de eletricidade no laboratório foi quantificado considerando os processos de mistura para a produção dos compósitos, e essa eletricidade foi assumida como gerada no Brasil.

Para a parede de vedação de alvenaria de blocos cerâmicos foram considerados dois tipos de dados de inventário, sendo um do banco de dados internacional Ecoinvent e outro do estudo desenvolvido por Souza et al. (2016). Esses autores avaliaram os impactos ambientais de paredes de alvenaria de blocos cerâmicos revestidos de argamassa, considerando o contexto brasileiro.

d) Carbono biogênico

As fibras de sisal utilizadas na matriz de terra armazenam carbono biogênico durante a fase de crescimento da planta, através do processo de fotossíntese. A quantidade de dióxido de carbono (CO_2) em um quilograma de material seco foi calculada pela equação 2, presente nos estudos de Caldas et al. (2017) e Martins et al. (2018), dentre outros, sendo contabilizada como emissões negativas de CO_2.

$$M_{CO2} = m_{dry} \times C \times \frac{mm_{CO2}}{mm_C} \quad (2)$$

onde: MCO_2 = massa de CO2 sequestrada (kg) - carbono biogênico;
Mdry = massa seca de sisal (kg);

C = percentagem de carbono na matéria seca (%);
$mmCO_2$ = massa molecular de CO_2 (igual a 44);
mmC = massa molecular de carbono (C) (igual a 12).

A porcentagem de carbono no valor da matéria seca (C) foi obtida na análise elementar CHN (carbono, hidrogênio e nitrogênio, conteúdo do material) no Laboratório Xistoquímica/ UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil. Verificou-se que 43,98% da matéria seca do sisal é composta por carbono (C).

Para a quantificação de carbono biogênico, o pressuposto de fim de vida é muito importante. Nesse sentido, no presente estudo, o processo de aterro foi considerado no estágio de fim de vida, uma vez que esta alternativa é a mais utilizada no Brasil e essa forma de destinação será mantida nos próximos anos para os materiais de construção. O transporte para o aterro não foi considerado, uma vez que é praticamente insignificante. A incineração, a queima e a recuperação de energia não são aplicadas aos materiais de construção baseados em terra crua. Neste caso, com base em Garcia e Freire (2014) e Demertzi et al. (2017), assumiu-se que 98% do carbono biogênico permanece permanentemente nos compósitos.

e) Avaliação do impacto do ciclo de vida

Foi escolhido para este estudo o método de avaliação do impacto do ciclo de vida (AICV) CML (do Instituto de Ciências Ambientais da Universidade de Leiden, Países Baixos), linha de base IA, versão 3.03. As seguintes categorias de impacto ambiental foram avaliadas: potencial de aquecimento global (GWP), redução da camada de ozônio (ODP), acidificação (AP), eutrofização (EP), potencial de oxidação fotoquímica (POCP), depleção abiótica (elementos (ADP-e) e combustíveis fósseis (ADP-ff), de acordo com a CEN EN 15804 (2013).

f) Desempenho - indicadores ambientais

Com base nos resultados da ACV e os resultados mecânicos e de durabilidade, foi proposto um indicador de desempenho-ambiental-mecânico-durabilidade, com foco no potencial de aquecimento global (GWP). A intensidade de CO_2-eq é usualmente utilizada como um bom indicador do impacto para materiais de concreto, porque permite a consideração de desempenho mecânico (por exemplo, resistência à compressão) e a avaliação da contribuição de misturas de concreto para GWP por unidade de volume e resistência (Damineli et al., 2010; Van Den Heede; De Belie, 2012; Celik et al. 2015).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 3 os impactos ambientais das misturas de CSCA são comparadas, tanto em termos totais como também considerado o indicador de desempenho mecânico e durabilidade. Os resultados foram normalizados pela mistura de referência (CSCA-0,0%).

É interessante notar que a adição de fibras de sisal na matriz produz um aumento da maior parte dos impactos ambientais, devido ao processamento da fibra. No entanto, para a categoria de potencial de aquecimento global (GWP 100) ocorre o oposto, já que as fibras vegetais estão armazenando o CO_2 absorvido durante a fotossíntese, causando uma redução desse impacto para a mistura com maior teor de fibras (CSCA-1,5%). Isso mostra que, para esse impacto, a estocagem de CO_2 é maior que as emissões para o processamento das fibras, resultando em um balanço negativo.

Quando o indicador de desempenho mecânico e durabilidade é incorporado na avaliação, a mistura com teor de 1% (CSCA-1,0%) se apresenta como a mais vantajosa, para a maioria das categorias de impacto ambiental analisadas, evidenciando assim a mistura mais ecoeficiente. As fibras vegetais inseridas em matrizes de terra têm como principal função promover uma diminuição do processo de retração, e consequentemente melhorar a durabilidade do material.

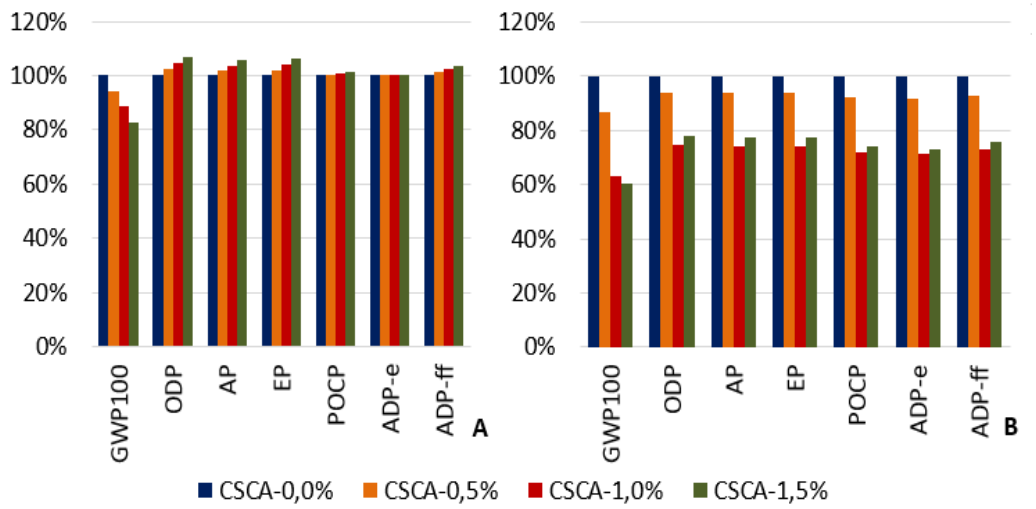


Figura 3. (A) Comparação dos impactos ambientais das misturas de CSCA por m³; (B) Comparação considerando o indicador de desempenho mecânico e durabilidade.

A utilização de um indicador de desempenho mecânico e durabilidade em conjunto com a avaliação dos impactos ambientais de um dado material possibilitou a obtenção da mistura mais otimizada e ecoeficiente. O emprego da fibra de sisal configurou-se como uma solução bastante eficiente, pois além de trazer ganhos de desempenho e ter um processamento pouco impactante, consegue estocar CO_2 no material.

Após a obtenção da mistura mais ecoeficiente (CSCA-1,0%), é necessário avaliar como cada insumo utilizado contribui para as categorias de impacto ambiental utilizadas. Na Figura 4 é apresentado o perfil ambiental da mistura CSCA-1,0% para os cenários avaliados.

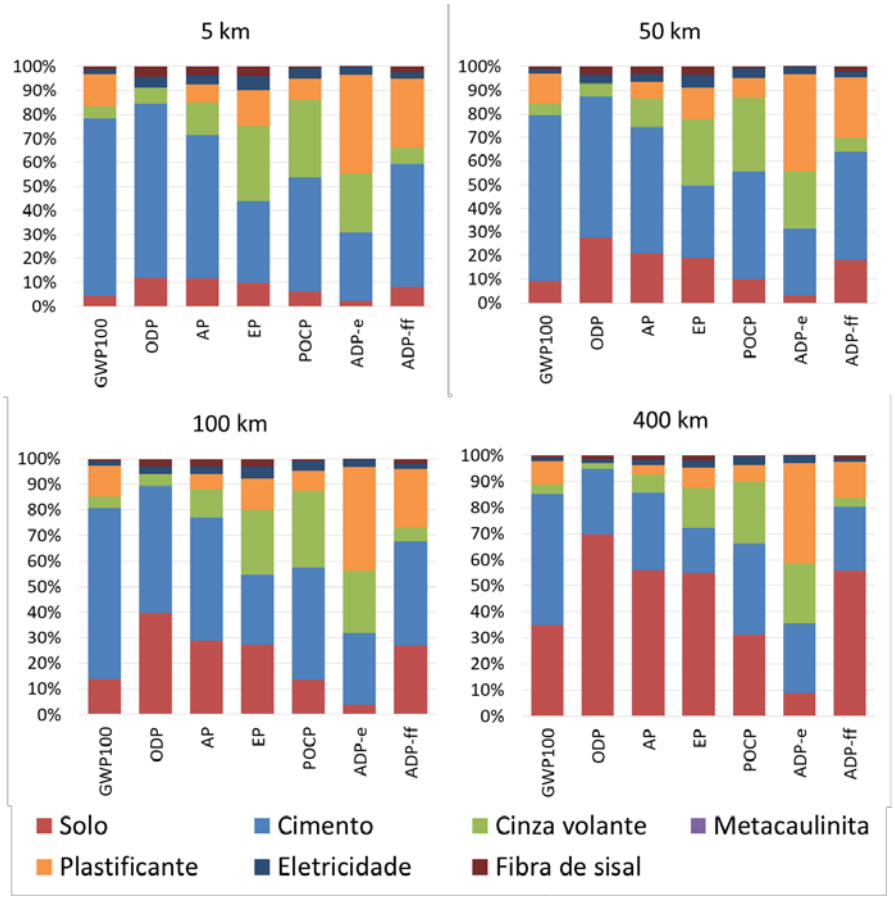


Figura 4. Comparação do perfil ambiental do compósito CSCA-1,0% para os diferentes cenários de transporte

Observa-se que o perfil ambiental do compósito CSCA-1,0% muda completamente em relação à distância de transporte do solo, mostrando que quando o solo é obtido localmente (considerado aqui uma distância de 5 km) o cimento é o material que apresenta maior contribuição para a maioria das categorias de impacto avaliadas. Por outro lado, para a distância de 400 km, o solo se mostra o insumo mais impactante, principalmente para as categorias de depleção da camada de ozônio (ODP), depleção de combustíveis fósseis (ADP-ff), acidificação (AP) e eutrofização (EP). Para a categoria de depleção de elementos (ADP- e) não se observou uma variação considerável com o aumento das distâncias de transporte, e isto deve-se ao fato de que a queima de diesel (que ocorre durante o transporte dos materiais) exerce uma contribuição muito pequena para essa categoria ambiental.

Embora o processo de produção de cimento e dos outros materiais seja mais poluente quando comparado à obtenção de solo, o fato desse último ter uma maior participação em massa na mistura (aproximadamente 65%), faz que o aumento nas distâncias de transporte tenha uma importante influência nos impactos ambientais do solo, o que mostra a importância de se utilizar solo local.

De posse da avaliação ambiental do material estudado é interessante que ele seja pensado como um sistema construtivo e comparado com um sistema convencionalmente utilizado no país. Neste sentido, foi pensado como uma parede de vedação monolítica de solo-cimento reforçado com fibras de sisal se comporta, em termos de desempenho ambiental, em relação a um sistema de alvenaria de blocos cerâmicos com revestimento de argamassa.

Na Figura 5 é apresentado como o impacto de potencial de aquecimento global (GWP100) de uma parede de 10 cm de espessura de solo-cimento se comporta com o aumento da distância de transporte do solo utilizado, em relação a uma parede de alvenaria. Ambos foram comparados por área de parede (em m²).

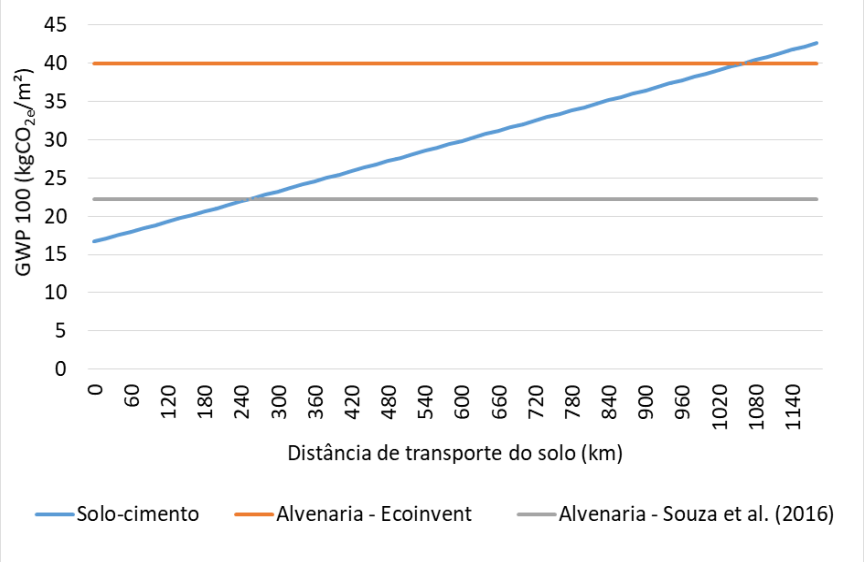


Figura 5. Comparação do impacto de potencial de aquecimento global

O GWP 100 foi utilizado como medida de comparação entre os dois sistemas construtivos, tendo em vista que é um dos impactos considerados como prioridade em diversas agendas ambientais, e que constitui um impacto de abrangência global.

Quando os dados do Ecoinvent foram utilizados verificou-se que caso o solo seja transportado a uma distância maior que 1020 km, a parede de solo-cimento torna-se menos vantajosa, comparativamente à parede de alvenaria, em relação ao impacto de GWP 100. Quando se utilizam os dados de Souza et al. (2016), que se baseou nos dados da Associação Nacional da Indústria Cerâmica (ANICER), essa distância máxima cai para 240 km. Verificou-se também que o banco de dados selecionado influenciou fortemente no resultado: quando se utilizou um dado do banco de dados internacional, as distâncias

máximas de transporte do solo foram muito superiores em relação à utilização de um dado para o contexto brasileiro. Portanto, essa diferença reforça a importância de se utilizar um inventário de ciclo de vida mais próximo possível da realidade brasileira, como forma de se ter uma avaliação mais precisa e verdadeira. De qualquer forma, a parede de solo-cimento foi mais vantajosa que a de alvenaria, evidenciando seu potencial como alternativa para a redução das emissões de CO_2-eq na construção civil.

A curva apresentada ainda pode ser utilizada como uma ferramenta de auxílio ao projetista durante a especificação de materiais. Por exemplo, se um dado projeto for pensado para a utilização do sistema em solo-cimento, pode ser verificado com base nessa curva a distância de transporte máxima para a qual o sistema será mais vantajoso.

A mesma comparação pode ser realizada para as outras categorias de impacto ambiental. Para as categorias onde a distância de transporte do solo se mostrou mais impactante, ODP, ADP-ff, AP e EP, provavelmente o sistema de solo-cimento conseguiria ter uma distância de transporte de solo vantajosa até para valores menores que para a categoria GWP 100, dependendo também de como seriam os impactos do sistema de alvenaria para essas categorias.

4 CONCLUSÕES

O emprego da ACV em conjunto com a utilização de um indicador de desempenho mecânico e durabilidade mostrou-se ser uma forma importante de se avaliar qual a mistura é a mais ecoeficiente, podendo também ser aplicada no desenvolvimento de outros materiais baseados em terra.

A análise de sensibilidade evidenciou que o aumento da distância de transporte do solo produziu um aumento considerável dos impactos ambientais avaliados, principalmente para as categorias de depleção da camada de ozônio, depleção de combustíveis fósses, acidificação e eutrofização. Isso mostra, de forma quantitativa, que um material baseado em terra só poderá ser considerado ambientalmente mais amigável se for obtido localmente, caso contrário os benefícios ambientais são anulados.

Em comparação com uma parede de alvenaria de blocos cerâmicos convencionalmente utilizada no país, o sistema que utilizou o compósito solo-cimento mostrou-se mais vantajoso até uma distância de 240 km para a categoria de potencial de aquecimento global, considerando o contexto da produção brasileira.

Para futuros estudos pretende-se avaliar como diferentes aspectos de eficiência do motor utilizado no transporte do solo pode impactar nas cargas ambientais finais do material. E como continuidade será avaliado o comportamento térmico e energético do compósito em uma edificação a partir de simulações computacionais, estudando diferentes zonas bioclimáticas brasileiras, como forma de incentivar o uso de materiais a base de solo no setor nacional da construção civil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASTM D2487 (2011). Standard practice for classification of soils for engineering purposes. USA: ASTM International

Borges, P. H. R.; Lourenço, T. M. F.; Foureaux, A. F. S.; Pacheco, L. S. (2014). Estudo comparativo da análise de ciclo de vida de concretos geopoliméricos e de concretos à base de cimento Portland composto (CP II). Ambiente Construído,14 (2), 153-168.

Broeren, M. L. M; Dellaert, S. N. C.; Cok, B.; Patel, M. K.; Worrell, E.; Shen, L. (2017). Life cycle assessment of sisal fibre e Exploring how local practices can influence environmental performance. Journal of Cleaner Production, 149, 818-827.

Caldas, L. R.; Da Gloria, M. Y.; Santos, D. J.; Andreola, V.; Pepe, M.; Toledo Filho, R. D. (2017). Carbon footprint of bamboo particles, rice husk and wood shavings-cement composites. 2nd

International Conference on Bio-Based Building Materials & 1st Conference on Ecological Valorisation of Granular and Fibrous Materials. June 21th - 23th 2017 Clermont-Ferrand, France.

Celik, K.; Meral, C.; Gursel, A. P.; Mehta, P. K.; Horvath, A.; Monteiro, P. J. M. (2015). Mechanical properties, durability, and life-cycle assessment of self-consolidating concrete mixtures made with blended Portland cements containing fly ash and limestone powder. Cement and Concrete Composites, 56, 59–72.

CEN EN 15804 (2013). Sustainability of construction works: environmental product declarations: core rules for the product category of construction products. Brussels: European Committee for Standardization.

Chen, Habert, G.; Bouzidi, Y.; Jullien, A.; Ventura. A. (2010). LCA Allocation procedure used as an inciative method for waste recycling: an application to mineral additions in concrete. Resources, Conservation and Recycling, 54, 12, 1231-1240.

Christoforou, E., Kylili, A., Fokaides, P.A., Ioannou, I. (2016). Cradle to site life cycle assessment (LCA) of adobe bricks. Journal of Cleaner Production, 112, 443-452.

Dahmen, J.; Kim, J.; Ouellet-Plamondon, C. M. (2017). Life cycle assessment of emergent masonry blocks, Journal of Cleaner Production, v.171, p. 1622-1637.

Damineli B. L.; Kemeid F. M.; Aguiar P. S.; John V. M. (2010). Measuring the eco-efficiency of cement use. Cement and Concrete Composites, 32 (5), 55–62.

De Larrard, F. (1999). Concrete mixture proportioning. London: E&FN SPON.

Demertzi, M.; Sierra-Pérez, J.; Paulo, J. A.; Arroja, L.; Dias, A. C. (2017). Environmental performance of expanded cork slab and granules through life cycle assessment. Journal of Cleaner Production, 145, 294 – 302.

Deutsche Bauchemie e.V. (DBC) (2014). Environmental product declaration: concrete admixtures – plasticizer and superplasticizer. Disponível em https://bauchemie.vci.de/wiki/DBC_Muster-EPDs/Documents/DBC-model-EPD_admixtures_Plasticizer_Superplasicizer_2014-01-08.pdf

Ecoinvent (2015). History of ecoinvent. Zurich Switzerland

Garcia, R.; Freire, F. (2014). Carbon footprint of particleboard: a comparison between ISO/TS 14067, GHG Protocol, PAS 2050 and Climate Declaration. Journal of Cleaner Production, 66, 199 – 209.

Intergovernmental panel on climate change (2014) Climate Change 2014 Synthesis Report. IPCC. Disponível em http://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/.

Marcelino-Sadaba, S.; Kinuthia, J.; Oti, J.; Meneses, A. S. (2017). Challenges in life cycle assessment (LCA) of stabilized clay-based construction materials. Applied Clay Science, v.144, p. 121-130.

Martins, A. P. S. (2014). Desenvolvimento, caracterização mecânica e durabilidade de compósitos solo-cimento autoadensáveis reforçados com fibras de sisal. Tese de doutorado. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ

Martins, A. P. S.; Caldas, L. R.; Paiva, R. L. M.; Toledo Filho, R. D. (2018). Avaliação do desempenho ambiental de compósitos solo-cimento-fibras de sisal autoadensáveis. 3º Congresso Luso-Brasileiro de Materiais de Construção Sustentáveis, Coimbra, Portugal, 14-16 fevereiro 2018.

Melià, P.; Ruggiieri, G.; Sabbadini, S.; Dotelli, G. (2014). Environmental impacts of natural and conventional building materials: a case study on earth plasters. Journal of Cleaner Production, v. 80, p. 179-186.

NBR ISO 14040 (2009). Gestão ambiental – avaliação do ciclo de vida – princípios e estrutura. Rio de Janeiro, Associação Brasileira de Normas Técnicas

Pacheco-Torgal, F.; Jalali, S. (2012). Earth construction: Lessons from past for future eco-efficient construction. Construction and Building Materials, v.29, p. 512-519.

Rahmat, M. N.; Ismail, N.; Kinuthia, J. M. (2016). Strength and environmental evaluation of stabilized clay-PFA-eco-friendly bricks. Construction and Buildings Materials, v.125, p. 964-973.

Souza, D. M.; Lafontaine M.; Charron-Doucet, F.; Chappert, B.; Kicak, K.; Duarte, F.; Lima, L. (2016) Comparative life cycle assessment of ceramic brick, concrete brick and castin-place reinforced concrete exterior walls. Journal of Cleaner Production, vol.137, n° 20, p. 70-82.

UNEP SBCI (2009). Buildings and climate change: Summary for decision-makers. Paris: Sustainable buildings & climate initiative. United Nations Environment Programme, DTIE.

Van Den Heede, P., De Belie, N., 2012. Environmental impact and life cycle assessment (LCA) of traditional and “green” concretes: Literature review and theoretical calculations. Cement and Concrete Composites, 34, 4, 431–442.

Votorantim Cimentos (2016). EPD – Environmental product declaration CP II E 40, CP III-40 RS and CP V-ARI 2016. Disponível em https://gryphon4.environdec.com/system/data/files/6/11919/epd895%20Votorantim%20Cement.pdf

AUTORES

Adriana Paiva de Souza Martins, doutora em engenharia civil com ênfase em meio ambiente, mestre em engenharia civil, especialista em segurança do trabalho, engenheira civil na Universidade Federal do Rio de Janeiro, membro da Associação Brasileira de Materiais e Tecnologias Não Convencionais (ABMTENC). Currículo completo em: http://lattes.cnpq.br/4097907776155160

Lucas Rosse Caldas, mestre em estruturas e construção civil; especialista em engenharia diagnóstica e patologia das construções; engenheiro civil, ambiental e sanitarista; doutorando no Programa de Engenharia Civil da COPPE/UFRJ; professor substituto na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU/UFRJ). Currículo completo em: http://lattes.cnpq.br/5044465033551452.

Rayane de Lima Moura Paiva, mestre em engenharia civil com ênfase em recursos hídricos e meio ambiente, onde atuou com o tema de avaliação de ciclo de vida de resíduos, e doutoranda no Programa de Engenharia Civil da COPPE/UFRJ. Currículo completo em: http://lattes.cnpq.br/9681144415012561.

Romildo Dias Toledo Filho, é engenheiro civil, mestre e doutor em engenharia civil pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro e pós-doutorado na pela TU-Dresden, Alemanha. Atualmente é professor titular do Programa de Engenharia Civil da COPPE/UFRJ, vice-diretor da COPPE, coordenador do Núcleo de Materiais e Tecnologias Sustentáveis (NUMATS/POLI/COPPE) e coordenador executivo do Centro Brasil-China de Mudanças Climáticas e Energias Renováveis. Currículo completo em: http://lattes.cnpq.br/8449916971915629

BIODETERIORO POR ABEJAS SILVESTRES EN CONSTRUCCIONES CON TIERRA DE LA REGIÓN LITORALEÑA ARGENTINA

Carolina De Greef [1]; Gabriela Cilla [2]; Guillermo Rolón [3]

[1]Profesional independiente, Santa Fe, Argentina, carolinadegreef@gmail.com

[2] Universidad Nacional de Santiago del Estero, Santiago del Estero, Argentina, cillagabriela@gmail.com

[3] CONICET/Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán, Argentina, guillerolon02@gmail.com

Palabras clave: Santa Fe, adobe, revoque, patrón

Resumen

El deterioro por abejas está escasamente abordado dentro de los problemas que afectan a las construcciones con tierra. Sin embargo, se reportaron e identificaron diversas especies que pueden afectar a este tipo de construcciones en regiones áridas y húmedas de Argentina y Brasil. Algunas de estas especies son capaces de producir un fuerte impacto de biodeterioro al excavar y/o construir sus nidos en el interior de los muros, y al mismo tiempo acelerar otros procesos erosivos ambientales. En este trabajo se informa un nuevo patrón de biodeterioro producido por abejas silvestres sobre muros de adobe revocados con tierra y cal observado en una vivienda en San José del Rincón, Santa Fe, Argentina, entre 2017 y 2018. Se caracteriza el patrón de anidación de los organismos causantes, y se indican los criterios considerados para pruebas de recubrimientos implementados para remediar, o al menos controlar, este tipo de biodeterioro. Mediante registros fotográficos de muros y los orificios de entrada a los nidos se indentifican a las especies involucradas. Las abejas corresponden a las familias Colletidae (*Colletes* sp.) y Apidae (tribu: Tapinotaspidini). Tanto los colétidos como los tapinotaspidinos son abejas solitarias que pueden anidar formando densas agrupaciones en áreas reducidas. Frente a este tipo de biodeterioro, se evalúa la efectividad de distintos materiales constructivos, mediante la aplicación de tres argamasas compuestas por arena, marmolina, polvo de ladrillo, cuarzo y/o cal. Estos resultados amplian el conocimiento sobre los patrones de biodeterioro de distintas especies de abejas silvestres y permiten evaluar el desempeño de determinadas argamasas para controlar el daño causado por estos organismos.

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Biodeterioro de construcciones con tierra

El biodeterioro consiste en un proceso de degradación de un material por acción directa o indirecta de un organismo. Los deterioros que los organismos involucrados desencadenan pueden ser de orden mecánico, químico o resultado de la combinación de ambos. El biodeterioro ocasionado al patrimonio histórico y cultural específicamente por insectos es amplio y se desencadena con cualquiera de las actividades de los mismos: alimentación, búsqueda de refugio, reproducción y dispersión. Las particularidades que adoptan los procesos de biodeterioro dependen en gran medida del organismo implicado, siendo más frecuente aquel asociado a la búsqueda de alimento (Yela, 1997). En el caso de las construcciones con tierra, las características del sustrato juegan un papel central, donde el ataque proviene principalmente por la necesidad de construir refugio en los insectos, roedores y aves, o la extracción de material por parte de las últimas. La excavación para refugio y reproducción, en el primer caso, o la extracción de elementos para alimento —como ser fibras vegetales o semillas—, en el segundo, son parte de las actividades que estos organismos provocan sobre las estructuras de tierra (Walker; McGregor; Little, 1996). Al igual que los procesos de deterioro, las diversas formas de biodeterioro se presentan en una forma tan diversa que es necesario su estudio y clasificación para poder determinar las patologías que los producen y los factores que inciden. Esto se ha visto reflejado en

numerosas publicaciones muchas de las cuales fueron comentadas y discutidas en trabajo de recopilación realizado por el *Getty Conservation Institute* (Avrami; Guillaud; Hardy, 2008).

En diversas regiones, distintas especies de abejas solitarias son responsables de fuertes procesos de biodeterioro a través del intensivo proceso de minería que provocan al excavar sus nidos (túneles y celdillas) (Chiari, 1995; Mourikis; Argyrious; Tsourgianni, 1988; Cilla; Rolón, 2012; Rolón et al., 2016; Rolón; Romiti, 2017). Por otra parte, el biodeterioro no ocurre en forma aislada, sino que se desarrolla en sinergia con agentes ambientales. De este modo, los procesos se complejizan y colaboran en la aceleración de los deterioros físicos (Rolón; Cilla, 2012), tal como se observa para *Centris muralis* y *Colletes* sp., mediante el efecto de minería de la actividad de nidificación por remoción del material de los adobes durante la construcción o excavación de los nidos (op. cit., Rolón; Cilla, 2013). Estas especies, cuya nidificación se hace en forma de agregaciones, constituyen poblaciones con un elevado número de individuos que emergen y vuelven a utilizar el mismo sitio. Es así como el biodeterioro puede darse por daño directo, excavación de los muros para construcción de túneles y una elevada densidad de celdillas de cría (hasta 400 por m^2 para *Colletes* sp. y 700 celdillas por m^2 para *C. muralis*); o por ocupación de huecos preexistentes, incluidas las celdillas que son reutilizadas para nidificación por la misma u otra especie. El deterioro de los muros comienza cuando las abejas hembras practican los primeros orificios de entrada en los revoques de tierra, para iniciar la nidificación en el interior del muro. La remoción del material durante la excavación debilita la adherencia del revoque con el muro, provocando el colapso y caída de alguna de sus partes y eliminando la cubierta protectora. El muro queda expuesto al ataque de otros insectos y a las inclemencias del clima, acelerándose así los distintos procesos erosivos: físicos y biológicos.

Con lo anteriormente expuesto, los objetivos del trabajo son: por un lado, caracterizar un nuevo patrón de biodeterioro producido por abejas silvestres sobre muros de mampostería de adobe revocados con tierra de una vivienda en la región litoral de la provincia de Santa Fe, Argentina; por otro lado, indicar los criterios considerados para explorar posibles soluciones mediante pruebas de recubrimientos implementados destinados a remediar, o al menos controlar, este tipo de biodeterioro.

1.2 Descripción del ambiente litoraleño

La región litoraleña argentina está articulada en torno a los ríos Paraná, de La Plata, Uruguay y Paraguay. En términos ambientales, la región litoraleña está integrada por diversas eco-regiones a lo largo de su desarrollo, reuniendo principalmente a las más húmedas que están presente en el territorio argentino. De este modo, se encuentran: Selva paranaense, Chaco húmedo, Campos y malezales, Esteros del Iberá, Delta e islas del Paraná, Espinal y Pampa. Las temperaturas medias anuales van desde los 23ºC en el Norte a 18ºC en la desembocadura del Río de la Plata y con precipitaciones muy diversas, siempre por encima de los 1.000 mm. En particular, la eco-región Delta e islas del Paraná, donde se ubican los casos que se describen más adelante, corresponde a los valles de inundación de los trayectos medio e inferior del río. Él es su principal modelador a causa de los procesos recurrentes de inundación y deposición de sedimentos. Estos sedimentos depositados forman albardones naturales en los perímetros de las islas que protegen su interior de las inundaciones regulares, sólo superados por aquellas de gran magnitud –en las islas habitadas también se presentan taludes artificiales para resguardarse del régimen de inundaciones–. La presencia de cuerpos de agua quietos o en movimiento propicia el desarrollo de bosques y arbustales sobre las delgadas franjas ribereñas que forman los albardones y pastizales y pajonales al interior (Burkart et al., 1999).

1.3 El área de estudio específica

Una de las localidades de mayor escala dentro de la región litoraleña es la Ciudad de Santa Fe, capital administrativa de la provincia homónima, cuyos límites físicos están en gran medida configurados por los cursos de agua del Río Salado al Oeste, de la laguna Setubal al Este y del Riacho Santa Fe al Sur, integrantes del sistema hídrico del Río Paraná. La

ciudad de Santa Fe, al igual que muchas otras ciudades importantes del país, participa de un importante fenómeno de conurbación que abarca localidades vecinas como las de Recreo y Monte Vera al Norte; la ciudad de Santo Tomé y la localidad de Sauce Viejo al Sur por la ruta nacional Nº 11 –sumando en sentido Norte-Sur una extensión de 50 km–, y una delgada faja urbanizada de 3 km de longitud hacia el Este, que incorporan luego a la recientemente declarada ciudad de San José del Rincón y a las comunas de Arroyo Leyes y Santa Rosa de Calchines.

Dentro de este territorio, la zona costera que recorre el barrio Colastiné de la ciudad de Santa Fe, el municipio de San José del Rincón y las comunas de Arroyo Leyes y Santa Rosa de Calchines, presenta características particulares por su estrecha vinculación con el río y el predominio de su entorno natural con gran valor paisajístico. Gran parte de esta área se encuentra protegida por un anillo de defensa construido con el objetivo de preservar la zona de las crecientes del río Paraná y fue valorizada a partir de una reciente ampliación de la obra vial de la ruta provincial Nº1. Estas características, sumada a la saturación de la trama urbana en la ciudad de Santa Fe y a lo oneroso de los pocos terrenos disponibles, transformaron a esta zona en una de las más elegidas por las poblaciones jóvenes que buscaban acceder a la vivienda.

1.4 La resolución constructiva de las viviendas en tierra en el área de estudio

En los últimos 10 años muchos de los nuevos moradores que apreciaban el entorno natural y el valor paisajístico del área descripta apostaron a la construcción de sus viviendas con materiales naturales de la zona recurriendo a la tecnología de construcción con tierra. De este modo, en la región se dio el empleo de técnicas constructivas tales como la quincha, la mampostería de adobe y las cubiertas de paja o naturadas (techos verdes)[1], rescatando así una tradición costera que se había ido perdiendo con el paso del tiempo a partir de la introducción de los materiales industrializados y convencionales.

Históricamente, los habitantes del área isleña, cuyo medio de subsistencia era la pesca, desarrollaron en las zonas costeras un tipo de arquitectura palafítica que convivía con las recurrentes crecidas de los ríos. Una de las técnicas más utilizadas para los cerramientos era el *enchorizado* que consistía en una trama de ramas cañas o alambres fijadas a estructuras principales de maderas, a la que se enrollaba una especie de “pastón” conformado por una argamasa de fibra larga (pastizales) y barro con una buena proporción de arcilla. En zonas más altas, ya resguardadas de las crecidas de los ríos, era común también la utilización del adobe. Al igual que ocurre en muchas partes del territorio argentino, estás técnicas fueron dejadas de lado debido a procesos muy diversos de índole económico, cultural y normativo.

La implementación de estas tecnologías tradicionales en la región o de otras similares para la construcción de viviendas más contemporáneas se dio tanto a partir de la autoconstrucción como de la intervención de mano de obra especializada y profesionales en la materia, e incluso con financiamiento de créditos hipotecarios como es el caso del ProCreAr[2], produciendo como resultado algunas de las edificaciones analizadas (figura 1).

2 MUROS OBSERVADOS

En los últimos dos ó tres años, acompañando el incremento de obras nuevas resueltas con técnicas de construcción con tierra en el área, se comenzaron a observar biodeterioros en los muros de algunas de ellas asociadas a la actividad de anidación de pequeñas abejas silvestres. Estos biodeterioros se registraron en tres viviendas diferentes y en todos los muros, independientemente de su orientación. Además el mayor grado de afectación se dio

[1] Las cubiertas naturadas son: “…aquellas que contienen elementos vegetales vivos como parte integral del sistema total del techo” (Chiarella; Ilari, 2013).

[2] ProCreAr: es una línea de créditos hipotecarios lanzada en el año 2015 por el gobierno argentino destinado a facilitar el acceso a la vivienda propia.

durante el verano, momento en el que se observaba su presencia debido a lo más enérgica de la actividad de nidificación. Los muros afectados estaban resueltos con mampostería de adobe a los que se les había aplicado una primera capa de revoque grueso de tierra realizada con una argamasa de 6 partes de arena, 3 partes de tierra (60% tierra arenosa de la zona mezclada con 40% de tierra arcillosa traída de otra fuente), 0,25 partes de cal apagada y fibra. Luego se aplicó una segunda capa de revoque fino compuesto por una argamasa formada por arena, marmolina y cal y aplicada con brocha gruesa –técnica comúnmente conocida como "jabelga"–.

Un aspecto en particular fue que el área afectada de los muros resultó ser el sector inferior, por debajo de los 80 cm. El aspecto superficial del muro afectado presentaba pequeños orificios de no más de medio centímetro de diámetro distribuidos aleatoriamente con una densidad observable de entre 150 y 200 perforaciones por m^2 (figura 2).

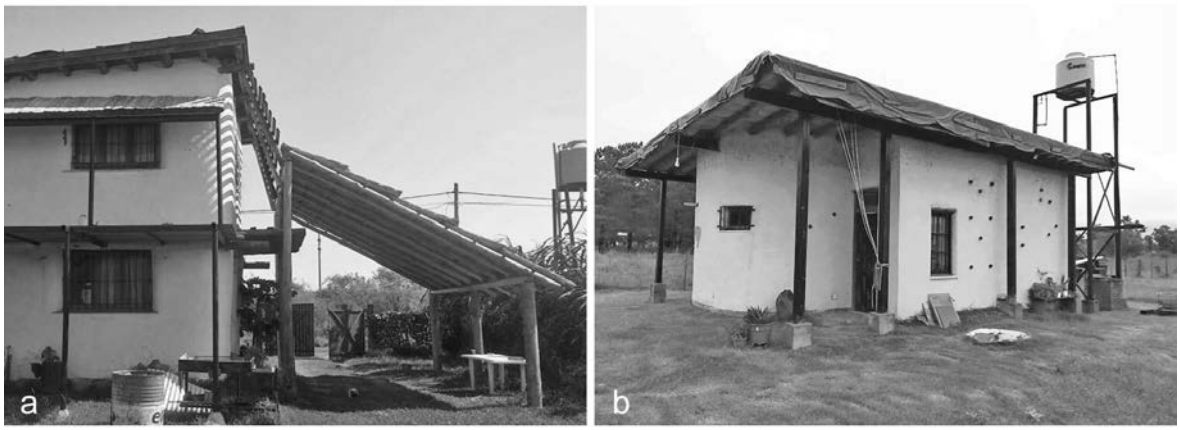


Figura 1. Dos ejemplos de las viviendas afectadas por biodeterioro. La imagen a es en la que se aplicaron los revestimientos de prueba

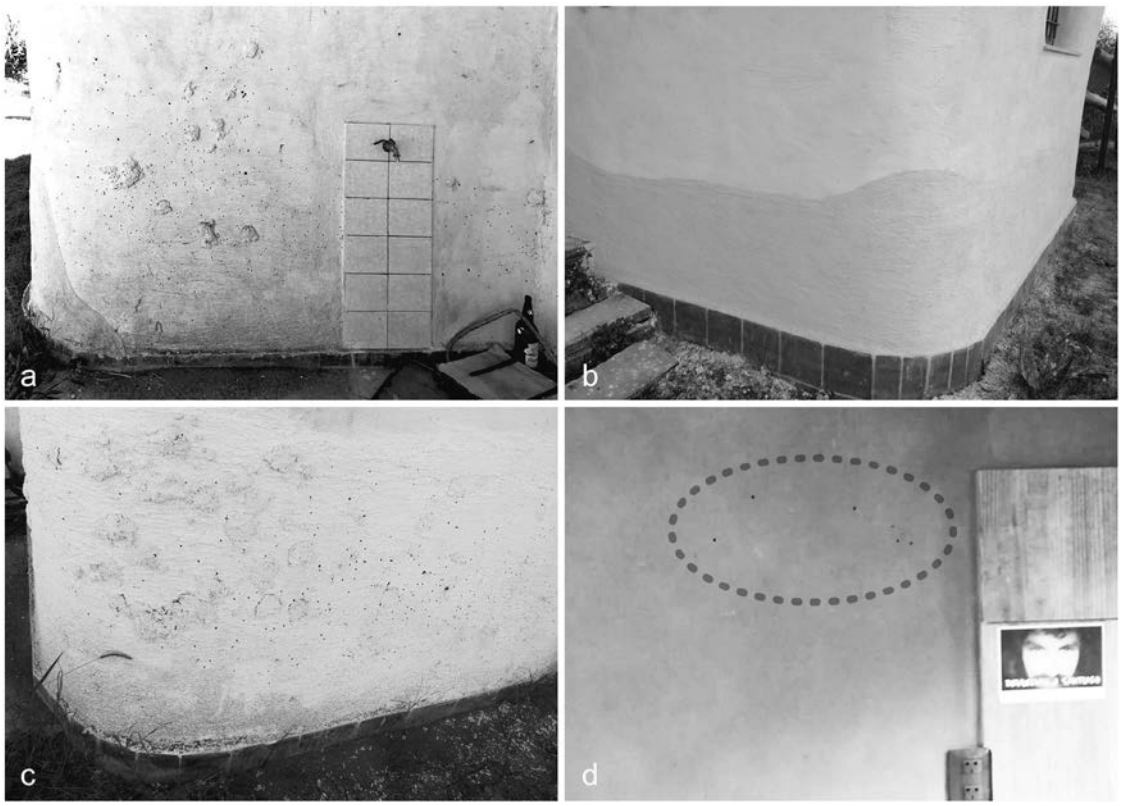


Figura 2. Muros afectados por biodeterioro: a) sector de muro con mayor densidad de perforaciones (150 agujeros en un m^2); b) área aplicada con una de las argamasas para revestimiento de prueba; c) Otro sector de la vivienda con iguales condiciones de biodeterioro; d) interior de otra vivienda con signos de nidificación

3 ESPECIES DE ABEJAS INVOLUCRADAS

Para poder identificar a las especies involucradas, se inspeccionaron visualmente muros y otros elementos constructivos en busca de signos de nidificación. De esta forma, se pudo determinar el patrón de distribución y la orientación de los nidos *in situ* (figura 2). Para su identificación se contó con registros fotográficos de muros, detalle de los orificios de entrada a los nidos y de los individuos que ingresaban en los mismos (figura 3). Las abejas corresponden a las familias Colletidae (*Colletes* sp.) y Apidae (tribu: Tapinotaspidini), dos grupos que incluyen especies que nidifican en bancos de tierra verticales. Tanto los colétidos como los tapinotaspidinos son abejas solitarias, cuyas hembras pueden anidar formando densas agrupaciones en áreas reducidas, sin observarse relación entre ellas. Las cavidades de los nidos pueden ser reutilizadas por sucesivas generaciones de abejas de la misma especie, año tras año, o ser aprovechadas por otras especies de abejas que no excavan o perforan los sustratos para nidificar. Como la mayoría de los centridinos (familia Apidae), principales causantes del biodeterioro en muros de adobe en el Noroeste argentino, gran parte de las abejas Tapinotaspidini recogen aceites florales que depositan en las celdillas para alimento de sus crías. El patrón de distribución agregado de los nidos en los muros estudiados, es similar al observado en bancos de tierra para una especie de la misma tribu (Michener; Lange, 1958). Las hembras de *Colletes*, por su parte, recubren las celdillas con una película trasparente similar al celofán. La distribución agregada de los orificios de entrada a los nidos, en los muros inspeccionados, es similar a la descripta para tal especie, en estudios previos realizados para las regiones áridas de Argentina y húmedas de Brasil (Cilla; Rolón, 2013; Rolón et al., 2016).



Figura 3. Registro del biodeterioro. a) una de las especies identificadas ingresando al túnel practicado en el muro de una tercera vivienda inspeccionada; b) Otro sector del mismo muro afectado.

4 ARGAMASAS PROPUESTAS PARA REVOQUES

A raíz de los deterioros registrados, los propietarios intentaron en principio eliminar el problema con diversos tipos de insecticidas, pero sin alcanzar resultados favorables. Viendo que la búsqueda en torno a componentes químicos no funcionó, se consultó a los autores del artículo sobre el problema. Frente al panorama indicado, se optó por abordar el biodeterioro considerando incrementar la resistencia física del revoque. De este modo, se procedió a aplicar una argamasa de mayor dureza que resultase más difícil perforar por los insectos o, al menos, los desaliente. Se optó entonces por aplicar una capa nueva de revoque fino con pinceleta gruesa probando tres tipos de argamasas diferentes y distintas a la original, todas aplicadas sobre el revoque grueso original:

Argamasa 1: Tomando como base la mezcla original

Con los mismos componentes que la argamasa de revoque fino original (5 de arena, 2,5 de marmolina y 1 de cal) pero incrementando la proporción de cal para adquirir más dureza. Proporciones: 3 de cal + 2 de marmolina + 4 de arena.

Argamasa 2: Con polvo de ladrillo

Proporciones: 1 de cal + 2 de arena + 2 de polvo de ladrillo + 2 de marmolina.

Argamasa 3: Con cuarzo

Proporciones: 1 de cal + 2 de arena + 2 de cuarzo + 2 de marmolina.

En las dos últimas argamasas finalmente se fue regulando la cantidad de cal según la consistencia, pues era necesario lograr una plasticidad tal que permitiera que la argamasa sea aplicada con pinceleta gruesa.

La primera aplicación de las argamasas se realizó en verano y mientras las abejas estaban activamente nidificando. Esto constituyó un problema en la medida que, aun estando fresco el material, las abejas perforaron el revestimiento. La segunda aplicación, corrigiendo el error inicial, se llevó a cabo durante los primeros días de junio cuando ya estaba detenida la actividad de nidificación.

5 CONSIDERACIONES FINALES

Este breve trabajo sobre el biodeterioro por abejas permitió, de inicio, ampliar la línea de investigación en marcha respecto del conocimiento sobre las especies de abejas implicadas y las formas en que actúan. En trabajos anteriores se identificaron especies pertenecientes a los géneros *Centris* y *Colletes* con un patrón de nidificación caracterizado por una elevada densidad de celdillas concentradas en los muros con mayor incidencia solar (op. cit., Rolón, Cilla, 2013). Para los nuevos casos descriptos, de Colletidae (*Colletes* sp.) y Apidae (tribu: Tapinotaspidini), las especies nidificaron de forma agregada indistintamente en todas las orientaciones de los muros afectados. Posiblemente esta distribución podría estar asociada a la homogeneidad de la temperatura en el interior del muro, factor determinante que condiciona el desarrollo de los distintos estadios de la abeja.

Por otro lado, los revestimientos aplicados en los sectores inferiores de los muros, cuya efectividad podrá ser verificada tras la emergencia de nuevos individuos (meses de primavera de 2018), se plantearon bajo un criterio distinto hasta ahora manejado. En este caso, contrario a incrementar el contenido de fibra en las argamasas de tierra (Rolón, Cilla, 2012; Rolón, Romiti, 2017), técnica utilizada para prevenir la nidificación de *Centris muralis*, se procedió a incrementar su resistencia por tratarse de abejas de menor tamaño. De esta forma, se espera que las especies involucradas en este nuevo patrón de biodeterioro, se vean impedidas de perforar los nuevos revestimientos aplicados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Avrami, E.; Guillaud, H.; Hardy, M. (Eds.) (2008). Terra literature review. An overview of research in earthen architecture conservation. Los Angeles: Getty Conservation Institute

Burkart, R.; Bárbaro, N.; Sánchez, R.; Gómez, D. (1999). Eco-regiones de la Argentina. Programa de desarrollo institucional, componente de política ambiental, Administración de Parques Nacionales, 42 pp.

Chiarella, P.; Ilari, M. J. (2013). Componentes de las cubietas naturadas. Módulo II. Santa Fe. Disponible en https://issuu.com/techosverdes/docs/componentes_definitivo

Chiari, G. (1983). Characterization of adobe as building material: Preservation techniques. En Adobe: International Symposium and Training Workshop on the Conservation of Adobe: Final Report and Major Papers: Lima, Cuzco (Peru), 31–40. Disponible en https://www.iccrom.org/sites/default/files/2018-02/1983_mutal_adobe_eng_32459_light.pdf

Cilla G., Rolón G. (2012) Macroscopic and microscopic studies of the nests and the stages involved in the nesting process of *Centris muralis* Burmeister (Hymenoptera: Apidae: Centridini) bee in the adobe walls, in La Rioja, Argentina. Biologia, 67 (3): 573–583.

Michener, C. D.; Lange, R. B. (1958). Observations on the ethology of neotropical anthophorine bees (Hymenoptera: Apoidea). Univ. Kansas Sci. Bull. 39 (3): 69-96.

Mourikis, P. A.; Argyrious, L.; Tsourgianni, A. (1988). Crumbling of the masonry of ancient settlements on Santorini caused by the Hymenoptera Anthophora crinipes and Osmia lattreillec. Entomologia Hellenica 6:59–61.

Rolón G., Cilla G. (2012) Adobe wall biodeterioration by the *Centris muralis* Burmeister bee (Insecta: Hymenoptera: Apidae) In a valuable colonial site, the Capayán ruins (La Rioja, Argentina). International Biodeterioration & Biodegradation 66, 33–38

Rolón G., Cilla G. (2013) Ocupantes silenciosas: abejas silvestres y arquitectura en tierra. Biologia, Revista de Naturaleza, Conservación y Sociedad (16): 141-146.

Rolón G., Cavicchioli A., Fazio A., Cilla G., Romiti M. (2016). Biodeterioro de construcciones de tierra y su interacción con agentes ambientales. 16º Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra. Asunción, Paraguay: FADA-UNA/PROTERRA/CEDES/hábitat

Rolón G., Romiti, M. (2017) Pautas consideradas en un diseño experimental para remediar biodeterioros. 17º Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra. La Paz, Bolivia: FAADU-UMSA/PROTERRA

Walker, B.; McGregor, C., Little, R. (1996). Earth structures and construction in Scotland: A guide to the recognition and conservation of earth technology in scottish buildings. Historic Scotland Technical Advice Notes, no. 6. Edinburgh: Historic Scotland.

Yela, J. L. (1997). Insectos causantes de daños al patrimonio histórico y cultural: caracterización, tipos de daño y métodos de lucha (Arthropoda: Insecta). Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa 20: 111-122.

AGRADECIMIENTOS

A Milagros Dalmazzo quien reportó el deterioro por *Colletes* sp.

AUTORES

Carolina De Greef, arquitecta, miembro de la Red Protierra Argentina. Durante 7 años estuvo asociada a la Cooperativa Teko limitada. desempeñando actividades de coordinación del área de Proyecto, dirección técnica y administración de obras con materiales convencionales y no convencionales y asesoramiento en cuestiones relacionadas con tecnologías no convencionales.

Gabriela Cilla, doctora en Ciencias Biológicas de la Universidad de Buenos Aires, Becaria postdoctoral del proyecto D-TEC (ANPCYT -UNSE). Entomología. Especialista en el estudio de la biología de abejas nativas: recursos florales y polínicos, interacción planta-polinizador, polinización, sustrato de nidificación y comportamiento. Estudios relacionados con el uso de plantas y apifauna nativa por comunidades campesinas.

Guillermo Rolón, doctor por la Universidad de Buenos Aires con especialidad en arqueología (FFyL-UBA, Argentina), maestro en restauración y gestión integral del patrimonio construido (UPV/EHU, España), arquitecto (FADU-UBA, Argentina), investigador adjunto del CONICET e investigador adscripto del CRIATiC; miembro de la Red Iberoamericana PROTERRA.

AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO DE UMA EDIFICAÇÃO EM SOLO-CIMENTO APÓS 27 ANOS DE USO

João Mário de Arruda Adrião[1]; Jane Eliza de Almeida Lacombe[2]

[1] Faculdade de Arquitetura e Engenharia, UNEMAT - Universidade do Estado de Mato Grosso, campus de Barra do Bugres; MT, Brasil, [1]joaomarioarquiteto@gmail.com; [2]jane.almeida@unemat.br

Palavras-chave: tijolo de solo-cimento aparente, comportamento físico, APO

Resumo

O ano era 1990. Segundo os moradores, a construção seria em alvenaria de tijolos cerâmicos, mas o pedreiro contratado tinha uma prensa de tijolo de solo-cimento e sugeriu seu uso na obra. Foram executados 12.000 tijolos, com 2 pessoas destacadas para sua fabricação. Após 27 anos de uso foi feita esta avaliação do estado geral da edificação, com ênfase nos tijolos de vedação. O objetivo deste artigo é apresentar os resultados de uma avaliação pós-ocupação focada principalmente no material de vedação, tijolos maciços de solo-cimento aparentes (sem reboco), de uma construção na área rural, com 27 anos de uso. A avaliação pós-ocupação foi baseada em critérios descritos por autores reconhecidos e foi baseada por levantamento de documentos como o projeto de arquitetura e fotos da epoca da construção. A partir de entrevista com os usuarios, foi feita descrição das etapas da execução da obra, coleta do material e manufatura dos tijolos. Em vistoria no local foram analisados itens relacionados ao comportamento físico dos tijolos isoladamente e da parede de vedação como um todo. A construção, de tijolos solo-cimento aparentes, apresenta aspecto bem satisfatório e dentro das características necessárias com algumas manifestações patológicas geralmente relacionadas a umidade e movimentação da estrutura. A avaliação mostra que alguns aspectos e atributos da construção, como paredes afastadas do solo, grandes beirais, tratamento impermeabilizante após a execução, tenham sido determinantes para a durabilidade do material, exposto por tanto tempo.

1 INTRODUÇÃO

A avaliação pós-ocupação (APO) é um importante instrumento para o desenvolvimento das tecnologias da construção e da qualidade do espaço projetado. A APO age, a partir da avaliação in loco do desempenho de ambientes construídos em uso, priorizando “aspectos de uso, operação e manutenção”. Busca produzir informações sobre o desempenho dos materiais e sistemas construtivos, bem como a qualidade do ambiente construído, para orientar ações que propiciem uma melhora da qualidade de vida dos usuários do espaço e subsidiar dados para elaboração e execução de projetos semelhantes, reduzindo assim os aspectos negativos detectados e aplicando os aspectos positivos (Ornstein; Romero, 1992)

Conforme os mesmos autores o ambiente construído deve passar por avaliações ao longo de sua vida útil, que contribuirão com dados para que em futuros projetos similares as adequações necessárias sejam feitas a fim de corrigir defeitos, inadequações originadas no projeto, na fase de construção ou ainda na fase de uso, mas também para anotar aspectos positivos que devam ser mantidos ou ainda melhorados. O ambiente construído pode ser dividido em duas fases: a fase de produção, que engloba as “etapas relativas ao planejamento, projeto e construção do edifício” e a fase de uso, “quando o ambiente construído passa a ter um papel social pleno, cuja eficiência é medida pela satisfação do usuário”.

Serra (2006) comenta que esse método de levantamento da opinião dos usuários agrega considerações que observam por outros meios as questões qualitativas do espaço em três diferentes níveis sendo eles os indicativos, investigativos e de diagnósticos.

A avaliação pós-ocupação avalia a durabilidade dos materiais e a adequação da tecnologia empregada, na busca por informações que possam subsidiar o planejamento de

construções futuras, sempre com a participação do usuário na avaliação do grau de satisfação em relação à construção que se está avaliando, contribuindo para a evolução das técnicas construtivas e desenvolvimento dos projetos arquitetônicos e complementares. (Ornstein; Romero, 1992; Medvedovski, 1994)

Segundo os mesmos autores, dependendo do objetivo da APO, diversos instrumentos de coleta de dados são sugeridos, tais como, medições para aferição de conforto ambiente, aspectos construtivos e arranjos espaciais, avaliação visual para detecção de patologias da construção, entrevistas e questionários com os usuários, registros fotográficos, filmagens e gravações, entre outros, sendo aconselhável o uso de pelo menos três destes instrumentos em uma APO.

Todos os tipos de obras e tecnologias podem ser submetidos a avaliação pós-ocupação, como nesse caso, edificações construídas a partir de tijolos de solo-cimento.

Os tijolos de solo cimento podem ser usados tanto em alvenarias de vedação, o caso da obra avaliada, como em alvenarias estruturais ou portantes tendo a vantagem das reduções de custos e tempos de execução (Figueiredo, 2017). Salmar (2014, p. 13) ainda acrescenta que “pode-se chegar a uma redução de custos de até 40% em relação aos sistemas construtivos tradicionais”. E quanto a alvenaria, Rebouças (2008) cita que é uma tecnologia viável a todos os tipos de construções, seja ela de baixo custo, quanto de níveis de acabamentos mais elevados.

Além disso, podem ser empregados com a mesma segurança e estabilidade quanto os maciços e os cerâmicos convencionais, justamente por sua resistência à compressão simples (Salmar, 2014). Rebouças (2008) também afirma que as duas técnicas (construção com tijolos maciços de solo-cimento e construção com tijolos cerâmicos convencionais) são bem semelhantes quanto a habilidade para a mão de obra.

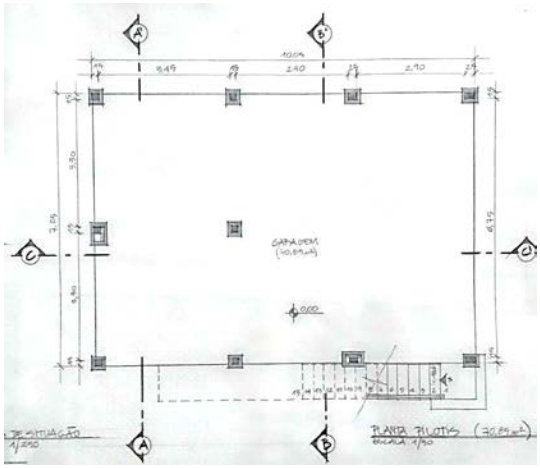
As construções com tijolos de solo cimento possuem boas propriedades térmicas e acústicas e, por não haver queima, também são baixos seus consumos energéticos. Emprega mão de obra não especializada na produção e como uma das maiores vantagens não são necessários os usos de revestimentos, podendo ser usados como tijolos aparentes, lembrando que precisam ser protegidos da umidade e chuva (Salmar, 2014).

Figueiredo (2017) também afirma que a umidade é um dos maiores problemas para os tijolos de solo cimento, no entanto soluções como beirais largos para a proteção das chuvas, afastamento das paredes acima do solo e impermeabilizações minimizam tais dificuldades.

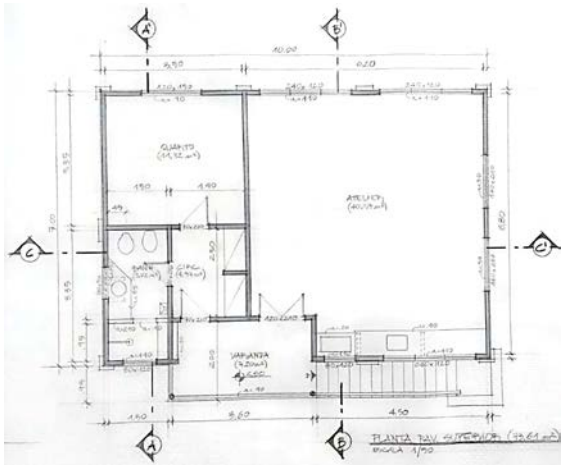
Deste modo, o projeto original da edificação aqui apresentado previa uma grande área aberta no térreo, e no pavimento superior um salão para atividades diversas (confecção de artesanato e práticas de ioga) e uma suite composta por um quarto, banheiro e armários (figuras 1a e 1b). A construcao seria em alvenaria de blocos cerâmicos, mas o pedreiro contratado tinha uma prensa de solo-cimento e sugeriu seu uso na obra. Foram executados 12.000 tijolos, com duas pessoas para sua fabricação.

Dois anos após a construção foi feita uma reforma no imóvel, com o fechamento da área aberta do térreo, sendo transformada em ambientes fechados (sala, quartos e banheiro), porém o material utilizado nas alvenarias dessas novas paredes foi o tijolo cerâmico, rebocado e pintado, apresentando boa aparência no momento (figura 1c e 1d).

Assim, após 27 anos de uso foi feita esta avaliação do estado geral da edificação, com ênfase nos tijolos de vedação em solo-cimento.



a. Planta baixa térreo



b. Planta baixa pavimento superior



c. Vista frontal



d. Vista geral da casa após reforma – Fachada Norte

Figura 1. Imagens do projeto (acervo da proprietária) e a reforma da década de 90 (crédito: J. M. A. Adrião, 1990)

2 OBJETIVOS

O objetivo deste artigo é apresentar os resultados de uma avaliação pós-ocupação principalmente no material de vedação, tijolos maciços de solo-cimento, de uma construção na área rural, com blocos aparentes (sem acabamento), com 27 anos de uso.

3 METODOLOGIA ADOTADA

O método utilizado foi o mesmo que Serra (2006) faz com análises por conversas com os usuários e com um relatório indica os problemas encontrados e às vezes propõe soluções. Os critérios adotados foram os descritos por autores como Ornstein e Romero (1992) e baseado por levantamento de documentos como o projeto de arquitetura e fotos da época da construção. A partir de entrevista com os usuarios, foi feita descrição das etapas da execução da obra, coleta do material e manufatura dos blocos. Em vistoria no local foram analisados itens relacionados ao comportamento físico dos tijolos de solo-cimento isoladamente e da parede de vedação como um todo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na obra iniciada em 1990, na cidade de Nova Friburgo, estado do Rio de Janeiro, foi empregada fundação tipo sapata isolada de concreto armado e estrutura (pilares, vigas e cinta de amarração) também em concreto armado, já a fôrma dos pilares foi feita em tijolo de solo-cimento. As vedações foram do próprio tijolo de solo-cimento, empregado também para as vergas, no entanto com direcionamento diferenciado. As esquadrias foram em madeira e metálicas de aproveitamento, adquiridas em lojas de artigos de demolição.

Quanto ao método construtivo evitou-se o corte dos tijolos, o que definiu os desenhos dos cantos e requadros, com blocos alternados. Janelas foram assentadas durante a execução da alvenaria, o que permitiu maior precisão no dimensionamento dos vãos (figura 2).



Vista geral no estado atual – Fachada Leste / Fachada Norte

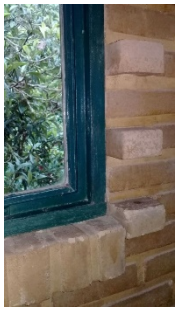






Detalhe do pilar: Forma de blocos de solo-cimento para pilar de concreto armado





Precisão no dimensionamento dos vãos de janelas



Detalhe do armário sobre a bancada

Figura 2. Detalhes construtivos da edificação (crédito: J. M. A. Adrião, 2018)

Para as análises de manifestações patológicas, poucas anomalias foram encontradas, sendo elas a degradação em alguns locais, algumas manchas e fissuras espalhadas pela edificação, sendo que todas elas não apresentaram nenhum dano rigoroso à estrutura como um todo.

Segundo Carvalho, Silvoso e Rola (2018) a desagregação que ocorre nos tijolos de solo-cimento é resultado da perda de massa como consequência de uma ação de algum agente externo. Esse problema pôde ser identificado pela presença da água em contato com os tijolos de solo-cimento, seja ele por umidade interna da edificação (figura 3a), ou por falta de impermeabilização do tijolo de solo-cimento que está em contato direto com outro material, no caso a alvenaria de tijolos cerâmicos (figura 3b) como também por contato direto com a água da chuva por respingos ao cair no solo (figura 3c).

O aparecimento de manchas podem indicar a presença de umidade pois “o mofo é uma colônia de fungos que está diretamente ligado a existência de umidade nas paredes” (Carvalho; Silvoso; Rola, 2018, p.7). Manchas foram verificadas nas peças logo abaixo da cinta de amarração (figura 3d), pois a mesma foi concretada sobre a parede pronta e o cimento e sua umidade manchou os tijolos de solo-cimento e também na fachada externa devido a falha de vedação do rufo (figura 3e).

Muitas vezes, essas manchas podem surgir em paredes internas ou na junção com vários tipos de materiais. No entanto verificou-se que nessa edificação isso não ocorreu, pois todas as paredes estão intactas e com acabamentos perfeitos (figura 3f) e mesmo as que estão em contato direto com as terças de madeira da estrutura do telhado (figura 3g).

Isso denota que há adequada iluminação e ventilação interna. Também pode ser considerado que foram corretas as impermeabilizações das peças de madeira além do uso e execução do telhado e principalmente acertado o uso de beirais largos que protegem da chuva, pois o mesmo não deixa haver infiltração.



a. Base das paredes do banheiro



b. Base da parede externa do box do banheiro









c. Detalhe da base dos pilares



d. Peças manchadas na junção com o concreto da cinta de amarração



e. Mancha causada por descida de agua por falha na vedação do rufo – Fachada Oeste





f. Paredes internas





g. Estrutura do telhado e peças intactas, apesar do apoio das terças diretamente sobre os tijolos

Figura 3. Análises de manifestações patológicas causadas pela umidade (crédito: J. M. A. Adrião, 2018)

Outra manifestação patológica muito comum e que apareceu em alguns lugares neste estudo são as fissuras que podem ser classificadas desde danos estruturais até mesmo a

pequenas aberturas, mas que podem trazer consequências futuras. Segundo Valle (2008) apud Carvalho, Silvoso e Rola (2018), muitas são as causas de aparecimentos de fissuras nas alvenarias, dentre elas as movimentações térmicas ou higroscópicas, sobrecargas, recalques das fundações como também retração por uso de produtos à base de cimento.

As aqui apresentadas não prejudicam estruturalmente a edificação, pois são leves e por possíveis questões que serão apresentadas a seguir.

As fissuras que contornam os tijolos de solo-cimento (figura 4a) são apresentadas substancialmente nas argamassas de assentamento. Possivelmente esse aparecimento deve-se por problemas de retração da argamassa de assentamento e/ou movimentação da viga. Já as que aparecem abaixo das esquadrias (figura 4b) são visivelmente identificadas pela ausência de contra-verga que têm como principal função justamente a prevenção das trincas que surgem devido às movimentações previsíveis que geralmente ocorrem nas edificações por consequência das acomodações no solo, expansão ou deflexões das alvenarias. Outro dano apresentado, também por ausência de componentes, foram as quebras em tijolos abaixo das janelas (figura 4c). Essas arestas danificadas ocorreram pela falta de peitoris. Esses elementos são utilizados logo abaixo das janelas como proteção da alvenaria que além de função de apoio, servem para acabamentos. E por fim, as fissuras ao lado das portas (figura 4d) possivelmente foram provocadas por diferenças de movimentações térmicas. Esse fenômeno ocorre, pois cada material possuir seu próprio coeficiente de dilatação térmica, assim ao unirem-se diferentes materiais, como tijolos solo-cimento e esquadrias de madeira, as movimentações exerceram forças que não foram capazes de suportar sem danificar.



a. Trincas contornando os blocos



b. Trinca sob as janelas por falta de contra-verga



c. Aresta quebrada abaixo das janelas

d. Trinca existentes ao lado das portas

Figura 4. Fissuras e danos na edificação (crédito: J. M. A. Adrião em 2018)

Mais esclarecidamente, o mapa de danos pode ser apreciado na figura 5.



Figura 5. Mapa de danos com todas as fachadas representadas (elaborado por J. M. A. Adrião, 2018)

E para ampliar ainda mais as análises indicativas, foram verificados com os moradores, por meio de entrevista, o que os mesmos sentem sobre a edificação (tabela 1).

Tabela 1. Respostas à conversa sobre a edificação

Perguntas	Respostas: Usuário 1, Usuário 2 e Usuário 3
Há quantos anos utilizam a casa?	1 - Desde 1992 2 - 2007 a 2009 3 - 28 anos aproximadamente
Algum problema na casa?	1 - Quarto é muito seco 2 - Sem isolamento térmico. Quarto muito frio à noite[1] 3 - nos lugares de maior umidade o tijolo fica mais poroso, ex: banheiro e na coluna até 40cm do solo

[1] Observar que a casa é em Nova Friburgo, região serrana do RJ, com temperaturas baixas a maior parte do ano

Algum barulho incomoda?	1 – Não 2 – Não 3 - É bem silenciosa
O que acha da temperatura dentro da casa?	1 - muito quente no calor ou muito frio no inverno 2 - Piso frio (ardósia) 3 - Fria. O piso de pedra do quarto, a altura do forro e o tamanho acrescido das janelas do quarto o tornam ainda mais frio em todas as épocas do ano, intensificando no inverno. O banheiro desse quarto não possui forro e o pé direito também é alto, com o piso de pedra, tornando o ambiente mais frio no inverno e não chega a ficar aquecido no verão. O salão de atividades, também no segundo andar, não possui forro, possui um revestimento leve de madeira no piso, nesse local pode fazer calor no verão, como uma bolha de calor, acredito que por conta da telha de amianto, nada muito intenso, e frio no inverno,
Em comparação com a outra casa, a temperatura é:	1 - Mais quente 2 - Menos umidade porque é segundo pavimento 3 - Durante a noite aqui no TerrAmada é mais frio que na outra casa e durante o dia aqui é mais agradável pois se expõe mais ao sol
Quando chove há algum vazamento?	1 - Goteira na junção da caixa dagua com o telhado 2 – Goteira 3 - Um pequeno vazamento na porta do banheiro por conta de uma goteira no telhado. E a escada de acesso ao segundo andar fica parcialmente exposta a chuva.
Já fez alguma reforma na casa?	1 - Sim. Piso (substituição do piso de ardósia por laminado) 2 - Fechamento da garagem 3 - Pequenas reformas na escada externa, trocas de madeira de degraus. O andar de baixo era uma garagem e foi feita uma obra de alvenaria fechando o ambiente que agora possui sala, banheiro e quarto.
Qual o material utilizado na reforma?	1 - Tijolo maciço e tijolo (se refere ao bloco cerâmico furado) 2 - Piso de madeira (na realidade o piso colocado no salão é de laminado padrão madeira) 3 - madeira na escada. Cimento e tijolo (cerâmico) na parte de baixo onde era garagem. Isso não foi exatamente uma reforma, foi uma outra construção. Reforma mesmo só na escada e no salão de práticas que recebeu um revestimento de madeira por cima do piso de pedra.
Vê alguma qualidade no material de vedação?	1 - 20 anos sem manutenção (se refere à pintura) e Beleza (do material) 2 - Prefere alvenaria comum 3 - É bonito, as pessoas ficam admiradas com a beleza da construção, aconchegante, e está durando bem. E parece auxiliar no equilíbrio da temperatura. Esquenta durante o dia e leva esse calor para noite. Na construção como um todo, o piso de pedra acaba roubando o calor do quarto, mas o tijolo ajuda a frear esse resfriamento. E em dias quentes ele não esquenta tão rápido, mantendo o ambiente fresco, mas no salão a telha de amianto permite um aquecimento mais rápido e um resfriamento mais rápido também, o tijolo equilibra esse movimento. Quanto ao revestimento da parede, os tijolos de terra parecem auxiliar no equilíbrio da temperatura, da umidade e criam uma acústica de maior silêncio, principalmente nos quartos que são bem silenciosos, mas quando tem barulho em um cômodo dá pra escutar dos outros. Acredito que o silêncio tenha mais relação com o lugar que é silencioso.

Algum inconveniente?	1 - Com o tempo está se desfazendo na umidade. Mas ainda é muito mais durável que a casa de alvenaria... pintura todo ano 2 - Porosidade. Poeira no “tijolinho” (se refere ao tijolo de solo-cimento) 3 - Os tijolos (se refere aos tijolos de solo-cimento) são mais quebradiços, se a gente quiser colocar um quadro na parede ou prateleira é preciso pregar na parte entre os tijolos e não no tijolo em si.

Obs.: As respostas aqui transcritas foram dadas pelos entrevistados, com observações do autor entre parentesis. Usuarios 1 e 2 entrevista verbal e usuário 3 por escrito

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo apresentado expôs a importância da avaliação pós-ocupação, principalmente depois de tanto tempo de uso, para apontar quais os caminhos corretos que foram tomados para que a obra se mantivesse da melhor maneira possível.

A alvenaria de tijolos de solo-cimento aparente apresenta aspecto bem satisfatório e dentro das características necessárias após 27 anos de uso, com poucas manifestações patológicas geralmente relacionadas a umidade e movimentação da estrutura, mostrando que o material solo-cimento tem durabilidade.

Foi possível concluir que alguns aspectos e atributos de projeto e da construção, como paredes afastadas do solo, grandes beirais, tratamento impermeabilizante após a execução, foram determinantes para a durabilidade do material, exposto por 27 anos. E identificar como o usuário percebe a vantagem do sistema construtivo, mesmo achando não confortável (frio) o local, mas valoriza o material empregado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Carvalho, B. T.; Silvoso, M. M.; Rola, S. M. (2018). Análise das manifestações patológicas em construções com bloco de solo-cimento: estudo de caso laboratório do IVIG – UFRJ. Conferência sobre patologia e reabilitação de edifícios. 6, Rio de Janeiro. PATORREB 2018.

Figueiredo, L (2017). Arquitetura da paz. São Paulo: Scortecci

Medvedovski, N. S. (1994). Revisão da terminologia e dos conceitos existentes na área. Workshop Avaliação Pós-ocupação. São Paulo/SP: ANTAC e NUTAU.

Ornstein, S.; Romero, M. (colaborador). (1992). Avaliação pós-ocupação do ambiente construído. São Paulo: Ed. Studio Nobel; Editora da Universidade de São Paulo.

Rebouças, P. H. B. (2008). Alvenaria de bloco de terra comprimida: avaliação da tecnologia focada na gestão dos processos. Trabalho de conclusão do curso. Graduação em Engenharia Civil, Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS. Feira de Santana, Bahia.

Salmar, E. (2014). Cartilha para produção de blocos de terra comprimida (BTC). Piracicaba. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/298790877_Cartilha_para_producao_de_blocos_de_terra_comprimida_BTC .

Serra, G. G. (2006). Pesquisa em arquitetura e urbanismo: guia prático para o trabalho de pesquisadores em pós-graduação. São Paulo: Edusp: Mandarim.

AUTORES

João Mário de Arruda Adrião, mestre em Engenharia de Edificações e Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT, arquiteto e urbanista pela Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ; professor do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT campus Barra do Bugres. Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/9465711389050291

Jane Eliza de Almeida Lacombe, doutora em Arquitetura e Urbanismo pelo Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo – IAU/USP, mestre em Engenharia de Edificações e Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT, arquiteta e urbanista; professora do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, campus Barra do Bugres. Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/0103017511912117

TerraBrasil 2018
Território e trabalho: a produção da arquitetura com terra no Brasil
VII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Rio de Janeiro-RJ (Brasil), 30 de outubro a 2 de novembro de 2018
http://redeterrabrasil.org

CLASSIFICAÇÃO E PECULIARIDADES DOS SOLOS TROPICAIS E SUAS INFLUÊNCIAS COMO MATERIAL DE CONSTRUÇÃO

Jaqueline Leite Ribeiro do Vale[1]; Marco Antônio Penido de Rezende[2]; Hyago Felipe da Cruz Silva[3], Matheus Gomes Zarista[4], Christopher de Paula Alves[5]

Centro Universitário Newton Paiva e-mail: [1]jaquelinevale@gmail.com; [3]hyago.cruz@outlook.com; [4]matheuszarista@hotmail.com; [5]christopherdepaulaalves@gmail.com

[2]Universidade Federal de Minas Gerais e-mail: marco.penido.rezende@hotmail.com

Palavras-chave: classificação de solos, caracterização de solos, arquitetura e construção com terra

Resumo

A maioria das classificações geotécnicas foi desenvolvida em países de clima temperado. Os solos tropicais podem revelar comportamento mecânico e hidráulico diferentes dos solos temperados devido ao seu processo de laterização. Muitas vezes, a aplicação dos sistemas de classificação tradicionais, como o ensaio de granulometria e Limites de Atterberg, aos solos tropicais se tornam restritas devido às suas peculiaridades, não correspondendo assim ao seu real desempenho e comportamento, quando utilizada nas construções. As variações mineralógicas constatadas nos solos tropicais são maiores que as encontradas em solos de outras regiões. Essa constituição mineralógica pode ser considerada como um dos principais fatores do comportamento peculiar dos solos tropicais. Devido a esse fato, estudar o comportamento peculiar dos solos tropicais é fundamental para compreensão e aplicação na construção com terra. O objetivo do presente trabalho foi compreender quais as peculiaridades dos solos tropicais e quais as possíveis influências na seleção e aplicação do solo para construção com terra. Através desta pesquisa conclui-se que, devido às suas peculiaridades, é necessário identificar e conhecer as constituições dos solos tropicais uma vez que solos de composição granulométrica similares podem ter comportamentos completamente diferentes. Devido a existência de argilominerais característicos e exclusivos dos climas tropicais e subtropicais, chamado de laterizado, as classificações tradicionais podem não ser suficientes para caracterizá-los, sendo importante o aprofundamento de pesquisas para propostas de ensaios complementares aos tradicionais para caracterização e seleção dos solos tropicais para construção com terra.

1 INTRODUÇÃO

Cobrindo maior parte da superfície terrestre, a terra é um material muito acessível e, quando misturada com água para uma consistência adequada, torna-se um material fácil de trabalhar e moldar (Oliver, 1997). A utilização da terra como material de construção é um dos mais antigos recursos utilizados pelo homem. Ainda hoje, em diversas regiões do globo terrestre, a terra é usada na construção de habitações, traduzindo a identidade, a história, a cultura e a forma de vida de várias populações.

As técnicas de construção com terra datam de mais de 9.000 anos. Todas as culturas antigas utilizaram a terra como material de construção para residências e também para fortalezas e obras religiosas. Como as ruínas do templo mortuário de Ramsés II em Gourna, Egito, construído com adobe há mais de 3.000 anos.

A terra como material de construção vem sendo utilizada de uma maneira continuada, entretanto, com o processo de industrialização, veio perdendo vigor, devido ao surgimento de novas técnicas construtivas, como o concreto armado, cimento Portland, blocos industrializados de outros materiais, entre outros fatores (Santiago, 2001).

A utilização da terra como material de construção ocorre basicamente de duas maneiras: o solo embebido com água, formando uma massa plástica, que é também denominado barro; ou uma mistura úmida, tendendo a quase seca, que pode ser prensada ou compactada, que é a terra comprimida. Dentro destes dois modos de utilização o barro apresenta

propriedades mecânicas e de impermeabilidade diferentes e menores do que a terra compactada (Neves et al., 2010).

Santiago (2001) ressalta que, para a construção, a terra deve apresentar boa coesão, atribuída pela presença da argila, que tem a funcionalidade de um ligante natural. Existem variações no tipo e na quantidade de argila, de acordo com o local onde o solo se encontra, fazendo-se necessário aferir constantemente a qualidade ao material a ser utilizado e as suas características específicas.

Dentre as vantagens da construção com terra em relação às convencionais estão o baixo consumo de energia, associada ao quase nulo nível de poluição, proporcionando eficácia no que diz respeito à saúde humana, além de promover conforto vinculado às questões térmicas (Torgal; Jalali, 2009). No Brasil, o futuro da utilização de terra para a construção acontece primordialmente pelo reconhecimento da relevância desta prática, ambicionando regulamentação própria, que transmita uma espécie de adaptação do estudo das técnicas aos solos tropicais brasileiros. O primeiro passo para tal reconhecimento é o estudo e compreensão das características dos solos brasileiros, para então aprofundar em suas caracterizações e aplicações.

Nas últimas décadas, muitas dessas técnicas, como o adobe e o pau-a-pique, vem sendo utilizadas pela população mais carente, principalmente na área rural em que, por falta de recursos financeiros e conhecimentos, a construção fica precária e sem acabamento adequado. Uma das consequências dessas construções precárias são a ocorrência da doença de Chagas (Silva, 2000) devido à proliferação do *Triatoma infestans* (barbeiro) nessas construções de pau a pique e também a baixa resistência à compressão dos adobes. Por esse motivo, essas técnicas (construção com terra) é vista, muitas vezes, com preconceitos e remete a uma precariedade e fragilidade para a grande maioria da população. Mas muitos exemplos de utilização correta de técnicas de terra existem para quebrar esse paradigma, como em algumas cidades históricas que possuem construções antigas e bem conservadas e construções atuais utilizando esse tipo de técnica, como em Tiradentes e Prados, Estado de Minas Gerais, que tem utilizado adobe como material de construção. Por meio de produção individual ou de comercialização com produtores locais, a utilização do adobe vem sendo resgatada, não só mantendo uma arquitetura colonial local, mas também através de construções com estilo arquitetônico contemporâneo.

É sabido que as propriedades físicas e químicas do solo utilizado na arquitetura e construção com terra possuem uma relação direta com a qualidade final das mesmas. Muito tem se estudado essas características e a qualidade das técnicas de terra aplicadas, mas pouco tem se falado sobre os comportamentos e peculiaridades dos solos tropicais aplicados à arquitetura de terra, principalmente em relação à realização dos ensaios de caracterização dos solos.

Solos tropicais (figura 1) são aqueles que apresentam peculiaridades de propriedades e de comportamento em relação aos solos não tropicais, em decorrência da atuação de processos geológicos, que ocorrem utilizando energia proveniente do interior da Terra, formando e modificando a composição e a estrutura da crosta, e/ou pedológicos, típicos das regiões tropicais úmidas (Nogami; Villibor, 1995). Comumente, os países que abrigam esse tipo de solo estão situados na faixa intertropical, sendo que isso não representa necessariamente uma regra, pois o solo deverá apresentar propriedades peculiares, quando comparado aos solos não tropicais (Santos, 2006).

> Provavelmente, as variações mineralógicas constatadas nos solos tropicais são muito maiores que nos solos de outras regiões. Além disso, muito dos comportamentos peculiares dos solos tropicais podem ser explicados pela constituição mineralógica. Daí a importância de se considerar essa característica, no estudo geotécnico dos solos tropicais. (Nogami e Villibor, 1995, p.12)

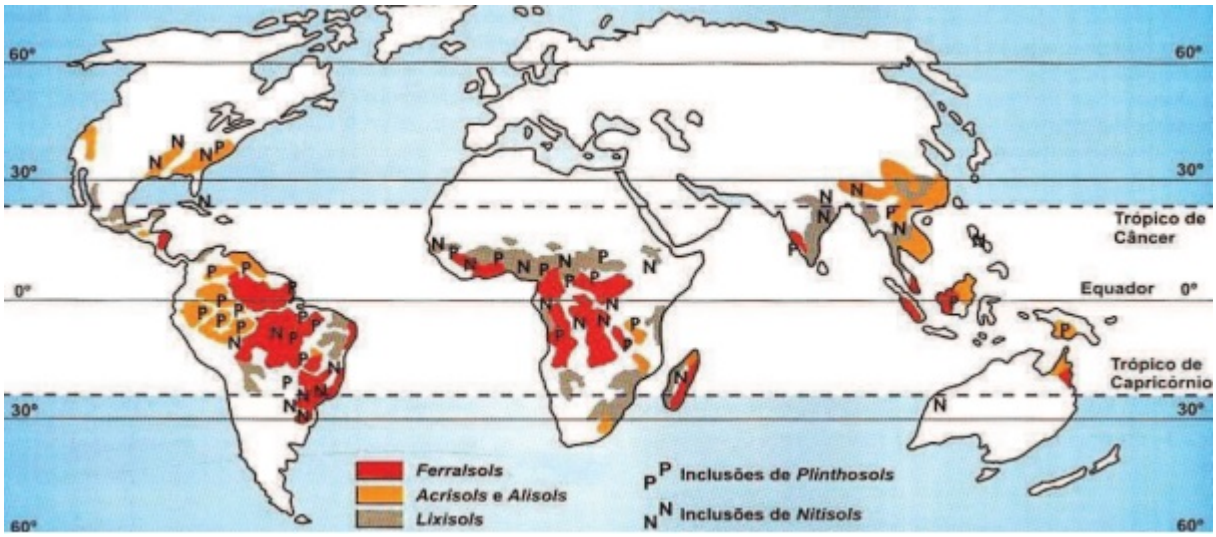


Figura 1: Distribuição global dos solos tropicais segundo WRB/FAO (FAO, 1998; Lepsch, 2005)

De acordo com Nogami e Villibor (1995) uma das dificuldades em abordar as peculiaridades dos solos tropicais reside na ausência de uma terminologia consagrada para os mesmos, uma vez que foram desenvolvidas para solos e condições ambientais prevalecentes em regiões de climas frios e temperados. Segundo os autores, sempre que possível os termos utilizados foram adotados pelas instituições brasileiras que mais tratam de solos para finalidades geotécnicas, como a Associação Brasileira de Mecânica dos Solos (ABMS), Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE) e a Sociedade Brasileira de Ciências do Solo (SBCS).

2 OBJETIVO

O objetivo do presente trabalho é identificar as peculiaridades dos solos tropicais para futuro aprofundamento nas pesquisas das técnicas de seleção e caracterização dos solos tropicais na construção com terra.

3 ESTRATÉGIA METODOLÓGICA

Adotou-se o método de pesquisa exploratória a partir de revisão bibliográfica sobre os solos tropicais e suas peculiaridades. Várias fontes de informações foram utilizadas como bibliotecas, "portal Capes" e outros meios de pesquisas digitais, além de contatos com redes de pesquisadores sobre o tema, realizando um levantamento criterioso das informações encontradas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Formação e peculiaridades dos solos tropicais

Atualmente, a definição de solo mais usada na Ciência do Solo é “a coleção de corpos naturais na superfície terrestre, em parte modificado ou mesmo construído pela atividade humana a partir de material terrestre, que contém matéria viva e é capaz de sustentar plantas ao ar livre” (Kämpf; Curi, 2012, p.11)

O solo foi reconhecido como “corpo natural organizado”, através da influência dos avanços da ciência, por Vailii Vasilevich Dokuchaev e colaboradores na segunda metade do século XIX. Dukuchaev formulou, através dos seus estudos como geólogo, a concepção dos fatores de formação do solo, tais como: material de origem, clima, vegetação, relevo, agindo ao longo do tempo. O conhecimento de tais combinações “permitiria predizer quais os solos que ocorrem em cada local, ou seja, a mesma combinação de fatores corresponderia ao mesmo tipo de solo” (Krupenikov, 1992 *apud* Kämpf; Curi, 2012, p. 8).

A formação do solo é condicionada por um conjunto de processos que atua ao longo do tempo, produzindo mudanças em suas propriedades e representando assim a sua "evolução", que é contínua, uma vez que não há ponto de equilíbrio com o ambiente (Kämpf; Curi, 2012).

Todos os solos originam-se da decomposição das rochas que constituíam inicialmente a crosta terrestre e, de acordo com Young (1976), existem oito fatores físicos principais responsáveis por essa formação: clima, material de origem, forma da superfície terrestre, águas superficiais e subterrâneas (drenagem), organismos (fauna e flora), tempo (idade do solo) e ações antrópicas.

A água no solo é considerada um dos principais agentes do intemperismo das rochas e da transformação dos minerais e atua na redistribuição, adição ou remoção de materiais no interior do perfil do solo. A velocidade do processo de formação é determinado pela disponibilidade e o fluxo de água no solo. O efeito dos fluxos de umidade é caracterizado como *regime de umidade* do sistema, que representa as mudanças nas reservas de umidade do solo e a quantidade de água disponível para a lixiviação e intemperismo. Além da precipitação pluvial, a temperatura também possui grande significância pedogenética, sendo representada pela média anual de temperatura do ar (Kämpf; Curi, 2015).

Dentre as principais influências do clima, pode-se destacar o teor de matéria orgânica (MO) e de nutrientes (N), a saturação do solo por bases, profundidade e textura do solo. Segundo Kämpf e Curi (2015), o teor de MO aumenta e o de N diminui com o decréscimo da temperatura e o incremento das chuvas, devido à sua influência no crescimento vegetal e a velocidade de decomposição da MO é diretamente influenciada pela temperatura.

Segundo Kämpf e Curi (2012), contemporaneamente com o trabalho desenvolvido por Dokuchaev e equipe, o geólogo americano Eugene Woldemar Hilgard relacionou as propriedades químicas dos solos aos fatores clima (1882) e material de origem (1906), sendo estes os principais fatores que alteram o tipo de argilomineral[1] formado nos solos. Um dos motivos dessa influência é que acréscimo da precipitação anual intensifica a lixiviação que causa mudanças na composição dos argilominerais, de esmectita a caulinita.

Os argilominerais são os minerais mais abundantes da superfície da crosta terrestre, formado através do intemperismo de silicatos e constituindo parte importante de solos, rochas sedimentares e sedimentos de fundo oceânico (Velde, 1992, *apud* Scapin, 2003*).* A classificação dos argilominerais está relacionada com a disposição dos átomos de silício em sua estrutura cristalina. A classificação dos argilominerais está relacionada com a disposição dos átomos de silício em sua estrutura cristalina.

Grim (1962) *apud* Mello et al. (2011) diz que não é possível descrever uma argila por um pequeno número de propriedades e que são diversos fatores que controlam as propriedades de uma determinada argila: a composição mineralógica dos argilominerais qualitativa e quantitativa; a composição mineralógica dos não argilominerais, distribuição granulométrica e o teor em eletrólitos quer dos cátions trocáveis, quer de sais solúveis, qualitativa e quantitativamente.

O comportamento de um determinado tipo de solo é decorrente da quantidade das partículas minerais existentes em sua composição, além da quantidade de água presente no mesmo, não somente da água existente em lençóis freáticos, mas também das águas retidas nas vizinhanças dos pontos diretos de contato das partículas sólidas e da água adsorvida (Torgal; Jalali, 2009).

Devido às diferenças climáticas e outros fatores de evolução, os solos tropicais podem divergir e apresentar comportamentos distintos relacionados ao seu proceder hidráulico e mecânico por meio do processo de laterização, que acontece em regiões tropicais úmidas,

[1] Argilomineral é o nome técnico, usado em geologia, para definir minerais constituídos por silicatos hidratados de alumínio e ferro, que podem conter elementos alcalinos, como o sódio e potássio e alcalinos terrosos, como o cálcio e magnésio.

onde os cátions básicos são lixiviados, com concentração residual de óxidos de ferro e de alumínio. Deste modo, devido a estes acontecimentos, a fração argila de solos lateríticos[2] é composta essencialmente por argilominerais do grupo das caulinitas e de óxidos e hidróxidos hidratados de ferro e/ou alumínio. A associação destes elementos é responsável pela aglomeração estável em presença de água, que ocorre graças ao recobrimento dos argilominerais pelos grupos citados acima, que são redutores da capacidade de adsorção de água (Santos; Parreira, 2015).

Ao apresentar comportamento laterítico, quando compactado em condições propicias, um solo adquire alta capacidade de suporte e baixa perda dessa competência quando imerso em água. Estima-se que esses solos ocupam aproximadamente 8,1% da superfície dos continentes, e no Brasil (figura 2) se distribuem por quase todo território (Santos; Parreira, 2015).

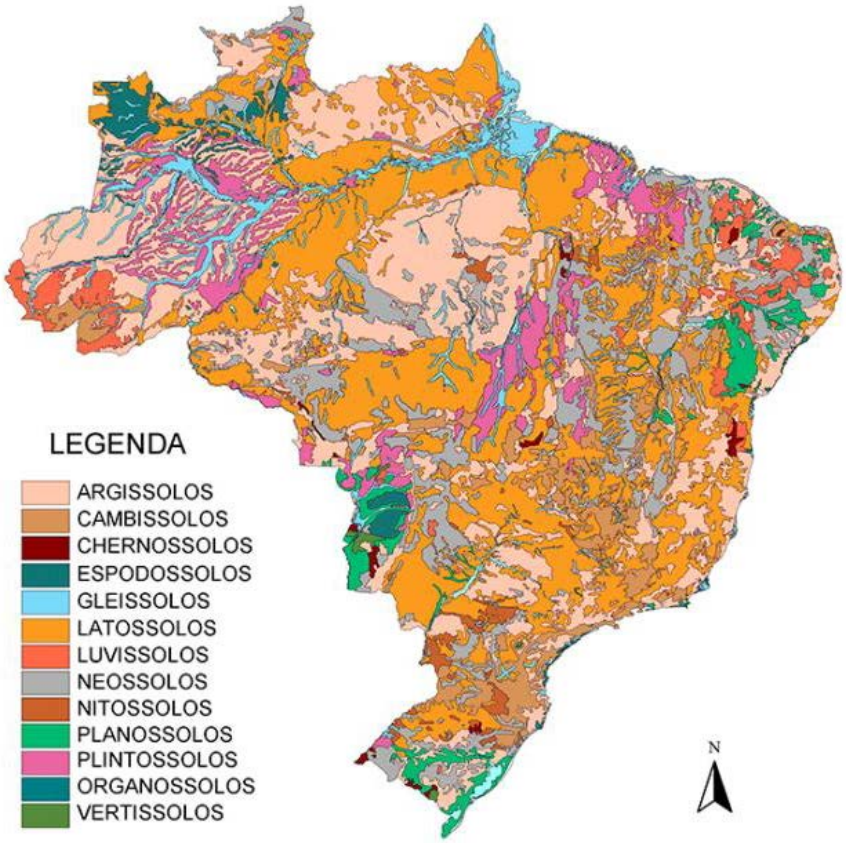


Figura 2: Mapa dos solos do Brasil
(http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/Abertura.html)

Nogami e Villibor (1995) descrevem as principais peculiaridades dos solos lateríticos e saprolíticos[3] em relação aos tamanhos de suas partículas. Em relação às areias em solos lateríticos, os autores citam que o quartzo é o mineral encontrado com maior frequência, assim como acontece também nos solos não tropicais. O quartzo proporciona aos solos uma elevada resistência à compressão, elevado módulo de elasticidade, elevada dureza e estabilidade química. Outros minerais encontrados são a ilmenita e a magnetita, comumente encontrados no centro-sul do Brasil e sul da Bahia. Nestes solos, a fração de areia possui uma massa específica maior.

[2] Tem como característica uma série de propriedades que os levam a ser classificados como solo de comportamento laterítico na classificação MCT. Pedologicamente, o solo laterítico é uma variedade de solo superficial pedogenético, típico das partes bem drenadas das regiões tropicais úmidas (Nogami; Villibor, 1995).

[3] Os solos saprolíticos (sapro, do grego: podre) são aqueles que resultam da decomposição e/ou desagregação in situ da rocha matriz pela ação das intempéries (chuvas, insolação, geadas) e mantêm, de maneira nítida, a estrutura da rocha que lhe deu origem.

Frequentemente são encontrados nas frações de areia dos solos lateríticos torrões ou agregados constituídos predominantemente de argila que não são totalmente separáveis pelos processos padronizados de desagregação laboratorial nos ensaios de granulometria (Nogami; Villibor, 1995). Tais características podem gerar nestes solos comportamentos distintos daqueles previstos pela curva granulométrica gerada.

Nas frações de areia em solos saprolíticos é comum encontrar diversos minerais distintos do quartzo, como os feldspatos e as micas. Quando presente, a mica pode ser responsável por características marcantes no solo, tais como: elevação do limite de liquidez e diminuição do índice de plasticidade; elevação da expansibilidade por aumento de umidade; diminuição de massa específica aparente seca máxima quando compactado; elevação de umidade ótima de compactação; diminuição drástica da capacidade de suporta; redução do módulo de resiliência (Nogami; Villibor, 1995).

As frações de silte nos solos lateríticos são compostas essencialmente pelos mesmos minerais da fração areia, porém com dimensões menores, o que dificulta uma identificação rigorosa e completa dessas frações. Assim como acontece na fração areia, é frequente a presença de torrões de argila não totalmente desagregados no processo de dispersão utilizado na separação desta fração para a determinação granulométrica, variando sua porcentagem de acordo com a intensidade da dispersão mecânica e do defloculante utilizado.

Em solos saprolíticos a presença de caolitinas, mineral comum na fração argila dos solos, quando encontradas na fração silte pode imprimir propriedades e comportamento peculiares a muitos solos, contribuindo de maneira diferente do quartzo nos Limites de Atterberg. Desta forma, o silte de caolinita pode ter índice de plasticidade diferente de zero, contribuindo com a coesão e expansão ao solo (Nogami; Villibor, 1995).

> A constituição da fração argila dos solos tropicais, sobretudo dos lateríticos, desempenha um papel decisivo no comportamento peculiar desses solos, quando comparados com aqueles similares granulometricamente, considerados na bibliográfica geotécnica de países situados em climas não tropicais (Nogami; Villibor, 1995, p.18).

Dentre as peculiaridades dos argilominerais, pode-se citar: grande superfície específica; cargas elétricas predominantemente negativas, que proporciona a capacidade de troca catiônica quando em suspensão aquosa; quando umedecidos tornam-se plásticos e resistentes quando secos; possuem grandes variações volumétricas; exibem o fenômeno da floculação (agregação de grãos) quando em suspensão aquosa e dispersão cujo grau depende bastante da concentração e natureza das substâncias químicas em solução. Tais características se acentuam na seguinte ordem de argilominerais: caolinitas, illitas e montmorillonita (Nogami; Villibor, 1995).

A presença de óxidos de ferro e de alumínio hidratados desempenham papel importante na formação de agregados na fração argila dos solos lateríticos devido a suas propriedades cimentantes (Nogami; Villibor, 1995).

4.2 Limitações da aplicação das classificações geotécnicas tradicionais na identificação dos solos tropicais

Os solos podem ser classificados a partir de análises e avaliação de dados físicos, mineralógicos, químicos e morfológicos do perfil que os representam. Além disso, existem fatores que podem influir na utilização desses mecanismos de especificações, bem como aspectos ambientais do local do perfil, dentre estes, clima, vegetação, relevo, condições hídricas e material originário (Embrapa, 2018).

O principal objetivo da caracterização do solo, seja no campo ou no laboratório, é o entendimento do objeto de estudo por meio de suas características morfológicas, físicas, químicas, biológicas e, ou, mineralógicas. A constituição dos grãos ou partículas sólidas dos solos é de grande importância em suas propriedades e comportamento, mas de acordo com

Nogami e Villibor (1995), é um aspecto pouco considerado na maioria dos livros tradicionais de mecânica dos solos.

De acordo com Santos (2006), a aplicação das classificações tradicionais aos solos tropicais podem se tornar restrita por não corresponder ao real desempenho nas obras. O autor cita que há uma série de deficiências ao utilizar a Classificação Unificada (limites de Atterberg) para caracterizar a plasticidade dos solos tropicais. De acordo com Nogami e Villibor (1995), entres as deficiências estão:

- Os valores dos índices nos solos lateríticos variam com a destruição dos torrões ou agregados, não tendo fixo se o mais apropriado seria a destruição total ou parcial dos agregados, sendo assim um solo laterítico, como o latossolo roxo por exemplo, pode variar significativamente os valores das propriedades conforme o grau de destruição dos agregados, comprometendo assim a classificação deste solo, já que depende dos valores do limite de liquidez (LL) e do limite de plasticidade (LP);
- O gráfico de plasticidade não distingue os solos de comportamento lateríticos dos não lateríticos, portanto os mesmos valores de LL e do índice de plasticidade (IP) podem agrupar solos de comportamentos completamente distintos.

Na arquitetura e construção com terra é comum a utilização dos ensaios de granulometria e limites de Atterberg como propriedades quanto a caracterização e escolha do solo. Entretanto, Nogami e Villibor (1995) citam em estudos com as mesmas amostras enviadas para os mais conceituados laboratórios do Brasil para realização dos limites de Atterberg, resultados dos limites de liquidez variando de 62% a 97% e, índice de plasticidade, de 24% a 55%. Tais condições tornam inviáveis limites rigorosos para esses índices, uma vez que sua determinação sofre considerável influência do operador.

A aplicação da mecânica dos solos tem se intensificado no Brasil ao longo dos anos, desde a década de 1990, e, assim, atuado na busca da solução de problemas vinculados às construções rodoviárias, pelo fato de que foram encontradas várias discrepâncias entre as previsões efetuadas de acordo com os princípios desenvolvidos por essas especificidades e o real comportamento dos solos nas obras. Essas desconformidades têm sido atribuídas, em geral, às peculiaridades dos solos e ao ambiente tropical no qual estão inseridos. Para que elas possam ser devidamente consideradas, é necessário que sejam caracterizadas apropriadamente.

Em decorrência de diversas incompatibilidades encontradas ao longo dos anos, entre as análises que se deram através das classificações tradicionais em solos de países de clima tropical e o comportamento geotécnico apresentado por eles em campo, surgiu a necessidade de obtenção de uma especificação desenvolvida exclusivamente para solos tropicais. Desta maneira, Nogami e Villibor (1995) propõem alguns métodos para identificação de solos tropicais, destacando-se entre eles o ensaio de classificação MCT [miniaturas de corpos-de-prova compactados mediante método das pastilhas (Nogami; Villibor, 1994b *apud* Santos 2006), métodos das pastilhas (Godoy; Bernucci, 2002 apud Santos 2006)] e o ensaio de adsorção de azul de metileno. Apesar destas propostas e a frequente aplicação de tais ensaios em outras áreas, principalmente em pavimentações, pouco têm sido aplicados e pesquisados na arquitetura e construção com terra.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pelo levantamento apresentado percebe-se que os solos tropicais possuem peculiaridades quando comparados com os solos de características não tropicais, uma vez que estudos demonstram que solos com a mesma granulometria podem apresentar comportamentos completamente distintos.

A reduzida quantidade de referências encontrada sobre o tema, principalmente voltado para a arquitetura de terra reforça a necessidade de continuação da pesquisa e aplicação de possíveis experimentos sobre o tema em técnicas de terra.

Nas recomendações e estudos sobre as características dos solos para construções tem se enfatizado demasiadamente as características granulométricas e os limites de Atterberg, em detrimento da constituição mineralógica das argilas presentes, não caracterizando assim o verdadeiro comportamento do solo quando aplicado na arquitetura e construção com terra. Esta ênfase precisa se modificar, pois, como se pode constatar facilmente nos estudos de Mecânica dos Solos, o tipo de argila presente no solo tem um papel importante em suas propriedades.

Neste artigo além de fornecer uma breve explicação sobre os solos tropicais, apresentou-se o questionamento da utilização apenas dos limites de Atterberg como um único tipo de leitura da atividade da argila presente no solo, uma vez que esse ensaio possui muitas limitações e uma mesma amostra pode apresentar grande variabilidade nos resultados quando realizados por operadores diferentes.

É importante que as pesquisas no campo da arquitetura e construção com terra busquem compreender melhor as características dos solos utilizados, pesquisando-se mais sobre os métodos de caracterização dos solos tropicais não apenas estabelecendo padrões dessas propriedades, mas principalmente estabelecendo a causa das relações entre as propriedades ou simplesmente reconhecendo os diferentes tipos de variabilidade dos solos, determinando assim os melhores mecanismos de tais variabilidades a fim de atingir a arquitetura e construção com terra de qualidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Embrapa (2018). Sistema brasileiro de classificação de solos (SiBCS). Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em https://www.embrapa.br/solos/sibcs

FAO. (1988). Soils Portal. Food and Agriculture Organization of the United Nations

Kämpf, N.; Curi, N. (2012). Formação e evolução do solo (Pedogênese). In: Ker, J. C.; Curi, N.; Schaefer, E.; Torrado, P. V. (edit) Pedologia: fundamentos. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 207-302.

Lepsch, I. F. (2005). Formação e conservação dos solos. São Paulo: Oficina de Textos

Mello, I. S.; Carvalho, M. A. de; Ferreira, J. N.; Cogo, J. M.; Silva, R. A. R. da; Guerra, D. L. (2011). Revisão sobre argilominerais e suas modificações estruturais com ênfase em aplicações tecnológicas e adsorção. Revista de Ciências Agroambientais, 9(1), p.141-152

Minke, G. (1994). Manual de construcción en tierra. [S.l.]: Editora Fin del Siglo.

Neves, C. M. M.; Faria, O. B.; Rotondaro, R.; Cevallos S., P.; Hoffmann, M. V. (2010). Seleção de solos e métodos de controle na construção com terra – práticas de campo. Rede Ibero-americana PROTERRA

Nogami, J. S.; Villibor, D. F. (1995). Pavimentação de baixo custo com solos lateríticos. São Paulo: Editora Villibor

Oliver, P. (1997). Encyclopedia of vernacular architecture of the world. Cambridge: Cambridge University Press

Santiago, C. C. (2001). O solo como material de construção. Salvador: Editora Universidade Federal da Bahia

Santos, E. F. (2006). Estudo comparativo de diferentes sistemas de classificações geotécnicas aplicadas aos solos tropicais. Dissertação de mestrado. São Carlos: Universidade de São Paulo

Santos; E. F.; Parreira, A. B. (2015). Estudo comparativo de diferentes sistemas de classificações geotécnicas aplicadas aos solos tropicais. 44ª Reunião Anual De Pavimentação e 18º Encontro Nacional de Conservação Rodoviária. Foz do Iguaçu

Scapin, M. A. (2003). Aplicação da difração e flourescência de raios-X (WDXRF): ensaios de argilominerais. Tese de doutorado. São Paulo: Universidade de São Paulo.

Silva, C. G. T. (2000). Conceitos e preconceitos relativos às construções em terra crua. Dissertação de mestrado. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz.

Torgal, F.; Jalali, S. (2009). Construção em terra: algumas considerações sobre seleção de solos. Conferência Engenharia 2009, 10, Covilhã, Portugal.

Young, A. (1976). Tropical soils and soil survey. Cambridge, Cambridge University Press.

AUTORES

Jaqueline Leite Ribeiro do Vale, arquiteta, professora no Centro Universitário Newton Paiva, doutoranda e mestre em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável da Escola de Arquitetura, UFMG. Especialização em Sistemas Tecnológicos e Sustentabilidade Aplicados ao Ambiente Construído.

Marco Antônio Penido de Rezendo, Professor Associado, Depatamento Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo, Escola de Arquitetura, UFMG. Arquiteto, Mestre em Arquitetura, Doutor em Construção Civil (USP, 2003), Pos-Doutorado em Arquitetura Vernácula (University of Oregon, EUA, 2010). Artigos, consultoria e ensino na área de Arquitetura de Terra, Arquitetura Vernácula, Conservação Construções, Transferência Tecnológica. Membro fundador redes Proterra e TerraBrasil.

Hyago Felipe da Cruz Silva, estudante do curso de Arquitetura e Urbanismo e bolsista do 19º Programa de Pesquisa e Iniciação Científica do Centro Universitário Newton Paiva.

Matheus Gomes Zarista, estudante do curso de Engenharia Civil e bolsista do 19º Programa de Pesquisa e Iniciação Científica do Centro Universitário Newton Paiva.

Christopher de Paula Alves, estudante do curso de Arquitetura e Urbanismo e bolsista do 19º Programa de Pesquisa e Iniciação Científica do Centro Universitário Newton Paiva.

ESTUDO DAS CORES DAS TINTAS DE TERRA PRODUZIDAS EM SÃO JOÃO DEL-REI E REGIÃO, MINAS GERAIS

Mateus de Carvalho Martins[1]; Mateus Felipe Rocha Maia[2]; Sophia Jales Lima[3]

Departamento de Arquitetura, Urbanismo e Artes Aplicadas, Universidade Federal de São João del-Rei

[1]mtcvmt@yahoo.com.br; [2]mateusfelipe2904@hotmail.com; [3]sophiajalesl@hotmail.com

Palavras-chave: solo, pintura, cor, sustentabilidade, bioconstrução

Resumo

O desenvolvimento de novos materiais e tecnologias no âmbito da construção civil, mesmo de fundamental importância para o seu desenvolvimento de maneira geral, trouxe também diversas desvantagens, notadamente pelo gasto excessivo de recursos no processo de obtenção de matérias-primas e de fabricação de produtos, além da geração de resíduos e gases poluentes. Nas construções, as tintas são utilizadas para proteger os materiais, combatendo as deteriorações, protegendo as superfícies, aprimorando suas propriedades físicas, como a impermeabilização, impedindo a ação de agentes diretos de degradação, corrosão e intempéries. Quanto ao aspecto tonal, possui propriedades relativas ao conforto das edificações, influenciando a experiência dos espaços, com índices de refletância e efeitos cromáticos. Pelo caráter estético, os pigmentos, que lhe dão texturas e cores, têm a função de decorar, preencher superfícies e espaços, englobando outras tantas relações emocionais e culturais para as sociedades. As tintas de solo produzidas com cola PVA conferem à mistura final melhores características de aplicabilidade nas superfícies convencionais de alvenaria revestidas com argamassa, aproximando-se do rendimento das tintas industriais. Este trabalho pretende dar continuidade às pesquisas anteriores desenvolvidas no Departamento de Arquitetura, Urbanismo e Artes Aplicadas, da Universidade Federal de São João del-Rei acerca da utilização de solos na produção de tintas, enfatizando a sua utilização, aplicadas às variadas combinações entre suas cores.

1 INTRODUÇÃO

O programa “Saberes da Terra”, desenvolvido no Departamento de Arquitetura, Urbanismo e Artes Aplicadas da Universidade Federal de São João del-Rei, dedica-se à extensão e à pesquisa sobre a utilização de terra na arquitetura e construção. Uma das linhas de pesquisa trata da produção de tintas de terra, tanto no processo de produção quanto à categorização e documentação de tintas para a construção civil, utilizando pigmentos de solos de São João del-Rei, no Estado de Minas Gerais, e de regiões vizinhas. O programa desenvolve a pesquisa e extensão voltada ao patrimônio histórico e também à bioconstrução, embasando-se em outras pesquisas e bibliografias, dentre elas o “Projeto Cores da Terra” da Universidade Federal de Viçosa que propõe o uso do poliacetato de vinila (PVA) como ligante para as tintas, alcançando desempenho aproximado ao observado nas tintas industriais (Carvalho; Cardoso; Dias, 2016).

Dessa forma, o estudo objetiva a ampliação do repertório de tintas e cores de solo arquivadas, verificando a validade das constatações da pesquisa feitas na etapa anterior do Programa[1] e realizando os testes de desempenho, e, sobretudo, registrando a técnica e catalogando os diversos tipos de solos encontrados no interior de Minas Gerais.

É importante ressaltar o comprometimento com a continuidade dos editais anteriores, pois se trata de um projeto de pesquisa seriado, que lida com atividades interdisciplinares e, além disso, fornece apoio aos programas de extensão, principalmente o “Programa Saberes

[1] Martins, M. de C.; Resende, I. A. P. (2013). Saberes da terra – tons do Solo: Estudo sobre a Produção de Tintas à Base de Solo. Projeto de Pesquisa – Edital Nº 002/2013/PROPE/PIBIC – FAPEMIG/UFSJ.

da Terra" e ao "Programa Caminhos Sustentáveis", que atuam em diversas comunidades e escolas na cidade e região de São João del-Rei.

2 OBJETIVOS

Os principais objetivos são:

- levantar estudos sobre o assunto, buscando por fontes bibliográficas sobre a utilização do solo para confecção de tintas;
- realizar os testes de poder de cobertura de tinta úmida e de poder de cobertura de tinta seca, a fim de avaliar o desempenho das tintas;
- preparar o aluno para futuros assuntos relacionados ao ensino, a pesquisa e a extensão, além de fornecer bases de preparação para cursos de pós-graduação;
- dar continuidade à preparação da cartilha e do painel já iniciados, que apresentam, de modo dinâmico, as informações sobre a classificação dos solos, local de coleta e resultado de aplicação;
- fornecer aos estudantes conhecimentos específicos sobre materiais, técnicas sustentáveis e a importância da compreensão das técnicas tradicionais como referência para o desenvolvimento de novas técnicas sustentáveis.

3 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Esta etapa da pesquisa do Programa Saberes de Terra inicia com a revisão dos tópicos levantados nas etapas anteriores, que, ao longo do curso, direcionou-se a um estudo teórico aplicado à percepção das cores. Em seguida, procedem-se à coleta de amostras, sua análise e classificação; o preparo das tintas e sua aplicação em placas de MDF (*medium density fiberboard*) para a devida avaliação de desempenho.

Os testes de desempenho têm o objetivo de avaliar as tintas produzidas para a aplicação no ambiente construído. Nestes testes, foram definidos métodos alternativos, porém que respeitam as recomendações da NBR 14942 (2012), para a determinação do poder de cobertura de tinta seca, e da NBR14943 (2003) para a tinta úmida.

3.1 Revisão bilbiográfica

Pode-se dividir a revisão em duas etapas: a primeira busca o conhecimento da técnica, e, a segunda trata de um breve estudo sobre os tons do solo.

O corpo teórico acerca das cores baseou-se em Albers (2009, p.8) que visa a reflexão sobre a subjetividade da percepção da cor sob o ponto de vista fisiológico. Com a revisão, foi possível reconhecer a falibilidade dos sentidos e que as paletas de cores variam entre si de época para época e de técnica para técnica (Albuquerque, 2013, p.28).

Na figura 1, demonstra esta situação: à esquerda, os mesmos amarelos apresentam efeitos cromáticos diferentes – o amarelo sobre o vermelho ocupa uma área menor enquanto perde saturação e o amarelo sobre o azul produz um efeito cromático de saturação; à direita, um quadrado vermelho mistura-se à matiz, impedindo uma boa leitura da composição, enquanto o outro ganha saturação devido à grande intensidade e tamanho da área ocupada.

Pedrosa (1985), a exemplo de Albers (2009), mostra nitidamente que as cores, ao serem intencionalmente localizadas, podem demonstrar variadas percepções, o que evidencia a amplitude e a complexidade do tema. Albuquerque (2012, p. 63) comenta "A mais importante afirmação de Albers é sobre a relatividade da cor, o que põe em cheque as teorias de universalidade ou sistematização da cor, principalmente nas artes".

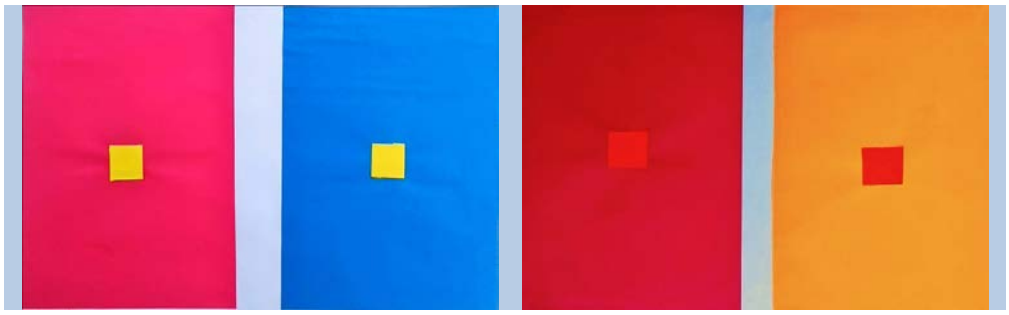


Figura 1: (Albers, 2009, adaptação de M. Maia, 2018).

Segundo Eveland e Tomatzky (1990, p.41), as condições primárias para o resgate de uma tecnologia é o conhecimento sobre as informações, regulamentações e incentivos de seu contexto e sistema social, principalmente no que se refere às características ambientais sobre onde a tecnologia está inserida[2]. Isto conduz a pesquisa à valorização do processo de georreferenciamento que contextualiza e é extremamente relevante para o desenvolvimento e preservação da técnica.

Ainda, os tons dos solos apresentam uma rica gama de possibilidades cromáticas e características próprias de textura. As grandes variações de tons apresentados são provenientes da composição mineral, apresentando sete cores básicas: o marrom, amarelo, azul, verde, grafite, branco e preto (Barros, 2011, p.6).

3.2 Coleta, georreferenciamento e arquivamento de amostras

Foram coletadas amostras de solo na cidade de São João del-Rei e região, com destaque à cidade de Jeceaba e distritos locais, onde se encontraram amostras com propriedades adequadas, cuja distribuição granulométrica foi posteriormente verificada em laboratório. Todos os pontos de coleta foram catalogados com o auxílio de um aparelho GPS.

Atualmente, dispõe de 66 amostras catalogadas e arquivadas. As primeiras 50 são da etapa anterior do Programa Saberes da Terra, provenientes das cidades de São João del-Rei, Lavras, Prados, Tiradentes, Nazareno, entre outras. As 16 amostras recém coletadas proveem da região de Jeceaba. Como registro, tratam-se das amostras 51 a 66 e sua localização é apresentada na tabela 1.

Tabela 1: Localização das amostras coletadas

Amostras	Localização			
N°	Cidade	Altitude	Georreferenciamento	Coordenadas Absolutas
51	Jeceaba	1094m	23K0600369/ UTM 7729092	-20.534278 -44.037833
52	Jeceaba	1124m	23K0598853/ UTM 7729274	-20.5327013335 -44.0527546619
53	Jeceaba	1100m	23K0598773/ UTM 7729340	-20.5321097455 -44.0536215268
54	Jeceaba	1096m	23K0598621/ UTM 7729568	-20.5300519927 -44.054037014
55	Biturí, Jeceaba	1101m	23K0598619/ UTM 7729566	-20.5300519927 -44.054037014
56	Biturí, Jeceaba	1099m	23K0598618/ UTM 7729565	-20.5300792543 -44.0540656202
57	Biturí, Jeceaba	1127m	23K0594663/ UTM 7727995	-20.5448283069 -44.0919120767

[2] Original em inglês: “However, the nature of the relationship between organizational factors and innovation processes seems to depend highly on which particular processes we are talking about and other contextual constraints” (Eveland; Tomatzky, 1990. p. 42).

58	Biturí, Jeceaba	974m	23K0593436/ UTM 7730987	-20.5174979334 -44.1043204749
59	Biturí, Jeceaba	982m	23K0593425/ UTM 7730988	-20.5176698957 -44.1043770181
60	Biturí, Jeceaba	981m	23K0593419/ UTM 7730990	-20.5176518752 -44.1043867135
61	Biturí, Jeceaba	1118m	23K0596504/ UTM 7727920	-20.54533-44.074250
62	Canta-galo, Jeceaba	851m	23 K 0604448/ UTM 7725530	-20.5664924201 -43.9981035772
63	Canta-galo, Jeceaba	854m	23 K 0604443/ UTM 7725530	-20.5664926976 -43.9981515424
64	Canta-galo, Jeceaba	855m	23 K 0604444/ UTM 7725532	-20.5664745727 -43.9981420672
65	Canta-galo, Jeceaba	853m	23 K 0604441/ UTM 7725527	-20.5665199126 -43.9981705517
66	Canta-galo, Jeceaba	847m	23 K 0604430/ UTM 7725520	-20.5665837659 -43.9982756626

3.3 Análise e classificação de solos

Os solos encontrados na cidade de Jeceaba foram classificados segundo características perceptivas, com testes *in loco*, observados e avaliados sob condições controladas de iluminação. A cor do solo é uma importante propriedade morfológica, sendo facilmente determinada no campo. Assim, “são três os maiores fatores que influenciam as cores do solo: o material orgânico, a umidade e a presença de oxidação de ferro e manganês” (Brady; Weil, 2010, p.131).

A tabela 2 exibe a classificação dos solos coletados: sua dureza, classificada conforme recomendações de Lepsch (2010); cores, dispostas segundo Munsell (2010) e nomenclatura industrial atribuída com o aplicativo ColorSnap Visualizer[3].

Tabela 2: Classificação das amostras coletadas

Amostras		Dureza	Classificação	
N°	Cor		Cor	Nomenclatura industrial
51		Alta	10YR 6/8	Cangaçeiro
52		Alta	7,5YR 5/8	Montanha de Cobre
53		Alta	5YR 4/6	Marrom Chocolate
54		Baixa	2,5YR 4/8	Pilão de Madeira
55		Média	7,5YR 4/8	Sapataréu
56		Muito alta	2,5Y 3/4	Beleza Africana
57		Alta	5YR 3/8	Vermelho-terroso
58		Média	2,5YR 4/10	Laranja Singular
59		Média	5YR 5/10	Casca de Laranja
60		Baixa	2,5YR 4/6	Cerâmica Terracota
61		Média	5YR 3/8	Pilão de Madeira
62		Muito alta	7,5Y 6/4	Barro Verde
63		Média	5YR 2/6	Pilão de Madeira
64		Média	7,5YR 4/10	Cultura Popular

[3] Colorsnap visualizer. Version 5.0.1. Google Play Store: Sherwin-Williams

65		Média	7,5YR 6/10	Caminhos de terra
66		Muito dura?	2,5Y 2/2	Marrom Café

3.4 Preparo da tinta

As amostras coletadas, 51 a 66, foram destorroadas, secas e peneiradas. A ação do agitador de peneiras separa os grãos da amostra de solo a partículas de 75µm, que proporciona a homogeneidade para o preparo e aplicação da tinta. Com isso, todas as amostras apresentam poder de cobertura seco semelhante, reiterando que a granulometria apropriada para a produção de tintas é a que apresenta elevado teor de silte e argila, como foi constatado na etapa anterior do Programa.

Para o preparo da tinta, foi utilizada a proporção básica recomendada por Carvalho, Cardoso e Dias (2016, p.53), para a produção de tintas com cola PVA. Não existe uma proporção certa, sendo necessário fazer testes, variando um pouco para atingir a proporção eficiente da mistura. Assim, tem se a proporção básica: para 18 L de tinta, utilizam-se 10 L de água, 10 L de terra devidamente preparada e 3 L de cola. Nessa mistura, a proporção de terra (pigmento) e de cola (ligante) é fixa, porém a quantidade de água varia para cada tipo de solo. Para gerar uma mistura de consistência adequada, os solos que contêm maior porcentagem de silte, por exemplo, necessitam maior quantidade de água do que os solos mais argilosos.

3.5 Aplicação da tinta em painel de MDF

Para selar e viabilizar a concretização do painel, optou-se pela utilização do selador à base de cola e álcool, alternativa eficiente aos seladores industriais, nos casos específicos testados. Com o selador aplicado, a superfície do painel de MDF tende a aderir melhor às aplicações da tinta de solo. As lixas, de gramatura 220 g/cm², específicas para madeira, acompanham o processo de pintura a cada demão (figura 2).



Figura 2: Detalhes do teste de aplicação da amostra (crédito: M. Maia, 2018)

Produziu-se um painel em MDF (figura 3), com todas as amostras arquivadas, a fim de atender os programas de extensões, aos pesquisadores e interessados na aplicação. Assim, no caso do MDF, os procedimentos precedentes à pintura são responsáveis por variações no resultado final. A aplicação nas amostras 1 a 66 foi realizada sob a seguinte ordem: lixamento e aplicação de uma demão, respeitando sua secagem, até que se atinja três demãos da tinta. Para considerar a tinta como viável, optou-se aplicar somente três demãos por amostra, servindo também de referência para observação do comportamento aplicado da tinta.

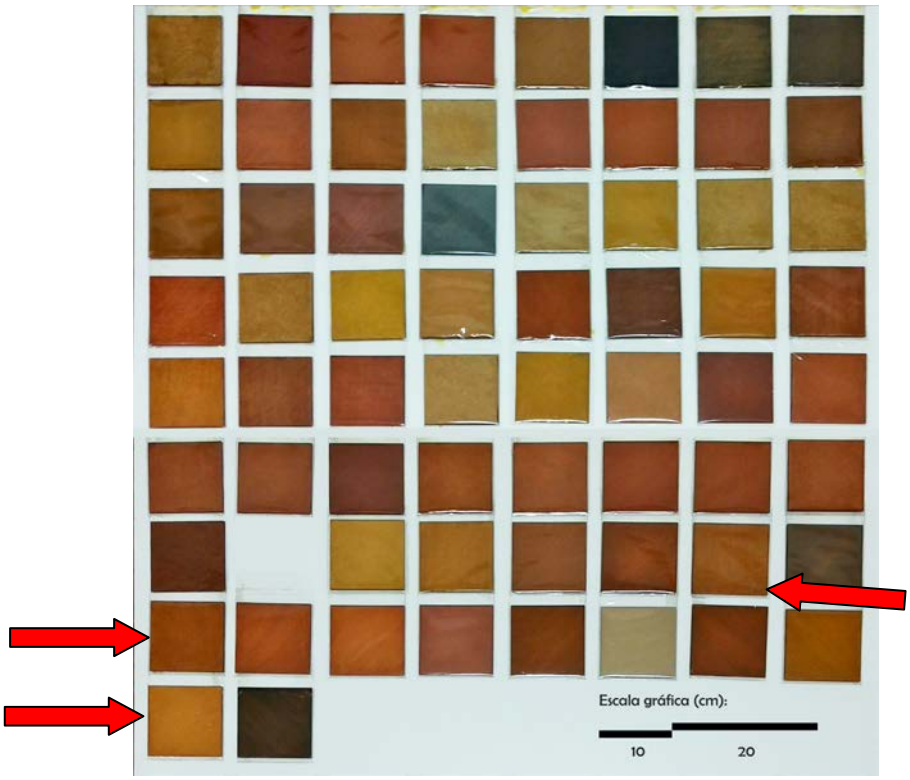


Figura 3: Painel de tintas com todas as 66 amostras coletadas de solo, inclusive as da etapa anterior do Programa (crédito: M. Maia, 2018)

As tintas produzidas com as amostras 55, 57 e 65 não mostraram boa reprodução de cor no teste realizado por observação, sendo, portanto, inadequadas às aplicações que exigem bom rendimento.

3.6 Determinação do poder de cobertura da tinta seca

Para a determinação do poder de cobertura de tinta seca, conforme a NBR14942 (2012), é necessário contar com a seguinte aparelhagem: espectrofotômetro computadorizado, estufa com circulação de ar e cartela específica, a fim de avaliar a "área máxima em metros quadrados de 98,5%", sendo o limite mínimo 4,0m²/L. A fim de contornar a ausência dos equipamentos indicados, adotou-se o método proposto na etapa anterior do Programa[4], adaptado das normas técnicas citadas e de ensaios realizados por Cardoso (2015).

Após o preparo da tinta, foi preparada e impressa a cartela de testes de contraste. Assim, aplicadas pelo rolo, as tintas foram avaliadas em apropriadas condições de iluminação, constituindo então uma alternativa à recomendação da NBR14942 (2012). Contatou-se que todas as tintas apresentaram um resultado aceitável no teste, porém isto não garante uma boa reprodução de cor em todos os casos. Duas amostras, 51 e 58, foram capazes de cobrir a superfície de modo satisfatório com apenas duas demãos.

3.7 Determinação do poder de cobetura da tinta úmida

Para a determinação do poder de cobertura de tinta úmida, conforme a NBR14943 (2003), é necessário contar com a seguinte aparelhagem: espectrofotômetro computadorizado, aplicador eletromotorizado, extensor de barra de 75µm e uma cartela específica (Leneta 3B) que mede para a "razão de contraste determinada numa extensão de tinta logo após sua aplicação" cujo limite mínimo é de 55%. A fim de contornar a ausência dos equipamentos indicados, adotou-se o método proposto na etapa anterior do Programa, adaptado das normas técnicas citadas e de ensaios realizados por Cardoso (2015), que dispõe da

[4] Martins, M. de C.; Andrade, R. A. de (2015). Saberes da terra – tons do solos: produção e avaliação de tintas à base de solos. Projeto de Pesquisa – Edital Nº 001/2015/PROPE/PIBIC – CNPq/UFSJ

impressão de uma cartela substituta e de uma régua acrílica, sendo avaliada por fotografias sob iluminação solar difusa.

4 AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

A avaliação de desempenho é verificada pela aderência ao substrato e, principalmente, pelo poder a cobertura da tinta nas situações seca e úmida, cujo resultado do poder de cobertura é apresentado na tabela 3.

Tabela 3: Avaliação de desempenho das amostras coletadas

Amostras	Testes de poder de cobertura		Desempenho final
N°	tinta seca	tinta úmida	
51	2 aplicações	ótimo	recomendável
52	4 aplicações	aceitável	adequado
53	3 aplicações	adequado	adequado
54	3 aplicações	aceitável	adequado
55	3 aplicações	ruim	adequado
56	3 aplicações	adequado	adequado
57	4 aplicações	ruim	aceitável
58	2 aplicações	ótimo	recomendável
59	3 aplicações	adequado	recomendável
60	3 aplicações	adequado	adequado
61	3 aplicações	aceitável	adequado
62	4 aplicações	adequado	adequado
63	4 aplicações	aceitável	aceitável
64	3 aplicações	aceitável	adequado
65	4 aplicações	ruim	aceitável
66	4 aplicações	aceitável	adequado

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há amostras que possuem ótima performance em todos os casos, o que valoriza ainda mais a analogia feita àquelas fornecidas pela indústria, se mostrando eficientes, menos poluentes a um custo reduzido. Os tons do solo apresentam uma rica gama de possibilidades cromáticas e carregam em si características próprias de textura que podem ser um diferencial no ato da escolha.

Observando o deslocamento do olhar à sustentabilidade dos materiais, o resgate da utilização das tintas de terra representa uma tendência de mercado e uma necessidade ambiental. Ao optar pelo uso das tintas de terra, o usuário deve reconhecer o uso de um material que ultrapassa sua coloração para assumir uma variedade de caracteres simbólicos, identicamente importantes à preservação do meio ambiente e do patrimônio imaterial.

Conclui-se que alguns dos solos da região de Jeceaba e também de São João del-Rei podem ter desempenho similar às tintas industriais quando combinados à cola PVA, constituindo alternativa viável a quem procura tonalidades acastanhadas ou levemente esverdeadas. A pesquisa apresentada, não se encerra, mas abre caminho à novos e futuros trabalhos acadêmicos, principalmente por pertencer a uma área de grande investimento monetário e tecnológico.

A pesquisa terá continuidade no Edital 005/2018/PROPE/FAPEMIG/UFSJ, onde se almeja a expansão do repertório atual, tendo em vista o melhoramento do desempenho e do rendimento da tinta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albers, J. (2009). A interação da cor. São Paulo: WMF Martins Fontes

Albuquerque, M. (2013). Laboratório de cor: paradigmas do estudo da cor na contemporaneidade. Dissertação de mestrado. Belo Horizonte: Escola de Belas Artes, UFMG

Barros, M. de (2011). Solocores: tintas de solos. Ouro Preto: Centro Multiplicador de Tecnologia Gemológica.

Brady, N. C.; Weil, R. R (2010). The nature and properties of soils. Pearson International ed.

Cardoso, F. de P. (2015). Desenvolvimento de processos de produção e avaliação do desempenho de tintas para a construção civil manufaturadas com pigmentos de solos. Dissertação de mestrado. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa.

Carvalho, A. F. de; Cardoso, F. de P.; Dias, R. Q. (2016). Cores da terra: pintando o Brasil. Viçosa: Gráfica e Editora GSA.

Eveland, Jd; Tornatzty, L. G. (1990). Technologial innovation as a process. In: Tornatzky, L.G., Fleischer, M., The processes of technological innovation. Chapter 3, p. 27-50. Lexington Books, Editors

Lepsch, I. F. Formação e conservação dos solos. São Paulo: Oficina de Textos. 2010.

Munsel, A. H. (2010). Munsell soil color charts: with genuine Munsell color chips. Grand Rapids, Mich.: Munsell Color.

NBR 14942 (2012). Determinação do poder de cobertura de tinta seca. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR 14943 (2003). Determinação do poder de cobertura de tinta úmida. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas

Pedrosa, I. (1985). Da cor à cor inexistente. Rio de Janeiro: Léo Christiano; Brasília: Ed. UnB.

AGRADECIMENTOS

Que fiquem claros os agradecimentos à Universidade Federal de São João del-Rei e ao Departamento de Arquitetura, Urbanismo e Artes Aplicadas (DAUAP), pela ajuda e disponibilização de técnicos e laboratórios. Reconhecimento e gratulação também ao CNPq pelo auxílio financeiro e estímulo à pesquisa, essenciais para a manutenção da mesma.

AUTORES

Mateus de Carvalho Martins: doutor e mestre em engenharia civil; engenheiro civil; professor do Departamento de Arquitetura, Urbanismo e Artes Aplicadas, da Universidade Federal de São João del-Rei; professor do Programa Interdepartamental de Pós-Graduação Interdisciplinar em Artes, Urbanidades e Sustentabilidades, da mesma universidade. Tem experiência na área de Engenharia Civil e Arquitetura, com ênfase em materiais, estruturas, sistemas estruturais, edificações históricas, materiais e estruturas em terra, técnicas de construção alternativas e sustentáveis, autoconstrução e cultura popular da construção. Currículo completo em: http://lattes.cnpq.br/4714325705400318.

Mateus Felipe Rocha Maia: graduando em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de São João del-Rei. Pesquisador e bolsista do Projeto Saberes da Terra – Tons dos Solos, vinculado ao Departamento de Arquitetura, Urbanismo e Artes Aplicadas, da Universidade Federal de São João del-Rei. Currículo completo em: http://lattes.cnpq.br/0572599934150629.

Sophia Jales Lima: graduanda em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de São João del-Rei. Pesquisador e bolsista do Programa de Extensão Saberes da Terra, vinculado ao Departamento de Arquitetura, Urbanismo e Artes Aplicadas, da Universidade Federal de São João del-Rei. Currículo completo em: http://lattes.cnpq.br/8641011006425909.

A INFLUÊNCIA DO MÉTODO DE PRODUÇÃO DO SOLO-CIMENTO AUTOADENSÁVEL NAS PROPRIEDADES DAS PAREDES MONOLÍTICAS

Ana Paula da Silva Milani[1]; Bruna Ramos de Souza[2]; Jackson Matzenbacher Ayala[3]

Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia, UFMS, Campo Grande, MS, Brasil, '

[1]ana.milani@ufms.br; [2]b.ramosdesouza@gmail.com; [3]jacksonm_a@hotmail.com

Palavras-chave: autoadensibilidade, lançamento, estado fresco, estado endurecido

Resumo

O solo-cimento autoadensável ou SCAA consiste na mistura de solo, cimento, água e aditivos químicos, que lançada sem a necessidade de adensamento, pode ser utilizada como material de construção para fundações, estruturas e paredes de vedação. Por ser um material ainda não tão difundido e apresentar potencial uso como paredes monolíticas, são necessários estudos sobre o comportamento físico-mecânico deste material de construção. Assim, estudou-se a influência do tempo de autoadensabilidade e do lançamento manual do SCAA nas propriedades físico-mecânicas da parede monolítica. Foi realizado estudo de dosagem da mistura de solo, cimento, água, superplastificante à base de éter policarboxílico e microfibras de polipropileno. Também foram realizados os ensaios de slump flow test, compressão simples e deformação estática para a determinação das propriedades no estado fresco da mistura e no estado endurecido de paredes monolíticas de SCAA. A dosagem do SCAA na proporção 1:5 (cimento:solo, em massa) com microfibra de polipropileno e 1,2% de aditivo superplastificante apresentou eficiência físico-mecânica para a construção de paredes monolíticas; a produção do SCAA em betoneira estacionária e lançamento manual sem adensamento não apresenta exsudação ou segregação, e tem a possibilidade de executar a redosagem, conferindo a mistura fresca de SCAA 15 minutos a mais de autoadensabilidade. A parede monolítica de SCAA apresentou superfície homogênea, sem fissuração durante a secagem, com resistência média de 2,78 MPa e módulo de elasticidade médio igual a 3935 MPa, propriedades estas compatíveis com compósitos de solo-cimento compactado.

1 INTRODUÇÃO

A construção civil está inserida em um processo mundial que visa não somente o conforto dos usuários das edificações, mas também a otimização dos sistemas e processos construtivos, para que consumam quantidade menor de energia e produzam menos resíduos em seu ciclo de vida. Diante disso, é de grande importância o aprimoramento da tecnologia no processo construtivo com solo-cimento fluido ou solo-cimento autoadensável.

O desenvolvimento de misturas com adequadas proporções de solo, cimento, água e aditivo químico plastificante deu origem ao solo-cimento fluido ou solo-cimento autoadensável (SCAA). De acordo com Berté e Alcântara (2013), e Milani e Barboza (2016) tal material pode ser lançado em fôrmas, dispensando a etapa de adensamento por prensagem ou compactação e possui características físico-mecânicas adequadas para atender às solicitações usuais de paredes monolíticas.

Paz, Dias e Milani (2016) estudaram SCAA com adição de fibras de resíduos de borrachas de pneu e microfibras de polipropileno. O SCAA apresentou viabilidade de uso com teores de consumo de cimento entre 20% a 25% em relação à massa de solo e aditivos superplastificantes na faixa de 0,8 a 1,2%, e seu desempenho foi considerado adequado para aplicação em paredes de vedação em edificações. Ainda de acordo com este estudo, as fibras de resíduos de borrachas de pneu reduziram o desempenho mecânico do produto SCAA, enquanto as microfibras de polipropileno – quando com volume crítico de

incorporação ao SCAA de 0,1% - melhoraram as propriedades mecânicas e reduziram a fissuração causada por retração plástica.

Para o aprimoramento deste sistema construtivo é de suma importância o estudo do comportamento do SCAA frente às técnicas de homogeneização e de aplicação do material. Sendo assim, este trabalho teve como objetivo verificar a influência do tempo de autoadensabilidade da mistura e do lançamento manual do SCAA no sistema de fôrmas para a execução de parede monolítica, analisando a composição no estado fresco e endurecido por meio das características de segregação, exsudação e propriedades físicas e mecânicas.

2 MATERIAIS E MÉTODO

Para a produção do SCAA foi utilizada terra (solo areno-argiloso) retirada de uma jazida próxima à região metropolitana de Campo Grande, Estado de Mato Grosso do Sul. O solo possui coloração vermelha e é composto de areia média (3%), areia fina (60%), silte (5%) e argila (32%). Este solo é classificado como não plástico e apresenta massa específica dos sólidos de 2,681 g/cm³.

Como agente cimentante utilizou-se o cimento CPII-Z32[1] e como aditivo químico o superplastificante composto à base de éter policarboxílico[2]. Também se fez o uso de microfibras de polipropileno (PP)[3] com especificações de 12 mm de comprimento, diâmetro de 12 µm e massa específica de 0,91 g/cm³.

2.1 Estudo de dosagem do SCAA

Foram utilizados como ponto de partida as dosagens unitárias 1:5 e 1:4 (cimento:solo, em massa) definidos pela pesquisa de Paz, Dias e Milani (2016). Para a elaboração de tais traços foi fixado o valor de 1,2% de aditivo superplastificante em relação à massa de cimento e para os traços com adições foram acrescentadas PP no teor de 0,1% da massa de solo-cimento, pois, conforme Paz, Dias e Milani (2016), esse teor melhora as propriedades mecânicas do SCAA e reduz as fissuras por retração plástica. A quantidade de água da mistura fresca foi variada até que se atingisse uma abertura entre 660 mm e 750 mm no ensaio de espalhamento (slump flow test), realizado em conformidade com a NBR 15823 (2010) (figura 1).



Figura 1. Abertura de 700 mm do SCAA no slump flow test (crédito: B. R. Souza)

Para caracterização mecânica destas dosagens foram moldados corpos de prova cilíndricos ϕ10x20cm[2] com o produto SCAA e estes foram submetidos ao ensaio de resistência à tração na flexão e resistência à compressão simples de acordo com a NBR 13279 (2005) e NBR 5739 (2007), sendo todos realizados com idade de 7 dias após cura úmida.

[1] marca Cauê

[2] MasterGlenium® 51, marca BASF

[3] fornecida pela empresa Neomatex

2.2 Estudo das características do SCAA no estado fresco

Por se tratar de um material que dispensa o adensamento por vibração, prensagem ou compactação, foi necessário verificar por quanto tempo o produto SCAA permanece autoadensável no estado fresco. Dessa forma, foi possível determinar em quanto tempo o material deve ser lançado no sistema de fôrmas sem perder sua autoadensabilidade, garantindo, assim, a homogeneidade e a qualidade das paredes monolíticas de SCAA.

Para tal, variou-se a porcentagem de aditivo químico e água nas dosagens do SCAA para analisar se uma maior porcentagem desses componentes influenciaria no seu desempenho para o lançamento no sistema de fôrmas. Os percentuais de aditivo em relação à massa de cimento foram fixados em 1,2% (dosagem inicial), 1,4% e 1,6% e a água foi variada até que se atingisse uma abertura de 750 mm no ensaio de espalhamento, sendo esta abertura considerada como ideal para autoadensabilidade do solo-cimento.

O método de ensaio usado para verificar o tempo de autoadensabilidade do produto SCAA foi adaptado da NBR 10342 (1992), que determina como deve ser feito o ensaio de perda de abatimento do concreto. A adaptação resultou no seguinte procedimento: após fazer a mistura solo+cimento+PP+água+aditivo em betoneira estacionária, realizou-se o ensaio slump flow test e mediu-se o espalhamento do material no tempo t=0 minuto. Em seguida, o material foi devolvido à betoneira e misturado por 1 minuto. Decorridos 5 minutos da primeira abertura (isto é, t=5 minutos), fez-se novamente o Slump Flow test e mediu-se o espalhamento do material. Repetiu-se o procedimento de cinco em cinco minutos, até o material perder a autoadensabilidade, isto é, apresentar o espalhamento menor que 660 mm.

Quando observada a perda de autoadensabilidade, acrescentou-se 0,14% de aditivo e 100 ml de água e repetiu-se o procedimento, sempre deixando o intervalo de cinco minutos entre uma e outra medida de espalhamento. Ao final do ensaio, foi possível determinar o tempo em que o material permanece autoadensável.

2.3 Estudo das características do SCAA no estado endurecido

Para o estudo da influencia do método de produção no estado endurecido do SCAA optou-se pela moldagem in loco de parede de vedação de SCAA, consistindo basicamente nas seguintes etapas: montagem do sistema de fôrmas metálicas[4], determinação do volume de material necessário para a produção dos painéis monolíticos, mistura e homogeneização dos materiais, lançamento do produto SCAA no sistema de fôrmas, cura úmida e desforma.

Para a montagem, além das placas metálicas e fechamentos foi preciso dispor das peças de encaixe (pinos, cunhas, espaçadores), peças de travamento, martelo e prumo. Após a montagem do sistema de fôrmas, as mesmas apresentaram dimensões finais do painel de 11 cm de espessura, 80 cm de largura e 183 cm de altura, a qual foi a altura inicial de lançamento manual do SCAA (figuras 2 e 3).

Para determinar a quantidade necessária de material para a produção do painel monolítico, fez-se o uso da massa específica do SCAA no estado fresco de 1970 kg/m^3 (Souza; Paz; Milani, 2016). Dispondo do volume da fôrma metálica, foi possível determinar a massa de material necessária para que fosse feito seu preenchimento.

A mistura e homogeneização dos materiais que compõem o produto SCAA foram feitas em betoneira estacionária e, assim que terminada, foi submetida ao slump flow test para verificação do espalhamento de consistência fluida conforme figura 1.

Tendo a mistura de SCAA alcançado o espalhamento de 700 mm determinado segundo a NBR 15823 (2010), a mesma foi despejada da betoneira em um carrinho de mão, que foi levado próximo ao sistema de fôrma montado (figura 2). O lançamento manual da mistura de SCAA na fôrma foi feito por meio do uso de baldes.

[4] As fôrmas foram fornecidas pela empresa SFFormas

A desforma do painel monolítico de SCAA foi executada com 1 dia de cura (envelopado com lona plástica), para que as fôrmas não aderissem no material e não houvesse trincas ou pequenas quebras na parede (figura 3). Após 6 dias de cura por envelopamento do painel, houve o corte e preparação dos corpos de prova prismáticos (figuras 4 e 6) e aos 7 dias foram executados os ensaios de compressão simples e de módulo de elasticidade estático (NBR 8522, 2003), sendo essa normativa adaptada e utilizada como referência para o presente estudo (figura 5).

O corte do painel monolítico de SCAA foi realizado com auxílio de máquina policorte e serrote, e a retificação dos corpos de prova prismáticos com serra de mesa no Laboratório de materiais de construção civil (LMCC/UFMS). Ao final, os corpos de prova prismáticos ficaram com as dimensões de 11 cm de espessura, 22 cm de largura e 22 cm de altura, respeitando a relação de 1:2 de acordo com Milani e Labaki (2012) para serem realizados os ensaios mecânicos.



Figura 2. Montagem do sistema de fôrmas (crédito: J. M. Ayala)



Figura 3. Painel monolitico de SCAA (crédito: J. M. Ayala)

Para verificar a influencia da técnica de lançamento manual nas cotas de corte do painel monolítico de SCAA, foi executado o corte nas alturas de 50 cm e 80 cm à partir da viga baldrame de base do painel e a numeração dos corpos de prova foi feita como mostrado na figura 5.



Figura 4. Corte do painel de SCAA (credito: J. M. Ayala)

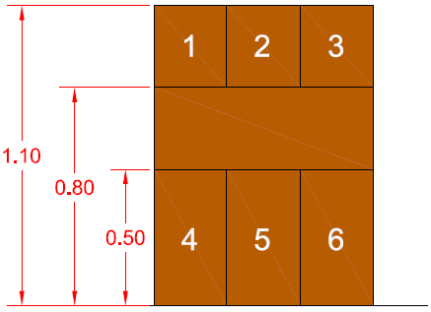


Figura 5. Esquema de corte do painel de SCAA (credito: J. M. Ayala)



Figura 6. Preparação dos corpos de prova de SCAA (credito: J. M. Ayala)

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Estudo de dosagem

Para definir o traço mais adequado para a produção do painel monolítico de SCAA foram avaliados dois critérios: consumo de cimento e resistência à compressão compatível a uma parede de vedação de edificação, que deve atingir no mínimo 2 MPa.

Conforme tabela 1, o traço T3+PP alcançou resistências superiores a 2 MPa e é o traço que apresenta menor consumo de cimento. Além disso, o uso de microfibras de polipropileno reduz a fissuração causada por retração plástica e confere ao produto SCAA resistências maiores do que as do traço T3 sem adição de PP. Diante disso, optou-se pelo traço T3+PP (SCAA com adição de microfibras de polipropileno) para o estudo das características do SCAA no estado fresco e endurecido.

Tabela 1. Características das dosagens de SCAA com 1,2% de superplastificante e com espalhamento de 700 mm

Traço (cimento:solo)	T3 (1:5)	T3+PP (1:5)	T4 (1:4)	T4+PP (1:4)
Consumo de cimento (kg/m³)	265,06	264,22	321,48	316,64
Relação água/solo	0,26	0,28	0,25	0,27
Relação água /cimento	1,30	1,40	1,02	1,10
Resistência média à tração na flexão (MPa)	1,80 *(0,04)	2,33 (0,15)	3,28 (0,14)	2,40 (0,15)
Resistência média à compressão simples (MPa)	4,07 (0,40)	4,56 (0,21)	6,94 (0,13)	7,43 (0,27)

*Desvio Padrão (MPa)

3.2 Características do SCAA no estado fresco

Para o estudo do tempo de autoadensabilidade do SCAA no estado fresco foi utilizado o traço T3+PP com 1,2% de aditivo como referência, e executado a variação de superplastificante e de água para o alcance inicial de 750 mm de abertura de espalhamento no Slump Flow test e posterior verificação da influência dessas variáveis na autoadensabilidade do SCAA (tabela 2).

Tabela 2. Variação do aditivo e da água no SCAA

T3+PP 1:5+PP (cimento:solo+ microfibra de polipropileno)	1,2% de aditivo	1,4% de aditivo	1,6% de aditivo
Consumo de cimento (kg/m³)	260,7	267,7	267,7
Relação agua/solo	0,30	0,26	0,26
Relação água /cimento	1,50	1,30	1,30

Na tabela 3 nota-se que o traço T3+PP com 1,2% de aditivo teve seu espalhamento entre 750 mm e 660 mm até 15 minutos após a finalização do processo de mistura. No tempo t=20 minutos seu espalhamento já não era mais suficiente para o material ser considerado autoadensável. Então, acrescentou-se 0,14% de aditivo juntamente com 100 ml de água. Na medição posterior ao acréscimo de aditivo (t=25 minutos) o espalhamento retornou a sua medida inicial (750 mm). Dessa forma, o material pôde ser novamente considerado autoadensável e permaneceu assim até o tempo de 35 minutos. No tempo t=40 minutos o SCAA perdeu autoadensabilidade, então foi feito um novo acréscimo de aditivo, que fez o

produto ter um espalhamento de 700 mm no tempo de 45 minutos, mas essa mistura já não retornou ao espalhamento inicial de 750 mm.

Tabela 3. Tempo de autoadensabilidade das dosagens da tabela 2

Tempo (min)	Espalhamento (mm)		
	1,2% de aditivo	1,4% de aditivo	1,6% de aditivo
t=5	750	720	670
t=10	720	695	610
t=15	720	660	630
t=20	620	590	-
t=25	750	660	-
t=30	680	640	-
t=35	660	650	-
t=40	630	-	-
t=45	700	-	-

Excluindo-se as medições que tiveram espalhamento inferior a 660 mm, isto é, considerando que o acréscimo de superplastificante será feito antes que o material perca a autoadensabilidade, pode-se considerar que o produto SCAA na dosagem de T3 + PP com 1,2% de aditivo terá um tempo de autoadensabilidade de 15 minutos iniciais e após uma redosagem do SCAA são acrescidos mais 15 minutos de autoadensabildiade.

Analisando o desempenho do traço T3+PP com 1,4% de aditivo, percebe-se que o seu espalhamento esteve abaixo do traço T3+PP com 1,2% de aditivo, porém permaneceu autoadensável pelos mesmos 15 minutos. No tempo t=20 minutos o produto SCAA perdeu a autoadensabilidade, então foi feito um acréscimo de aditivo de 0,14% com 100 ml de água que fez o SCAA ter um espalhamento de 660 mm, mas com 10 minutos o T3+PP com 1,4% de aditivo redosado perdeu sua autoadensabilidade. Novamente, houve um acréscimo de aditivo no tempo t=35 minutos, mas o espalhamento medido não confere a característica autoadensável ao material. O mesmo aconteceu com o traço T3+PP com 1,6% de aditivo, que em apenas 10 minutos já não pôde ser considerado autoadensável e mesmo na redosagem com o acréscimo de 0,14% de aditivo não obteve espalhamento suficiente.

Pode-se considerar que o aumento do teor de aditivo superplastificante (1,4% e 1,6%) no produto SCAA no traço T3+PP diminui a eficiência do espalhamento da mistura e proporciona menor tempo inicial de autoadensabilidade, como também a redosagem desses traços não retornam a autoadensabilidade inicial do produto SCAA.

3.2 Características do SCAA no estado endurecido

A tabela 4 mostra o comportamento mecânico dos corpos de prova prismáticos retirados do painel monolítico de SCAA produzido com o a dosagem T3+PP com 1,2% de aditivo. É importante ressaltar que essa mistura permaneceu autoadensável durante o processo de lançamento de cada betonada, que durou de 10 a 15 minutos, sendo que sua fluidez não foi mais observada após o seu lançamento no sistema de fôrma, corroborando o processo constatado no estudo de características do SCAA no estado fresco. Não houve a necessidade de redosagem do SCAA durante a produção da do painel monolítico.

Como se pode observar na tabela 4, não houve variação significativa entre as resistências à compressão simples encontradas nos corpos de prova do painel de SCAA, porém, pode-se verificar que houve queda das resistências nos corpos de prova 4, 5 e 6, os quais sofreram maior altura de queda durante o lançamento do SCAA no sistema de fôrmas.

Tabela 4. Características mecânicas dos corpos de prova prismáticos de SCAA

Corpo de prova	Tensão de ruptura (MPa)	Deformação (0,001div/mm)	Módulo de Elasticidade (MPa)
1	2,80	-	-
2	3,00	$9,3 \times 10^{-4}$	4301
3	3,00	$8,0 \times 10^{-4}$	5000
4	2,70	-	-
5	2,60	$8,9 \times 10^{-4}$	3146
6	2,60	$8,5 \times 10^{-4}$	3294
Média (desvio padrão)	2,78 (0,25)	-	3935 (875)

Comparando os resultados da tabela 4 com resultados da tabela 1 tem-se a redução da resistência à compressão axial entre corpos de prova cilíndricos e prismáticos. Essa diferença se dá devido às relações a/s (água/solo) = 0,28 e a/c (água/cimento) = 1,40 serem menores das utilizadas para a produção do painel de SCAA, que foram, respectivamente, a/s = 0,32 e a/c = 1,60. Este fato é devido às condições de contorno de execução dos ensaios, visto que o estudo de dosagem foi executado sob condições de laboratório com controle de umidade e temperatura para os corpos de prova cilíndricos, e a produção e execução dos ensaios para os corpos de prova prismáticos sofreram interferências das variáveis ambientais externas ao laboratório.

Ainda na tabela 4 verifica-se que os corpos de prova prismáticos apresentaram módulos de elasticidade com desvio padrão significativo, corroborando que houve interferência da altura de queda do lançamento do SCAA no sistema de fôrmas, ou seja, apesar de não serem visualmente observados problemas de exsudação ou de segregação do SCAA no estado fresco durante o processo de lançamento nas fôrmas, as camadas superiores da parede de SCAA tendem a apresentar melhor desempenho mecânico que as camadas inferiores. Ressalta-se que este comportamento está intimamente ligado ao processo microestrutural das interações físico-quimicas entre cimento e superplastificante, e ao processo macroestrutural do rearranjo físico-mecânico dos grãos do solo no momento do autoadensamento no sistema de fôrmas.

Reddy e Kumar (2011) apresentaram para o sistema solo compactado estabilizado com 12% de cimento as seguintes características: densidade de 1800 kg/m³ e módulo de elasticidade igual a 5750 MPa. Isso mostra que independentemente da composição dos grãos do solo e da técnica de adensamento do solo têm-se módulos de elasticidade semelhantes para o solo-cimento compactado e solo-cimento autoadensável, o que corrobora que o solo é a matriz do sistema solo-cimento.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A dosagem do SCAA na proporção 1:5 (cimento:solo, em massa) com adição de microfibra de polipropileno e o percentual inicial de aditivo superplastificante em 1,2% (em relação ao cimento) apresentou viabilidade técnica de uso para a produção de paredes de vedação. É possível executar a redosagem do SCAA com adição de 0,14% de superplastificante, conferindo ao produto SCAA 15 minutos a mais de autoadensabilidade. Porém, para teores iniciais de aditivo superiores a 1,2%, além de não melhorar a fluidez do SCAA, não há aumento de tempo de autoadensabilidade na redosagem.

O processo de preparação da mistura em betoneira estacionária e lançamento manual sem adensamento foi considerado eficaz, sendo que o SCAA no estado fresco se apresentou fluido, homogêneo e sem segregação. Já a técnica de lançamento manual do SCAA no sistema de fôrmas tem influência nas propriedades físico-mecânicas do produto final, porém não interferiu significativamente no desempenho da parede de SCAA, pois apresentou valores de resistência à compressão simples e de módulo de elasticidade satisfatórios para ser utilizado como parede monolítica para vedação de edificações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Berté, S. D. D.; Alcantara, M. A. M. (2013). Estudo do comportamento do solo-cimento autoadensável. Revista Eletrônica de Engenharia Civil, v. 7, n. 2, p. 37-52.

Milani, A. P. S.; Barboza, C. S. (2016). Contribuição ao estudo de propriedades do solo-cimento autoadensável para fabricação de paredes monolíticas. Ambiente Construído, v. 16, p. 143-153.

Milani, A. P. S.; Labaki, L. C. (2012). Physical, mechanical, and performance of cement-stabilized rammed earth-rice husk ash walls. Journal of Materials in Civil Enginnering, v. 24, n. 6, p. 775-783.

NBR 5739 (2007). Concreto – Ensaios de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR 8522 (2003). Concreto. Determinação dos módulos estáticos de elasticidade e deformação e da curva de tensão-deformação. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR 10342 (1992). Concreto – Perda de abatimento. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR 13279 (2005). Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR 15823 (2010). Concreto autoadensável – Parte 1: Classificação, controle e aceitação no estado fresco. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas

Paz, J. G. P.; Dias, F. G. R.; Milani, A. P. (2016). Uso de fibras artificiais em compósitos à base de solo-cimento autoadensável para aplicação em paredes de edificações. Amazon & Pacific Green Materials Congress and Sustainable Construction Materials LAT-RILEM Conference, 6. Anais...Cali, Colombia: LatRilem. 2016. CD-ROM.

Reddy, B. V.; Kumar, P. (2011). Cement stabilised rammed earth. Part B: compressive strength and stress–strain characteristics. Materials and Structures, v. 44, n.3, p. 695–707.

Souza, B. R.; Paz, J. G. S.; Milani, A. P. S. (2016). Aplicação do solo-cimento autoadensável em paredes monolíticas in loco. VI Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, Anais...Bauru: UNESP

AUTORES

Ana Paula da Silva Milani, doutora em construções rurais e ambiência, professora associada da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS, membro da Rede PROTERRA e da Rede TerraBrasil; coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Eficiência Energética e Sustentabilidade da UFMS.

Bruna Ramos de Souza, acadêmica de engenharia civil na Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul.

Jackson Matzenbacher Ayala, acadêmico de engenharia civil na Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul.

USO DE ADITIVOS QUÍMICOS PARA REDUÇÃO DE ENERGIA DE COMPACTAÇÃO NA EXECUÇÃO DE TAIPA DE PILÃO

Ana Paula da Silva Milani[1]; Murilo Moura Maia[2]

Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia, UFMS, Campo Grande, MS, Brasil,

[1]ana.milani@ufms.br; [2]muriloommaia@gmail.com

Palavras-chave: solo, solo-cimento, cloreto de cálcio, superplastificante

Resumo

Aperfeiçoar qualquer etapa de produção da taipa de pilão pode levar em soluções construtivas mais eficientes. Assim, este estudo buscou diminuir a energia de compactação do solo considerando o alcance de massa especifica e de resistência mecânica superior ao mínimo exigido em norma para construção de parede de taipa de pilão, a fim de tornar o processo de compactação menos oneroso, e aumentar a produtividade e a viabilização de sistemas de moldes mais simples, sem grandes estruturas de travamento e escoramento. Para tal, foram utilizados os aditivos químicos superplastificantes à base de éter policarboxílico e cloreto de cálcio nos tratamentos de solo e de solo-cimento foi aplicado o ensaio de compactação de Proctor com energia normal e energia reduzida para a verificação do comportamento dos tratamentos em relação à massa especifica aparente seca e o teor de umidade. Posteriormente foi executado o ensaio de compressão simples aos 7 dias de idade. O uso dos aditivos químicos cloreto de cálcio e superplastificante a base de policarboxílicos modificaram expressivamente os valores de massa especifica aparente seca máxima e de resistência à compressão simples do solo e do solo estabilizado com cimento. Destaca-se que o uso do aditivo cloreto de cálcio foi eficiente na redução de até 20% da energia de compactação de Proctor normal da mistura de solo e de solo-cimento para a execução de parede de taipa de pilão com desempenho físico-mecânico superior ao mínimo exigido em normativas deste sistema construtivo.

1 INTRODUÇÃO

A técnica construtiva taipa de pilão, ou apenas taipa, corresponde à compactação de terra umedecida, em camadas sucessivas, verticalmente, dentro de moldes removíveis, com o auxílio de compactador manual ou mecânico. Para o melhoramento das características físico-mecânicas, podem ser adicionadas proporções de estabilizantes em que a terra (solo) permaneça como matriz.

A estabilização do solo possui diversas vertentes, dentre elas a química que consiste na adição de um material que cause modificação das suas propriedades, ou por reações físico-químicas entre partículas do solo e o estabilizante, ou criando uma matriz que aglutine e envolva os grãos (Neves et al., 2009). Para a estabilização química de solos, os agentes químicos mais utilizados são o cimento Portland, a cal, a cinza volante, pozolanas e emulsões betuminosas. Com o advindo das tecnologias dos aditivos químicos para beneficiar os compósitos cimentícios, abre-se a possibilidade de melhoramento da aplicação da terra como material de construção, a partir das interações físico-químicas entre solo-água-matriz cimentícia que promovem melhor desempenho no estado fresco e endurecido do compósito.

Os aditivos superplastificantes são chamados dessa maneira pela característica de proporcionar maior trabalhabilidade às argamassas e aos concretos frescos, de reduzir o consumo de água em até 30% e, consequentemente, refletindo em compósitos cimentícios menos porosos e mais resistentes e duráveis.

Conforme Puertas et al. (2005), o superplastificante causa uma repulsa eletrostática que se dá pela carga negativa formada em suas partículas após dissolução em água. Quando em contato com partículas cimentícias, tais cargas negativas causam repulsão com partículas

vizinhas, defloculando os grãos de cimento. Os aditivos químicos a base de éter policarboxílico, além da repulsão eletrostática, contribuem através do efeito estérico já que os polímeros, por conta do tamanho das cadeias carbônicas, impedem a aproximação entre as partículas de cimento.

O cloreto de cálcio ($CaCl_2$) também é utilizado como aditivo químico nos materiais cimentantes, sendo que Teixeira (2014) afirma que é um dos produtos mais utilizados para reter umidade durante o processo de compactação do solo para base e sub-base de pavimentação, podendo ser adicionado tanto na forma sólida como em solução à água utilizada para alcançar a umidade ótima de compactação.

Andrade (2012), em sua pesquisa de estabilização de solos, diz que o cloreto de cálcio absorve a umidade atmosférica, aumentando a tensão superficial nas películas de água que envolve os grãos, de modo que através da compactação haja maior coesão dos grãos do solo com tratamento de $CaCl_2$. Cristelo (2001) conclui que o principal efeito do cloreto de cálcio está em sua capacidade de aumentar a massa especifica aparente dos solos, o que acarreta em um material final com melhor desempenho físico-mecânico.

Dentro deste contexto, o presente trabalho buscou usar a estabilização de solos por meio de cimento e de aditivos químicos a fim de possibilitar a redução da energia de compactação de execução da taipa de pilão sem alterar o desempenho físico-mecânico deste sistema construtivo. A alternativa de uso de aditivos químicos para redução de energia de compactação na execução de taipa de pilão se torna sustentável a partir da viabilização de sistemas de moldes mais simples, sem grandes estruturas de travamento e escoramento; e torna menos oneroso o trabalho de compactação do solo, ganhando em eficiência homem-hora/m³ de taipa de pilão construída.

2 MATERIAIS E MÉTODO

Para o desenvolvimento deste trabalho foi utilizado solo arenoso da região rural de Campo Grande, no Estado de Mato Grosso do Sul, cujo processo de preparação se deu através da secagem ao ar livre, destorroamento e peneiramento na peneira de malha 4,8 mm. Este solo possui coloração vermelha e é composto de areia média (2,6%), areia fina (60,4%), silte (4,4%) e argila (32,0%), sendo classificado como não plástico e apresenta massa específica dos sólidos de 2,681 g/cm³.

Como estabilizante foi utilizado o cimento CPII-Z32 da marca Cauê, escolhido pela alta disponibilidade no mercado. O teor de cimento para estabilização do solo foi de 6% em massa do solo, sendo esta escolha pautada no trabalho de Milani, Bertocini e Castro (2012), que obteve resistência mínima de 1,5 MPa, aos em 7 dias de idade, utilizando o mesmo teor de estabilizante para semelhante tipo de solo.

Quanto aos aditivos químicos, foi utilizado aditivo superplastificante GLENIUM® 51, de terceira geração, fabricado pela BASF. O teor indicado pelo fabricante é de 1% sobre a massa de cimento. Possui base química de éter policarboxílico e foi adotado devido aos bons resultados encontrados por Milani e Barboza (2016) na estabilização de solo-cimento autoadensável. Já o aditivo químico cloreto de cálcio[1] (pureza mínima de 99%) foi utilizado na forma sólida. Conforme orientação de Repette (2000), o teor indicado para uso do $CaCl_2$ é de 1% em relação a massa de cimento.

2.1 Ensaio de compactação de Proctor

A compactação de Proctor para os tratamentos descritos na tabela 1 e tabela 2 foi realizada mediante procedimentos da NBR 7182 (2016), sem reuso de material. Este ensaio foi realizado para a definição da curva de compactação de cada tratamento (massa específica aparente seca máxima e teor de umidade ótima) e para a verificação do comportamento do

[1] fabricado por Dinâmica

solo em relação à massa especifica aparente quando são utilizados aditivos químicos e diferentes energias de compactação.

Tabela 1. Tratamentos aplicados para o ensaio de compactação de Proctor

Tratamento	Composição da mistura	Tipo de energia de Proctor
T1 (SN)	Solo natural	normal
T2 (SC)	Solo + 6% cimento	normal
T3 (SN+AD1)	Solo natural + superplastificante	normal
T4 (SC+AD1)	Solo + 6% cimento + superplastificante	normal
T5 (SN+AD2)	Solo natural + $CaCl_2$	normal
T6 (SC+AD2)	Solo + 6% cimento + $CaCl_2$	normal
T7 (SN+AD2 R8%)	Solo natural + $CaCl_2$	reduzida 8%
T8 (SC+AD2 R8%)	Solo + 6% cimento + $CaCl_2$	reduzida 8%
T9 (SN+AD2 R20%)	Solo natural + $CaCl_2$	reduzida 20%
T10 (SC+AD2 R20%)	Solo + 6% cimento + $CaCl_2$	reduzida 20%

Para a primeira etapa de compactação foram realizados ensaios utilizando a compactação de Proctor com energia normal, compactando os tratamentos dentro do cilindro com três camadas de 26 golpes cada uma.

Após os cálculos das curvas de compactação dos tratamentos T1 ao T6 citados na tabela 1, aplicou-se a redução de energia de compactação para os tratamentos com cloreto de cálcio, visto que este aditivo resultou em melhoras na massa especifica aparente seca dos tratamentos da primeira etapa de compactação. Assim, foi realizado o ensaio de compactação de Proctor com energia reduzida nos tratamentos T7 ao T10.

Para a segunda etapa de compactação, foram mantidos a quantidade de camadas, o soquete (juntamente com sua altura de queda) e o molde cilíndrico; e a variável foi quantidade de golpes. Assim, foram feitas duas reduções de energia de compactação normal, uma energia reduzindo de 26 para 24 golpes, e outra de 26 para 21 golpes, tendo, respectivamente, reduções da energia normal de compactação de 8% e de 20%, conforme equações a seguir.

$$E = \frac{n.N.P.H}{V} \quad (1)$$

$$\frac{E_{8\%}}{E} = \frac{\frac{n.24.P.H}{V}}{\frac{n.26.P.H}{V}} = \frac{24}{26} \cong 0{,}92 \quad (2)$$

$$\frac{E_{20\%}}{E} = \frac{\frac{n.21.P.H}{V}}{\frac{n.26.P.H}{V}} = \frac{21}{26} \cong 0{,}8 \quad (3)$$

onde:

E= energia normal de compactação de Proctor = 5,95 kgf/cm²;

P = massa do soquete (kgf);

H = altura de queda do soquete (cm);

N = número de golpes por camada;

n = número de camadas;

V = volume do cilindro de compactação (cm^3).

2.2 Ensaio de compressão simples

Para verificação da influencia dos aditivos químicos e das reduções de energia de compactação na estabilização do solo, foi realizado o ensaio de compressão simples nos tratamentos descritos na tabela 1.

Os corpos de prova cilíndricos dos tratamentos de solo e de solo-cimento foram moldados de acordo com a normativa NBR 12024 (2012). Para cada tratamento foram moldados e curados três corpos de prova para posterior aplicação do ensaio de resistência à compressão aos 7 dias de idade.

Os corpos de prova com o estabilizante cimento foram embalados em filme de plástico para cura úmida (figura 1), enquanto os demais foram submetidos a secagem ao ar. Todos os corpos de prova permaneceram nestas condições até a realização do ensaio mecânico.

O ensaio de compressão simples foi realizado mediante procedimentos da NBR 12025 (2012), utilizando uma prensa hidráulica da marca Solotest, possuindo capacidade de 50 kN, comprimindo o corpo de prova à uma deformação constante de 1,27 mm/min e possuindo constante de K= 24,053784 N/µm (figuras 2 e 3).



Figura 1. Corpo de prova em cura umida



Figura 2. Corpo de prova no ensaio de compressão simples (Créditos: M. M. Maia)



Figura 3. Corpo de prova rompido

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Curvas de compactação de Proctor

A figura 4 mostra que o uso do superplastificante reduziu a massa especifica aparente seca máxima do solo e do solo-cimento, enquanto que a adição do cloreto de cálcio aumentou esse parâmetro físico, o que levou a escolha da aplicação de compactação com energia reduzida nos tratamentos do solo e do solo-cimento aditivados com $CaCl_2$ (figuras 5 e 6).

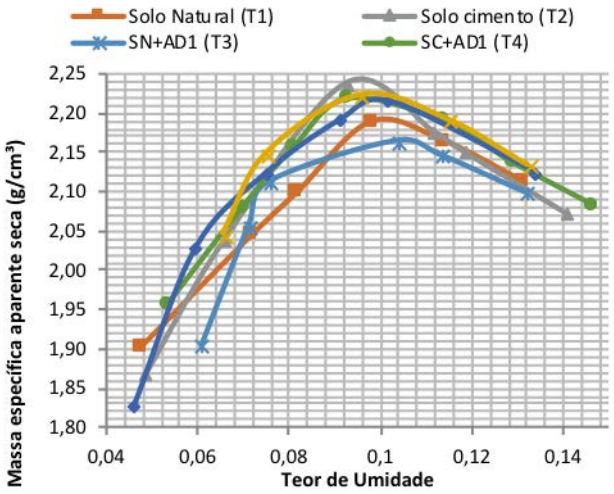


Figura 4. Curvas de compactação de Proctor do tratamento com energia normal (crédito: M. M. Maia)

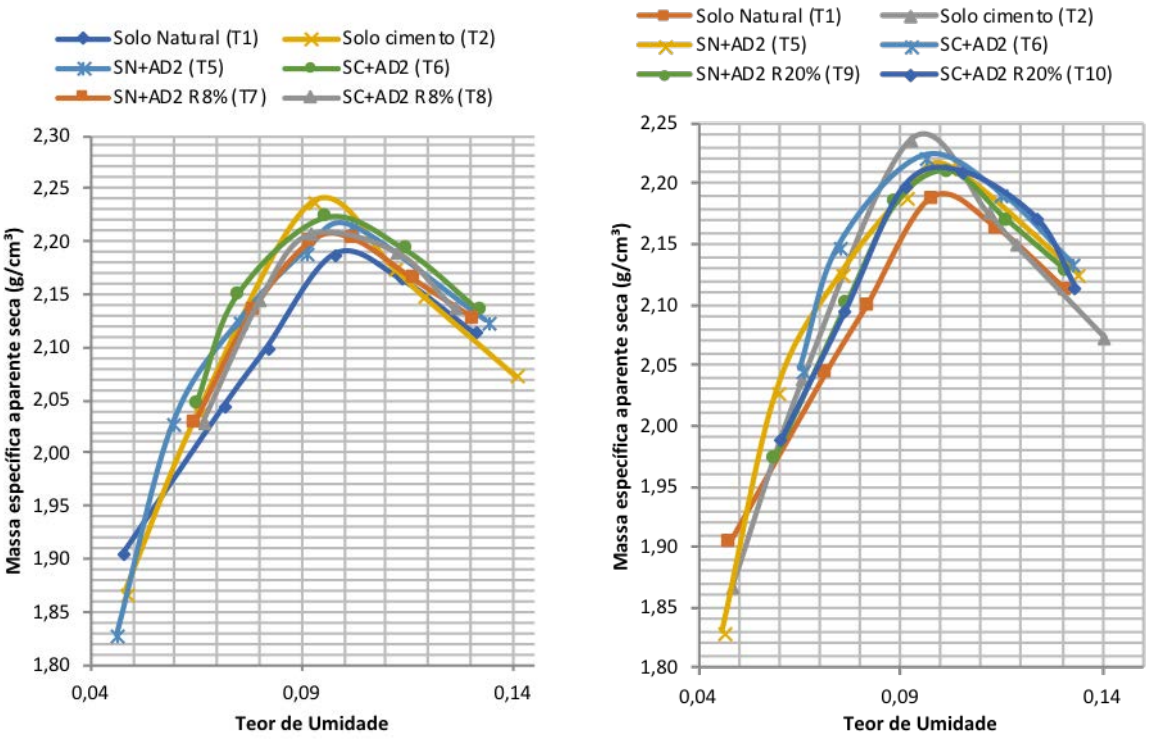


Figura 5. Curvas de compactação de Proctor dos tratamentos: a) energia reduzida 8% b) energia reduzida 20% (crédito: M. M. Maia)

3.2 Resistência à compressão simples

Os resultados sumarizados na tabela 2 mostram melhor desempenho do $CaCl_2$ comparado com o superplastificante, visto que, ao adicionar o cloreto de cálcio ao solo, foi alcançada a resistência mecânica mínima de 1,5 MPa para a construção de taipa de pilão independente da energia de compactação aplicada nos tratamentos. Também se confirmou a eficiência do estabilizante cimento, pois quando adicionado ao solo a resistência mecânica mínima de 1,5 MPa para a construção de taipa de pilão foi atingida para todos os tratamentos, independente da energia de compactação e do aditivo químico aplicado.

Tabela 2. Comportamento físico-mecânico dos tratamentos

Energia	Tratamento	Umidade ótima (%)	Massa específica aparente seca máxima (g/cm³)	Resistência média compressão simples (MPa)
Normal	T1 (SN)	10,03	2,204	1,17 (0,01±0,01)*
	T2 (SC)	9,25	2,237	3,33 (0,01±0,01)
	T3 (SN+AD1)	8,60	2,195	0,73 (0,06±0,08)
	T4 (SC+AD1)	9,70	2,230	3,58 (0,12±0,03)
	T5 (SN+AD2)	9,50	2,230	2,11(0,02±0,01)
	T6 (SC+AD2)	10,2	2,235	3,75 (0,15±0,04)
Reduzida 8%	T7 (SN+AD2 R8%)	9,60	2,215	2,03 (0,13±0,07)
	T8 (SC+AD2 R8%)	9,60	2,230	3,66 (0,07±0,02)
Reduzida 20%	T9 (SN+AD2 R20%)	9,96	2,215	1,93 (0,02±0,01)
	T10 (SC+AD2 R20%)	9,65	2,220	2,80 (0,01±0,01)

* Desvio Padrão ± Coeficiente de Variação

O superplastificante (AD1) reduziu a massa especifica seca máxima do solo e do solo-cimento quando compactados sob mesma energia, porém contribuiu expressivamente no ganho de resistência à compressão simples do solo-cimento, visto que este aditivo químico atua quimicamente na presença do cimento por causa do efeito estérico e da repulsão eletrostática durante a hidratação dos compostos cimentantes. Apesar do superplastificante não contribuir para manter ou aumentar a densidade aparente do solo e do solo-cimento, conclui-se que as interações químicas entre partículas de cimento e policarboxilatos são significativas no processo de melhoramento de desempenho mecânico final do produto solo-cimento.

O cloreto de cálcio (AD2) aumentou expressivamente a massa especifica seca máxima do solo e a resistência à compressão simples do solo compactado, já que este aditivo químico atua na retenção do teor de umidade no sistema em processo de compactação, lubrificando as partículas de solo e contribuindo para um melhor rearranjo dos grãos.

Ao reduzir em 8% a energia de compactação do solo e do solo-cimento aditivados com cloreto de cálcio observou-se que diminuiu minimamente a massa especifica seca máxima e a resistência à compressão simples em relação ao solo e ao solo-cimento com cloreto compactados sob energia normal. Já a redução de 20% da energia de compactação do solo e do solo-cimento aditivados com cloreto de cálcio não apresentou o mesmo comportamento, pois apesar da massa especifica seca máxima não se alterar expressivamente, houve uma redução considerável da resistência dos tratamentos com cloreto de cálcio. Porém, mesmos ocorrendo tais reduções de desempenho físico-mecânico, todos os tratamentos de solo e de solo-cimento aditivados com cloreto apresentaram massa específica aparente seca superiores a 2000 kg/m³ e resistência a compressão superior a 1,5 MPa, o que estão de acordo com as características mínimas necessárias para que este material seja utilizado na execução de taipa de pilão segundo NBR 13553 (2012).

Destaca-se que o solo e solo-cimento aditivados com cloreto de cálcio sob energia de compactação reduzida em 8% ainda são superiores no desempenho fisíco-mecânico quando comparados aos tratamentos do solo e do solo-cimento sem e com superplastificante sob energia normal de compactação, indicando que o aditivo cloreto de cálcio é eficiente para a redução de energia de compactação do solo e do solo-cimento.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso dos aditivos químicos cloreto de cálcio e superplastificante a base de éter policarboxílico modificaram expressivamente os valores de massa especifica aparente seca máxima e de resistência à compressão simples do solo e do solo estabilizado com cimento.

A adição do cloreto de cálcio na dosagem de 1% (massa de cimento) no solo e no solo-cimento se mostrou satisfatório, elevando a massa especifica e a resistência mecânica do solo em seu estado natural, independente da energia de compactação aplicada.

Assim, o uso do aditivo cloreto de cálcio mostrou-se eficiente na redução de até 20% da energia de compactação de Proctor normal da mistura de solo e de solo-cimento para a execução de taipa de pilão com desempenho físico-mecânico superior ao mínimo exigido em normativas do sistema construtivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade, M. H. F. (2012). Notas de aula, Texto complementar. Transportes B – Pavimentação. UFPR. Disponível em http://www.dtt.ufpr.br/Pavimentacao/Notas/Texto%20Complementar.pdf

Cristelo, N. M. C. (2001). Estabilização de solos residuais graníticos através da adição de cal. Dissertação de Mestrado (Engenharia Civil) - Universidade de Minho, Braga - Portugal.

Milani, A. P. S.; Barboza, C. S. (2016). Contribution to the study of properties of the self-compacting soil-cement for construction of monolithic walls. Ambiente Construído, 16(4), 85-95.

Milani, A. P. S.; Bertocini, S. R.; Castro, H. M. (2012). Uso de resíduo da britagem de rochas basálticas na fabricação de blocos de terra comprimida. IV congresso de arquitetura e construção com terra no Brasil, 2012, Fortaleza. Terra Brasil 2012.

NBR 7182 (2016): Solo – Ensaio de compactação. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicasverificar

NBR 12024 (2012). Solo-cimento – Moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR 12025 (2012). Solo-cimento – Ensaio de compressão simples de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR 13553 (2012). Materiais para emprego em parede monolítica de solo-cimento sem função estrutural — Requisitos. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas

Neves, C. M. M.; Faria, O. B.; Rotondaro, R.; Salas, P. C.; Hoffmann, M. (2009). Seleção de solos e métodos de controle em construção com terra – Práticas de campo. Rede Ibero-americana PROTERRA. Disponível em http://www.redproterra.org.

Puertas, F.; Santos, H.; Palacios, M.; Martinez-Ramirez, S. (2005). Polycarboxylate superplasticiser admixtures: effect on hydration, microstructure and rheological behaviour in cement pastes. Advances in Cement Research, 17(2), 77-89.

Repette, W. L. (2009). Conheça e tire suas dúvidas sobre aditivos, Techne, PINI, 49. Disponível em http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/49/artigo287209-1.aspx .

Teixeira, I. (2014). Estabilização de um solo laterítico argiloso para utilização como camada de pavimento. Tese de doutorado. Campinas: UNICAMP

AUTORES

Ana Paula da Silva Milani, doutora em construções rurais e ambiência, professora associada da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS, membro d a Rede PROTERRA e da Rede TerraBrasil; coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Eficiência Energética e Sustentabilidade da UFMS.

Murilo Moura Maia, acadêmico de engenharia civil na Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul.

PRODUÇÃO E ANÁLISE DE BLOCOS DE TERRA COMPRIMIDA COM RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

Sofia Araújo Lima Bessa[1]; Tiago Augusto Gonçalves Mello[2]; Karen Katleen Lourenço[3]

[1]Departamento de Tecnologia do Design, da Arquitetura e do Urbanismo, Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais; BH, MG, Brasil, sofiabessa@ufmg.br

Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais; Belo Horizonte, MG; [2]tiagoaugustogm@ufmg.br; [3]kkl.arquitetura@gmail.com

Palavras-chave: comportamento mecânico, absorção, durabilidade, solo-cimento

Resumo

A construção civil é um dos setores de maior relevância na economia brasileira. Todavia, é, também, um dos ramos que mais impacta negativamente o meio ambiente. Cerca 60% de todo o resíduo sólido gerado no Brasil é proveniente das atividades de construção e demolição, o que equivale a cerca de 45 milhões de toneladas geradas por ano. A reciclagem do resíduo é uma alternativa sustentável à degradação causada por sua alta geração e má deposição. Este trabalho teve como objetivo investigar o desempenho mecânico e a durabilidade de blocos de terra comprimida (BTC) estabilizados com CPIV e com resíduos de construção e demolição (RCD) incorporados. Para tanto, os materiais utilizados foram caracterizados, a fim de uma melhor compreensão de suas propriedades, e, em seguida, utilizados para a produção de BTCs com altos teores de incorporação de RCD (60%, 80% e 100%) em substituição à areia. Os traços foram analisados segundo a resistência à compressão e o índice de absorção, tendo o melhor deles passado, posteriormente, por análises de durabilidade, juntamente com o traço padrão, a fim de estabelecer parâmetros comparativos. O material teve desempenho superior às exigências das normas técnicas nos ensaios preliminares e inferior nos testes de durabilidade, estando apto a ser utilizado sem função estrutural, desde que adequadamente revestido. A viabilidade técnica do uso do RCD e sua compatibilidade com o solo na produção de BTCs foi comprovada. Além de assumir a função da areia, como material coadjuvante na estabilização dos blocos, o uso do RCD em produtos a base de terra reforça a importância da busca por soluções construtivas de baixo impacto econômico e ambiental.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, os valores e a conscientização relacionados a políticas de viés ambiental e ao desenvolvimento sustentável têm sido institucionalizados ao redor do mundo, em maior ou menor grau, através da influência da mídia, de movimentos sociais e pelos governos (Barbieri et al., 2010). Seguindo essa tendência, as políticas, as diretrizes e a legislação brasileira dos últimos anos se alinharam ao gerenciamento integrado e sustentável dos resíduos.

A construção civil é um dos setores de maior relevância no cenário econômico brasileiro. Sua importância é evidenciada mesmo em períodos de recessão, sendo, ainda nesse contexto, responsável por cerca de 6% do PIB (CBIC, 2018) De acordo com dados do IBGE, em 2016, somente nas principais regiões metropolitanas do país, o total de brasileiros vinculados às atividades desse domínio no mercado formal equivalia a 1,7 milhões de pessoas (IBGE, 2016).

Embora essencial, o setor também é um dos que mais impacta negativamente o meio ambiente. O impacto ambiental causado pela produção e descarte desses resíduos é um dos principais do planeta, seja pela quantidade descartada diariamente ou pelo uso irracional das jazidas de recursos naturais (Baptista Jr; Romanel, 2013).

Em 2016, cerca de 60% de todo o resíduo sólido gerado no Brasil teve como origem as atividades de construção e de demolição. Isso equivale a, aproximadamente, 45 milhões de

toneladas de resíduos de construção e demolição (RCD) gerados por ano (ABRELPE, 2016). Porém, levando em consideração o cenário nacional da gestão de resíduos sólidos, sabe-se que esse volume pode ser ainda maior, quando contemplados os números referentes aos descartes clandestinos em logradouros públicos. Em Belo Horizonte, por sua vez, cerca de 230 toneladas de resíduo são coletados por dia[1].

Para além da racionalização dos processos construtivos, que evita o desperdício e aumenta a eficiência da produção (Moura; Sá, 2013), a reciclagem desse resíduo mostra-se, também, como alternativa sustentável à degradação ambiental causada por sua alta geração. A reutilização e a reciclagem de RCD, inclusive dentro da própria indústria da construção civil, tem se mostrado uma eficiente alternativa para minimizar esses impactos. Entretanto, "a quantidade de RCD reciclado no Brasil (20%) é pequena quando comparado à de outros países, como o Reino Unido (52%), a Holanda (92%), a Bélgica (89%), a Áustria (48%) e a Dinamarca (81%)" (Brasileiro; Matos, 2015).

O estudo e a comprovação da viabilidade técnica de materiais reciclados possibilitam maior visibilidade de alternativas aos materiais convencionais encontrados no mercado, além de oferecer maior segurança aos profissionais e instituições que possuem interesse em opções ambientalmente sustentáveis. Os benefícios de sua reutilização diminuem a possibilidade de deposição de resíduos em locais inadequados, bem como a necessidade de extração de matéria-prima em jazidas, nem sempre fiscalizadas sob o ponto de vista ambiental (Baptista Jr; Romanel, 2013).

Todavia, a composição do RCD é variável, dependendo diretamente do estágio de desenvolvimento da indústria local, da qualidade da mão de obra disponível, das técnicas construtivas utilizadas, da adoção de programas de qualidade, da fase da obra etc. (Baptista Jr.; Romanel, 2013). Por esses motivos, a ciência cumpre importante função, uma vez que, através de investigações criteriosas, torna-se possível caracterizar e aplicar novamente esse material na cadeia produtiva da construção civil. No Brasil, muitos pesquisadores buscam mitigar os danos de sua alta geração através de sua incorporação no ciclo construtivo como material de construção.

Santos et al*.* (2015) estudaram a performance e os impactos na redução de custo de pavimentações com uso de solo e RCD reciclado em vias de tráfego intenso. O material estudado cumpriu as exigências estabelecidas pelas normas nacionais e teve um custo total 8,8% menor do que o padrão, produzido com material convencional.

Gomes et al*.* (2015) analisaram o desempenho do RCD incorporado visando a verificação da viabilidade da produção de concreto leve e obtiveram como resultado que o RCD pode ser utilizado em concretos de média resistência.

Todavia, no âmbito da construção civil, sabe-se que o consumo energético para a fabricação de materiais industrializados é elevado. O processo de confecção de componentes cerâmicos, por exemplo, demanda, durante o processo de queima, temperaturas entre 900 e 1000ºC. Dessa forma, soluções que contemplem também o uso de materiais naturais (não calcinados) são necessárias (Melo et al., 2011).

O uso da terra destaca-se como uma solução possível. A terra é um dos mais antigos materiais construtivos, tendo deixado vestígios em inúmeras regiões e civilizações. Estima-se que um terço da população mundial habita ou trabalha em edificações construídas com terra (Piattoni; Quagliarini; Lenci, 2011; Minke, 2015) e grande parte das cidades coloniais brasileiras foi erguida através de seu uso.

Com o advento da revolução industrial e o surgimento dos materiais produzidos em larga escala, essas técnicas deixaram de ter protagonismo no contexto formal da construção no país, sendo, inclusive, associadas à precariedade e a pobreza (Melo et al., 2011). Pouco se evoluiu tecnologicamente até então, justamente por conta de seu desuso.

[1]https://prefeitura.pbh.gov.br/slu/informacoes/estatisticas

Ao longo dos últimos cinquenta anos, uma das tecnologias com terra que mais tem sido aprimorada é a dos blocos de terra comprimida (BTC), sendo eles cada vez mais utilizados em países desenvolvidos, como a Austrália e os Estados Unidos (Morel; Pkla; Walker, 2007). Os BTCs são comumente fabricados a partir de misturas de solo arenosos e estabilizantes químicos, sendo o cimento o mais utilizado. O material atinge grau de compactação mecanicamente, através de prensas manuais ou hidráulicas. Dessa maneira, o BTC também se apresenta como uma alternativa aos tijolos queimados de barro, já que produção não demanda altas temperaturas para cura, tal como é exigido pelo barro (Piattoni; Quagliarini; Lenci, 2011).

Buson (2009) realizou um estudo com fibras de papel Kraft para a confecção de BTC e argamassa para assentamento. Apresentou resultados de 29% de absorção, em média, para os blocos com resíduo. O melhor resultado para os ensaios de compressão foi de 7,2 MPa, sendo de um bloco com incorporação das fibras. Parte da pesquisa consistiu na avaliação do desempenho de alvenarias em ensaios de resistência ao fogo. Os melhores resultados foram obtidos com os BTC produzidos com fibras dispersas de papel Kraft.

Lima et al. (2012) produziram BTCs com incorporação de cinza do bagaço da cana-de-açúcar (CBC) e analisaram séries produzidas com 6% e 12% de cimento. Para a série com 12% de cimento, os blocos de referência (sem CBC) atingiram o valor médio de 3,13 MPa aos 28 dias, enquanto que os blocos com 8% de CBC chegaram a 2,88 MPa.

Gutierrez, Izaguirre e Mujica (2013) propuseram investigações voltadas para o uso de cal em substituição ao cimento como estabilizante na confecção de BTC no México. Os resultados apontaram o melhor desempenho mecânico nos ensaios de resistência à compressão dos blocos confeccionados com cal, embora, por serem mais porosos, eles absorvam, em média, 11% a mais de água nos testes de absorção.

Jiménez e Izaguirre (2016) realizaram ensaios de resistência à abrasão com BTC confeccionados com seivas vegetais de babosa e de cacto. A análise dos testes permitiu identificar que os blocos feitos com babosa em sua composição apresentaram melhor performance.

Em consonância às políticas públicas e dada a real necessidade de atribuir finalidade em larga escala ao grande montante de RCD gerado, torna-se necessário investigar a viabilidade de sua aplicação na construção civil. Dessa maneira, considerando a importância da inclusão desses resíduos nos materiais de construção e priorizando as técnicas com terra, volta-se ao objetivo primeiro desse trabalho, que trata da incorporação de RCD na produção de BTC e a avaliação de seu potencial técnico enquanto componente construtivo.

2 MÉTODOS

A pesquisa foi dividida em quatro fases, sendo elas: i) coleta e caracterização dos materiais necessários; ii) produção dos BTCs com RCD incorporado; iii) avaliação do desempenho mecânico dos blocos; e iv) análises de durabilidade em corpos de prova cilíndricos. As duas primeiras fases do estudo foram desenvolvidas no Núcleo de Pesquisas em Materiais Sustentáveis (Fazenda Modelo da UFMG), em Pedro Leopoldo (um dos 34 municípios da Região Metropolitana de Belo Horizonte - RMBH). As duas últimas foram realizadas no Laboratório de Mecânica dos Pavimentos e Materiais do CEFET/MG.

Com o intuito de reforçar e comprovar a potencialidade e a viabilidade da produção dos blocos localmente, todos os materiais utilizados na produção dos BTCs e dos corpos de prova (CPs) cilíndricos foram adquiridos na RMBH. O solo foi extraído manualmente na Fazenda Modelo da UFMG, na cidade de Pedro Leopoldo, MG. O RCD foi coletado na Estação de Reciclagem de Entulho da Superintendência de Limpeza Urbana da Prefeitura de Belo Horizonte (SLU/PBH), em granulometria equivalente à areia utilizada. O cimento utilizado foi o CPIV-32 RS, por ser o de maior disponibilidade na RMBH.

A literatura e as normas técnicas apontam que o solo com perfil arenoso é o ideal para a utilização nesse tipo de componente. Dessa forma, o solo utilizado foi caracterizado

conforme os métodos de ensaio listados na tabela 1, bem como os demais materiais utilizados, para melhor entendimento de suas propriedades e necessidades quanto aos ensaios realizados.

Tabela 1. Métodos de caracterização

Propriedade	Solo	Areia RCD
Granulometria	NBR 7181	NBR 7217
Limite de liquidez (LL)	NBR 6459	
Limite de plasticidade (LP)	NBR 7180	
Índice de plasticidade (IP)	NBR 6459	
Volume de vazios e massa unitária		NBR NM 45
Massa específica		NBR NM 52

Analisadas as propriedades de cada material, foram definidos os traços para a produção dos BTCs, tendo em vista a experimentação com diferentes dosagens de RCD. A incorporação do resíduo se deu através de teores elevados em substituição à areia, conforme indicado na tabela 2.

Tabela 2. Séries de BTC e seus respectivos traços - em massa

Material	R0	R60	R80	R100
Solo	45%	45%	45%	45%
Areia	45%	18%	9%	-
RCD	-	27%	36%	45%
cimento	10%	10%	10%	10%

Todos os materiais secos foram mensurados em balança com resolução 10 g e homogeneizados em uma argamassadeira industrial com capacidade para 60 kg de mistura. O percentual de água utilizado variou em torno de 10% do total da massa seca, sendo sua dosagem definida de acordo com análises tácteis-visuais da consistência e da textura do material.

Após a homogeneização, a mistura foi direcionada à prensa hidráulica PH4C 40x40 T da Hidral-Mac para a confecção dos BTCs. Para cada traço, foram produzidos onze blocos, sendo oito utilizados para testes de resistência à compressão e três para ensaios de absorção.

As análises do comportamento mecânico dos BTCs (resistência à compressão axial simples e de absorção, aos 28 dias) foram realizadas no Laboratório de Mecânica dos Pavimentos e de Materiais do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG). Esses ensaios foram realizados seguindo as indicações da NBR 10836 (2013), como apresentado na figura 1.

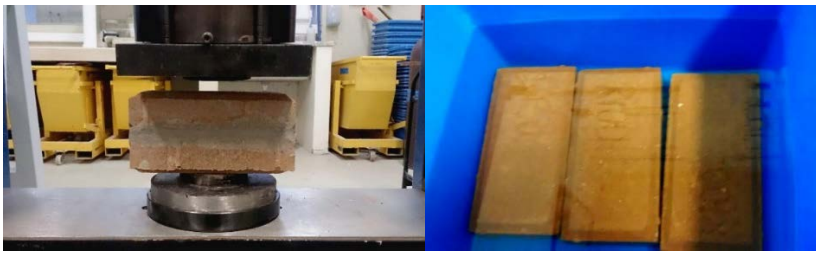


Figura 1. Ensaios de resistência à compressão e absorção
(crédito: T. A. G. Mello, 2017)

Por conta da rigidez dos blocos, afim de evitar alta perda de massa, as análises de resistência à compressão foram feitas através da sobreposição de peças (mini prismas), diferente do indicado pela NBR 10836 (2013), porém mantendo-se as regras de proporção na área em contato com a prensa.

Definido o melhor traço, com base nos valores obtidos e em comparação ao traço padrão (R0), foram moldados corpos de prova cilíndricos para a determinação da durabilidade do material através de ciclos de molhagem e secagem, conforme NBR 12024 (2012).

Pela dimensão dos corpos de prova, os materiais secos foram pesados em balança com resolução 0,01 g e homogeneizados em um argamassadeira com capacidade para 5 kg de mistura durante 30s em consistência seca e por mais 30s após adição de água (figura 2).



Figura 2. Mistura, moldagem e desmoldagem dos corpos de prova para a realização dos ensaios (crédito: T. A. G. Mello, 2018)

Diferente do indicado pela NBR 12024 (2012), que sugere o uso de moldes metálicos de 100 mm x 127 mm, o molde utilizado para a produção dos CPs foi o mesmo recomendado pela NBR 7215 (1996) para a confecção de CPs de argamassa, com dimensões de 50 mm de diâmetro e 100 mm de altura (figura 2). Souza (2011) realizou estudos com o mesmo molde, enquanto Pinto (2016) propôs um novo equipamento nas mesmas dimensões. Ambos levantaram questionamentos acerca da quantidade de material seco consumido pelo molde previsto pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

As peças foram untadas com óleo desmoldante e o material inserido por meio de um funil encaixado na parte superior do cilindro. A compactação foi dividida em três camadas com a mesma altura, tendo cada uma recebido 30 golpes através de um soquete simples. As duas primeiras camadas foram escarificadas com o auxílio de uma espátula metálica para melhor aderência das porções seguintes.

O desmolde dos CPs se deu no mesmo dia, 1 hora após a finalização das moldagens. As peças repousaram numa caixa durante o processo de cura, que ocorreu durante o período de 28 dias em ambiente de laboratório de acordo com os ensaios a serem realizados. Ao todo, foram confeccionados 12 CPs em 2 diferentes grupos (R0 e R100).

Foi realizada uma moderada adaptação da NBR 13554 (2012) para melhor adequação do procedimento à rotina do laboratório, afim de eliminar inconsistências metodológicas (tabela 3). A estrutura do procedimento, aparentemente simples, vê-se incoerente, uma vez que “estabelece intervalos entre operações que resultam em horários inadequados para a realização de algumas etapas do ensaio, mesmo com um bom planejamento”. (Pinto, 2016; p.56)

Tabela 3. Tempos de molhagem e secagem, adaptação da NBR 13554 (2012)

Procedimento	Molhagem	Secagem
Metodologia padrão – NBR 13554	5 horas	42 horas a 72º C
Metodologia adaptada pelos autores	24 horas	48 horas a 72º C

Após os ciclos estendidos de molhagem e de secagem (adaptados) de 72 horas cada, foram determinadas as variações de umidade, o volume e a perda de massa dos CPs, conforme a NBR 13554 (figura 3).



Figura 3. Execução do ensaio de durabilidade
(Créditos: T. A. G. Mello e S. A. L.Bessa, 2018)

Para comparar os resultados obtidos por ambos os grupos nos ensaios realizados, utilizou-se como parâmetro a norma ASTM D2487 (2011) para a classificação do solo. Após essa definição, os resultados mínimos determinados pela NBR 13554 foram comparados com os obtidos no estudo para a verificação do desempenho alcançado pelos CPs com e sem incorporação de RCD, com o objetivo de avaliar a viabilidade técnica do material.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados dos ensaios de caracterização dos materiais estão discriminados na tabela 4.

Tabela 4. Características dos materiais

Propriedade	Solo	Areia	RCD
Limite de liquidez - LL	30%		
Limite de plasticidade - LP	22%		
Índice de plasticidade - IP	8%		
Volume de vazios		0,11%	1,38%
Massa unitária		1,39 kg/m³	1,56 kg/m³
Massa específica		2,49 kg/m³	2,22 kg/m³

Em relação ao solo, o LP mostrou-se 4% acima do indicado pela NBR 10833 (2012) para a fabricação de blocos de solo-cimento. Todavia, utilizou-se areia e RCD para sua correção. Quanto aos agregados, a densidade do RCD mostrou-se compatível com a da areia. Embora o RCD apresente um volume de vazios maior que o da areia, esse valor não o torna inapropriado como substituto do agregado natural.

Os resultados obtidos nos procedimentos de caracterização granulométrica do solo do RCD e da areia estão expressos na figura 4. Observa-se que todos os materiais se encontram conformados pelas zonas utilizáveis estabelecidas pela NBR 7211 (2005).

Com base nas diretrizes estabelecidas pela ASTM D2487 (2011), o solo de Pedro Leopoldo foi classificado como A-2-4, pois: LL 40% (máximo), IP 10% (máximo), material passante na peneira 75 µm 30% (máximo).

Na tabela 5 são apresentados os resultados obtidos após as análises dos BTCs. Todos os resultados obtidos puderam ser enquadrados nos parâmetros estabelecidos pela NBR 10836 (2013), com a série R100 tendo obtido os melhores resultados, na qual o RCD substituiu totalmente a parcela de areia utilizada. Dessa maneira, essa foi a série utilizada para a produção dos CPs para as análises de durabilidade.

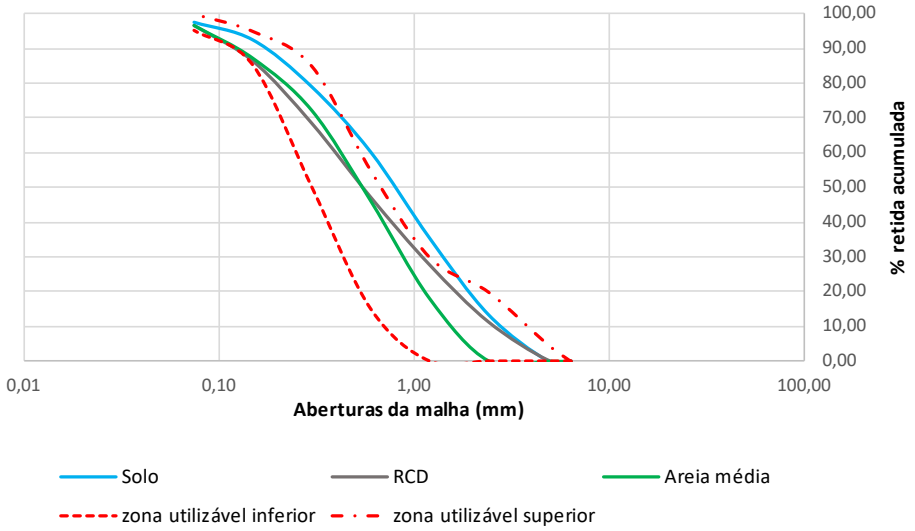


Figura 4. Dispersão granulométrica dos materiais secos
(créditos: S. A. L. Bessa, 2018)

Tabela 5. Parâmetros e resultados obtidos – BTC

Ensaios realizados	Parâmetros NBR 10836	R0	R60	R80	R100
Absorção (%)	≤ 20,00	12,45	14,44	14,31	14,23
Desvio padrão	-	0,18	0,25	0,33	0,62
Coeficiente de variação (%)	-	1,46	1,72	2,28	4,36
Resistência à compressão (MPa)	≥ 2,00	4,20	3,12	3,16	3,68
Desvio padrão	-	0,47	0,25	0,14	0,16
Coeficiente de variação (%)	-	11,39	7,98	4,43	4,31

No entanto, os CPs não apresentaram resultados compatíveis com os valores mínimos de durabilidade definidos por norma. Ambas as séries (R0 e R100) não conseguiram resistir aos ciclos de molhagem e secagem sem perderem massa excessivamente, além de terem mudado completamente o formato inicial já no primeiro dos seis ciclos (Figura 5).



Figura 5. Aspecto visual dos CPs após 1° ciclo de molhagem-secagem
(Créditos: T. A. G. Mello, 2018).

Os BTCs produzidos com este cimento, apesar de terem obtido valores de resistência à compressão compatíveis com a produção de alvenarias de vedação segundo a normalização vigente, necessitam de uma camada de revestimento impermeável se forem expostos às intempéries. Caso sejam utilizados em vedações externas, deve-se considerar a correta impermeabilização das fundações e dos respectivos revestimentos.

O CPIV-32 RS é um cimento pozolânico com baixo calor de hidratação que possui até 50% de pozolana em sua composição (NBR 5736 e NBR 5737). Dessa maneira, os resultados obtidos também dizem respeito à sua compatibilidade com o solo.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após as análises realizadas, pode-se concluir que:

- No que diz respeito ao desempenho mecânico e à absorção, o material proposto obteve valores compatíveis com as normas brasileiras vigentes. Todavia, a matriz formada não atingiu estabilidade suficiente à abrasão quando exposta à alta variação de umidade e temperatura, acarretando em perda de massa;
- O material está apto a ser utilizado, desde que não incumbido de função estrutural e devidamente revestido por argamassa impermeável ou material similar;
- Foi comprovada a viabilidade do uso do RCD e assegurada a sua compatibilidade com o solo na produção de componentes construtivos, ainda que sejam necessários ensaios complementares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE (2016). Panorama dos resíduos sólidos no Brasil – 2016. São Paulo: Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

ASTM D2487 (2011). Unified soil classification system. USA: ASTM International

Baptista Junior, J. V.; Romanel, C. (2013). Sustentabilidade na indústria da construção: uma logística para reciclagem dos resíduos de pequenas obras. Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana, v. 5, n. 2, p. 27-37

Barbieri, J. C.; Vasconcelos, I. F. G.; Andreassi, T.; Vasconcelos, F. C. de (2010). Inovação e sustentabilidade: novos modelos e proposições. Revista de Administração de Empresas – ERA, 50 (2), 146-154

Brasileiro, L. L.; Matos, J. M. E. (2015). Revisão Bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil. Cerâmica, n 61, p.178 189). Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ce/v61n358/0366-6913-ce-61-358-00178.pdf>

Buson M. A. (2009). KRAFTTERRA: Desenvolvimento e análise preliminar do desempenho técnico de componentes de terra com a incorporação de fibras de papel kraft provenientes da reciclagem de sacos de cimento para vedação vertical. Tese (Doutorado em Arquitetura). Brasília: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília – FAU/UnB

CBIC (2018). PIB Brasil e Construção Civil. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-construcao-civil>

Gomes, P. C. C.; Alencar, T. F. F.; Silva, N. V.; Moraes, K. A. M.; Ângulo, S. C. (2015). Obtenção de concreto leve utilizando agregados reciclados. Ambiente Construído, 15, p. 31-46

Gutierrez, R. S. R.; Izaguirre, V. M. G.; Mujica, J. A. E. (2014). Los materiales alternativos estabilizados y su impacto ambiental. Nova Scientia, Universidad de la Salle Bajío

Jiménez, Y. G. A.; Izaguirre, V. M. G. (2016). Efectos de utilización de savias vegetales en bloques de tierra comprimida a la prueba de abrasión. LEGADO de Arquitectura y Diseño, 19, p.101-110

Lima, S. A.; Varum, H.; Sales, A.; Neto, V. F. (2012).Analysis of the mechanical properties of compressed earth block masonry using the sugarcane bagasse ash. Construction & Building Materials, v.35 p.829-837

Melo, A. B.; Barbosa, N. P.; Lima, M. R. F.; Silva, E. P. (2011). Desempenho estrutural de protótipo de alvenaria construída com blocos de terra crua estabilizada. Ambiente Construído, v.11, n.2. p.111-124

Minke, G. (2015). Manual de construção com terra: uma arquitetura sustentável. São Paulo: B4 Editores

Morel, J. C.; Pkla, A; Walker. P. (2007). Compressive strength testing of compressed earth blocks. In Construction and Building Materials, v. 21, p. 303–309

Moura, A.; Sá, M. V. V. A. (2013). Influência da racionalização e industrialização na construção sustentável. Tecnologia e Informação, ano 1, n.1, p.64-77.

NBR 5736 (1991). Cimento Portland pozolânico. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR 5737 (1992). Cimentos Portland resistentes a sulfatos. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR 6459 (2016). Solo – determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR 7180 (2016). Solo - determinação de limite de plasticidade. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR 7181 (1984). Solo - análise granulométrica. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR 7211 (2005): Agregados para concreto – Especificação. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR 7215 (1996). Cimento Portland – determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR 7217 (1987). Agregados – determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR 10833 (2012). Fabricação de tijolo e bloco de solo-cimento com utilização de prensa manual ou hidráulica - procedimento. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR 10836 (2013). Bloco de solo-cimento sem função estrutural – Análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção de água – Método de ensaio. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR 12024 (2012). Moldagem e cura de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR 13554 (2012). Solo-cimento - ensaio de durabilidade por molhagem e secagem. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR NM45 (2006). Agregados - determinação de massa unitária e volume de vazios. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR NM52 (2003). Agregado miúdo - determinação da massa específica e massa específica aparente. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas

Piattoni, Q.; Quagliarini, Q.; Lenci, S. (2011). Experimental analysis and modelling of the mechanical behavior of earthen bricks. Construction and BuildingMaterials, 25, p.2067-2075

Pinto E. S. (2016). Solo-cimento compactado: proposta de métodos de ensaio para dosagem e caracterização física e mecânica. Dissertação de Mestrado. São Paulo: Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual de São Paulo -FAAC/UNESP

Santos, A. G; Teixeira, R. W; Mello, E. A; Teixeira, J. (2015). Avaliação do custo de construção de uma estrutura de pavimento empregando agregado reciclado de RCD. Revista Eletrônica de Engenharia Civil, 10, p.1-13

Souza F. A. (2011). Estudo da durabilidade de blocos de solo-cimento com a incorporação de casca de arroz. Tese de doutorado. Campina Grande: Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal de Campina Grande - CCT/UFCG.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à SLU/PBH, pelo resíduo disponibilizado durante toda a investigação; ao Departamento de Engenharia de Transportes do CEFET/MG, pelo laboratório cedido para a realização de todos os ensaios; e à Pró-reitoria de Pesquisa (PRPq/UFMG), pelas bolsas concedidas.

AUTORES

Sofia Araújo Lima Bessa, doutora em engenharia urbana, mestre em arquitetura, urbanismo e tecnologia; arquiteta-urbanista e técnica em edificações; professora do Departamento de Tecnologia do Design, da Arquitetura e do Urbanismo (TAU) da Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais (EAUFMG). Coordenadora do Núcleo de Pesquisas em Materiais Sustentáveis - NPMS (Fazenda Modelo/ UFMG). Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/1142385823563089.

Tiago Augusto Gonçalves Mello, graduando em Arquitetura e Urbanismo. Ex-bolsista do Departamento de Tecnologia do Design, da Arquitetura e do Urbanismo da Escola de Arquitetura (EA/UFMG). Trabalha em projetos de pesquisa e extensão vinculados ao Departamento de Tecnologia do Design, da Arquitetura e do Urbanismo da Escola de Arquitetura (UFMG). Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/9565272298374841.

Karen Katleen Lourenço, graduanda em Arquitetura e Urbanismo. Possui experiência em monitoria, pesquisa e extensão. Ex-integrante do Laboratório de Geoprocessamento da Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais (LABGEO/EAUFMG). Ex-bolsista do projeto “Avaliação do desempenho de alvenarias de blocos de terra comprimida com resíduos de construção e demolição”. Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/4526177708672639.

TerraBrasil 2018
Território e trabalho: a produção da arquitetura com terra no Brasil
VII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Rio de Janeiro-RJ (Brasil), 30 de outubro a 2 de novembro de 2018
http://redeterrabrasil.org

RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE ADOBES COM INCORPORAÇÃO DE LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

Rômulo Marçal Gandia[1]; Andréa Aparecida Ribeiro Corrêa[2]; Francisco Carlos Gomes[3]

Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras UFLA, Lavras, MG

[1]romulo.gandia@posgrad.ufla.br; [2]andrea.rcorrea@deg.ufla.br; [3]fcgomes@deg.ufla.br

Palavras-chave: materiais não convencionais, propriedade mecânica, estabilização, resíduos, ganho ambiental

Resumo

A água tratada é essencial para a vida. O aumento populacional demanda Estações de Tratamento de Água (ETAs) convencionais que são o procedimento mais comum para esta função. O volume de lodo gerado neste processo na maioria das vezes é retornado ao local de captação afetando negativamente o ecossistema. Uma das estratégias para solucionar este problema é o aproveitamento do lodo como estabilizante em adobes. Com características ambientalmente corretas este material de construção tende à sustentabilidade, pode ser reciclável, tem baixo custo e menor consumo energético. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi verificar o comportamento de adobes estabilizados com lodo de ETA quanto à resistência à compressão. O solo escolhido e o lodo foram caracterizados quanto à granulometria, limites de consistência, massa específica e composição química por difração de raio X. O solo foi classificado como latossolo vermelho com textura muito argilosa, portanto houve correção granulométrica com areia média para 57%. Os adobes foram produzidos em formas de madeira 30x15x8cm, em 5 repetições com 5 diferentes tratamentos com porcentagens de 0, 1, 3, 5 e 7 de lodo em massa seca do solo. Permaneceram em local coberto até completa secagem. Os ensaios de resistência à compressão seguiram os procedimentos da NTE.E080 e da futura norma brasileira de adobe. Os resultados foram submetidos a análise de variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade. A comparação entre as normas técnicas apresentou resultados próximos não significativos. A modificação no procedimento de corte nos adobes logo após a moldagem facilitou a metodologia e não apresentou resultados com diferenças significativas, exceto nas adições 5% e 7% de lodo. O melhor resultado correspondeu à adição de 3% de lodo, que representou acréscimo de 13% na resistência à compressão em relação ao tratamento controle (0%). Portanto o trabalho contribui para dar uma destinação ecologicamente correta ao lodo de ETA.

1 INTRODUÇÃO

A crescente preocupação ambiental vem direcionando soluções para minimizar a tamanha geração de resíduos, o gasto energético excessivo e a constante extração dos recursos naturais. No Brasil 7.500 das ETAs são de modelos convencionais (Cordeiro, 1999). Este processo gera um resíduo denominado lodo que quando não tratado e lançado de volta ao local de captação de água sem nenhum tratamento prévio, pode causar sérios prejuízos ao ecossistema local e a saúde humana. O lodo pode conter muitas impurezas e altos teores de ferro e alumínio. A quantidade de lodo produzida em uma ETA é influenciada pela qualidade da água bruta, tipo e dosagem de produtos químicos, frequência e a forma de limpeza dos decantadores e eficiência da sedimentaç (Rodrigues, 2015). A proporção média de lodo gerado em uma ETA varia muito sendo de 0,2% a 5% do volume de água tratada pela ETA (Richter, 2001) e são gerados de 10 a 60 g/m³ de água tratada (Januário; Ferreira Filho, 2007). A massa específica do lodo varia de acordo com o conteúdo de sólidos presentes de 1002 kg/m^3 à 1236 kg/m^3 para lodos com teor de sólidos de 1% até 30% após desidratação (Cabral, 2013).

Rodrigues e Holanda (2013) em estudo de incorporação de lodo de ETA em solo-cimento, afirmaram que em geral, ocorre aumento da absorção de água com a adição do lodo de ETA e aumento da porosidade nos BTCs, e que esse comportamento está associado a dois efeitos principais: aumento da fração fina da mistura com incremento de partículas de argilomineral (principalmente caulinita) e silte; e adição de matéria orgânica à mistura solo-cimento. Ressalta-se o fato de que o tipo de solo mais adequado para fabricação de tijolo solo-cimento é o arenoso, o qual favorece a liberação de maior quantidade de cimento para ligar as partículas menores. Em estudo com a incorporação lodo de ETA no concreto em 5% e 10%, a absorção de água aumentou em 12% e 32% em média, respectivamente em relação ao controle. O possível aumento na absorção de água no material seria pela reação expansiva gerada pelo ataque de sulfatos, que pode ter ocasionado microfissuras na amostra (Tafarel et al., 2017). Estes autores definem que uma segunda causa do aumento da absorção de água é pela solubilização do material orgânico e outros compostos presentes no lodo, que em contato com a água poderiam ter sido carreados das amostras, formando vazios dentro dos poros que posteriormente seriam preenchidos por água durante o ensaio.

Diante da necessidade de aproveitamento do lodo de ETA, este trabalho verificou a resistência à compressão do adobe com incorporação deste resíduo. O adobe é um material de construção que não tem sinterização, com certificação ambiental em diversos aspectos, desde a produção até sua utilização. O assentamento dos adobes é feito com uma argamassa a base de solo para manter uma melhor conexão dos materiais e igual retração e para evitar trincas e manter a qualidade da alvenaria (Torgal; Eires; Jalali, 2009).

2. OBJETIVO

Verificar a resistência à compressão do adobe com incorporação de lodo de ETA.

3. METODOLOGIA

O solo escolhido foi classifcado como latossolo vermelho com textura muito argilosa (Embrapa, 2013), portanto houve correção granulométrica com areia média para 57%. O lodo foi coletado na ETA da UFLA que abastece o *campus* com um volume médio mensal de 15.286,84 m³ de água tratada (Rodrigues, 2015). A coleta foi feita com decantador e filtros a cada 15 dias durante dois meses (figura 1).

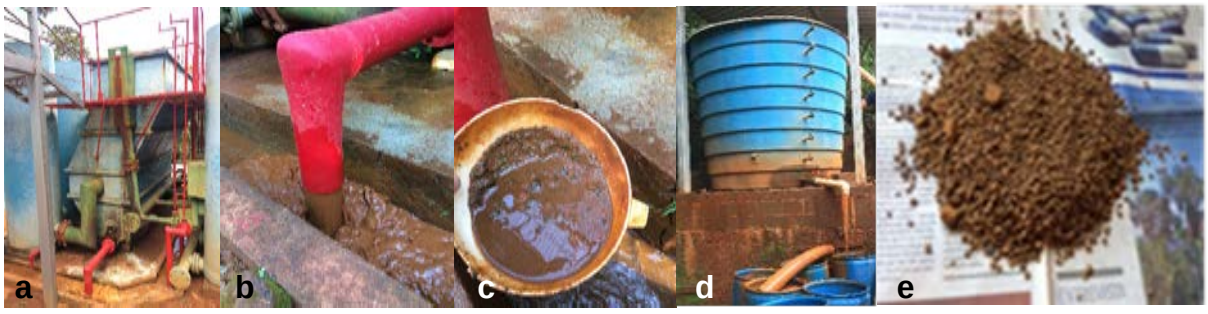


Figura 1.a) ETA da UFLA, b) Captação do lodo pelo decantador c) amostra do lodo antes de ser adensado (c), caixa de decantação (d), caixa de drenagem e secagem (e), lodo seco

O ensaio de difratometria de raios-X da fração argila do solo identificou presença de caulinita – Ct (1-1), característica positiva para adobes devido à estrutura cristalina, estável, com fortes ligações impedindo a adsorção de água com a redução da contração na secagem. O ensaio de DRX do lodo de ETA apresentou também a presença de caulinita – Ct (1-1), porém com presença de materiais amorfos, sem estabilidade, com possibilidade de expansão em contato com a água.

A caracterização do lodo foi feita após seco e processado. Na tabela 1 são apresentados os resultados dos ensaios preliminares do solo in natura, corrigido e do lodo.

Tabela 1. Características do solo in natura, solo corrigido e lodo de ETA

Propriedades	Solo		Lodo	Método
	in natura	corrigido		
Areia (%)	28	57	24	NBR 7181/16
Silte (%)	6	2	18	
Argila (%)	66	41	58	
Matéria orgânica (%)	1	1	3	
Limite de liquidez (%)	40	27	59	NBR 6459/17
Limite de plasticidade (%)	30	20	44	NBR 7180/16
Índice de plasticidade (%)	10	7	15	
Massa específica (kg.m^{-3})	1980	2370	2480	NBR9975/12; DNER-ME 093/94

Os cinco tratamentos foram feitos com 0%, 1%, 3%, 5% e 7% de lodo em massa seca do solo em cinco repetições. Foram denominados respectivamente como C (controle), LETA1, LETA3, LETA5 e LETA7. Os adobes foram produzidos em formas duplas de madeira 30x15x8cm com auxilio de maromba para o preparo da mistura. Todos eles foram confeccionados no mesmo período, protegidos do sol e das intempéries. Permaneceram em local coberto até completa secagem.

A quantidade de água adicionada na produção variou entre o limite de liquidez e limite de plasticidade do solo e do lodo. Para determinar a umidade e consistência ideais, foram feitos dois testes empíricos: queda da bola (Barbosa; Ghavami, 2007) e prueba de Vicat (Ruiz; Luna, 1983) utilizados por Corrêa et al. (2015). Estes foram aferidos pelo método da estufa a 103 ± 2°C em 3 amostragens da massa do adobe, utilizando uma estufa por 24 horas (figura 2).



Figura 2. a) solo corrigido com incorporação de lodo de ETA, b) vista interna da maromba, c) massa de adobe homogeneizada, d) teste da queda da bola, e) adobes em processo de secagem

Os ensaios de resistência à compressão seguiram as recomendações da norma E.080 (2017) e do projeto de norma brasileira CE-02:123.09 e foram divididos em dois

procedimentos distintos para cada norma. A norma E.080 recomenda cortar as amostras após o tempo de secagem. Neste trabalho as amostras foram cortadas com auxilio de uma linha de nylon logo após terem sido retiradas do molde, e foram serradas após a secagem para comparação dos resultados. O mesmo procedimento foi feito para a futura norma brasileira. Na análise estatística foi utilizado o DIC num esquema fatorial 5:4, sendo 5 o fator teor de adição de lodo de ETA e 4 o fator norma. Na figura 2 são ilustrados os procedimentos descritos anteriormente.

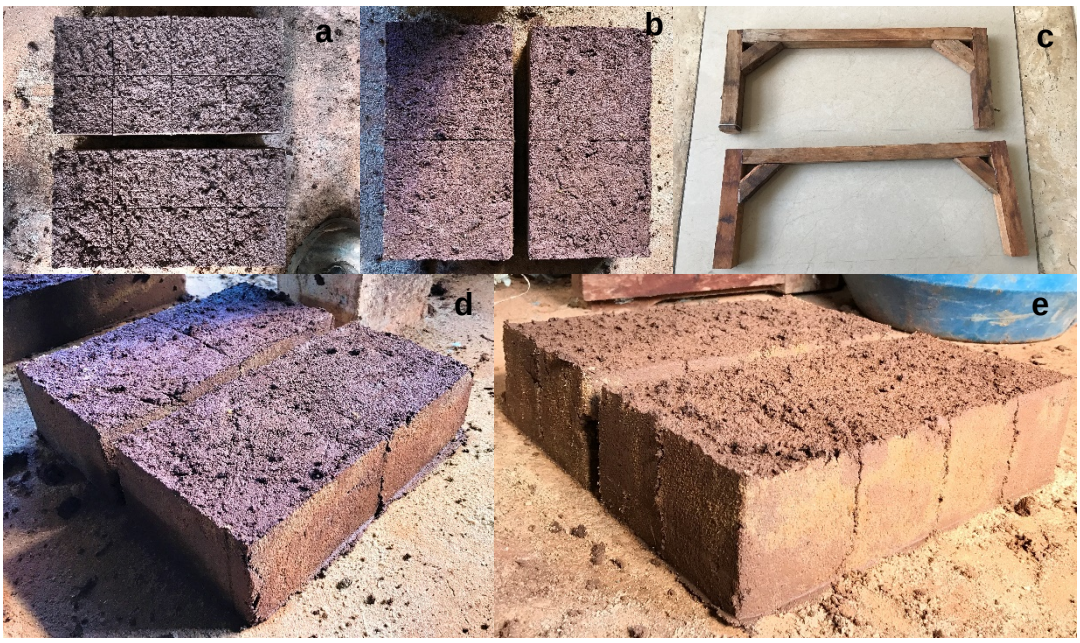


Figura 3. a) vista superior dos adobes cortados logo após moldagem (CE-02:123.09); b) vista superior dos adobes cortados após moldagem (E.080); c) suporte com nylon para o corte dos adobes d) vista lateral (E.080); e) vista lateral (CE-02:123.09).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados de resistência à compressão com a incorporação de lodo de ETA foram alterados como demonstrado pelo teste de Tukey a nível de 5% de significância na tabela 2.

Tabela 2. Resultados de resistência à compressão

Tratamento	Resistência à compressão (MPa)				
	E.080	E.080 modificada	CE02:123.09	CE02:123.09 modificada	Média
C	1,43 a	1,35 ab	1,41 a	1,37 ab	1,39 b
LETA1	1,57 a	1,47 ab	1,58 a	1,64 a	1,56 a
LETA3	1,71 a	1,57 a	1,53 a	1,47 ab	1,57 a
LETA5	1,56 a	1,49 ab	1,52 a	1,22 b	1,45 ab
LETA7	1,55 a	1,23 b	1,51 a	1,20 b	1,37 b

Resultados seguidos por mesma letra em uma mesma coluna são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey a 5% de significância

Como pode ser observado na tabela 2, os tratamentos LETA1 e LETA3 não tiveram diferença significativa entre si, mas foram superiores ao tratamento C (controle). Optou-se então pelo tratamento que utiliza mais quantidade de lodo (LETA 3) reduzindo assim a quantidade que retornaria à captação de água.

5. CONCLUSÕES

A comparação entre as normas técnicas apresentou resultados próximos não significativos.

A modificação no procedimento de corte nos adobes logo após a moldagem facilitou a metodologia e não apresentou resultados com diferenças significativas, exceto nas adições 5% e 7% de lodo. O uso do lodo de ETA interfere nas propriedades mecânicas do adobe. O melhor resultado correspondeu à adição de 3% de lodo, que representou acréscimo de 13% na resistência à compressão em relação ao tratamento controle (0%). Portanto o trabalho contribui para dar uma destinação ecologicamente correta ao lodo de ETA.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barbosa, N. P.; Ghavami, K. (2007). Terra crua. Em Isaia, G. C. (org.) Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais. Capítulo 46. São Paulo: Ibracon, v. 2, p.1505-1557.

Cabral, V. A. L. (2013). Avaliação da incorporação do lodo da ETA UFV na manufatura de tijolos de solo-cimento. Dissertação. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa.

Cordeiro, J. S. (1999). Importância do tratamento e disposição adequada dos lodos de ETAs. Em: Noções gerais de tratamento de disposição final de lodos de ETA. Rio de Janeiro: ABES/PROSAB, p. 1-19

Corrêa, A. A. R.; Mendes, L. M.; Barbosa, N. P.; Protásio, T. P.; Campos, N. A.; Tonoli, G. H. (2015). Incorporation of bamboo particles and “synthetic termite saliva” in adobes. Construction and Building Materials, 98: 250-256.

DNER-ME 093/94. Solos – determinação da densidade real. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem

Januário, G. F.; Ferreira Filho, S. S. (2007). Planejamento e aspectos ambientais envolvidos na disposição final de lodos das estações de tratamento de água da região metropolitana de São Paulo. Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v. 12, n. 2, p. 117-126.

NBR 6459 (2017). Solo – Determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas.

NBR 7180 (2016). Solo – Determinação do limite de plasticidade Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas.

NBR 7181 (2016). Solo – análise granulométrica. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas.

NBR 9975 (2012). Agregado miúdo – Determinação do teor de umidade superficial por meio do frasco de Chapman – Método de ensaio. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Norma E.080 (2017). Diseño y construcción con tierra reforzada. Perú: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Disponible en: https://www.sencico.gob.pe/descargar.php?idFile=3478.

Richter, C. A. (2001). Tratamento de lodos de estações de tratamento de água. São Paulo: Edgard Blucher.

Rodrigues, F. N. (2015). Caracterização dos resíduos da estação de tratamento de água da UFLA e aproveitamento na confecção de tijolos de solo-cimento. Dissertação de mestrado. Lavras: Universidade Federal de Lavras.

Rodrigues, L. P.; Holanda, J. N. F. (2013). Influência da incorporação de lodo de estação de tratamento de água (ETA) nas propriedades tecnológicas de tijolos solo-cimento. Cerâmica, São Paulo, v. 59, n. 352, p. 551-556.

Ruiz, L. E. H.; Luna, J. A. M. (1983). Cartilha de pruebas de campo. Conescal.

Solos, Embrapa. Sistema brasileiro de classificação de solos. Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro, 2013.

Tafarel, N. F. F.; Macioski, G.; Carvalho, K.; Nagalli, A.; Freitas, D. C.; Passig, F. H. (2016). Avaliação das propriedades do concreto devido à incorporação de lodo de estação de tratamento de água. Rio de Janeiro: Matéria, 21(4): 974-986.

Torgal, F. P.; Eires, R.; Jalali, S. (2009). Construção em terra. Portugal: TecMinho

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à CAPES, ao CNPq, à Universidade Federal de Lavras e a toda a equipe envolvida.

AUTORES

Rômulo Marçal Gandia é Engenheiro Agrícola pela Universidade Federal de Lavras - UFLA. Pós graduado em Engenharia de Segurança no Trabalho pela PUC Minas. Mestre em Engenharia Agrícola área de concentração Engenharia Agrícola - UFLA. Doutorando em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Lavras. Instrutor/Capacitador SENAR MG.

Andréa Ap. R. Corrêa é Engenharia Civil (1982) pela PUC-MG. Mestre em Engenharia Agrícola (2003) em Construções e Ambiência pelo DEG- UFLA. Doutora em Ciência e Tecnologia da Madeira (2013) pelo DCF- UFLA. Profa. Adjunto A Nivel II de Materiais de Construção e Projetos II do DEG-UFLA. Experiência profissional em projetos de edificação e complementares, e execução de obras. Linhas de pesquisa: materiais não convencionais e sustentáveis, adobe, bambu, utilização de partículas lignocelulósicas e RCD em compósitos.

Francisco Carlos Gomes é Engenheiro Agrícola pela UFLA (1988), Mestre em Engenharia Civil (Engenharia de Estruturas) pela USP(1994) e Doutor em Engenharia Civil (Engenharia de Estruturas) pela USP(2000. Professor Titular da UFLA. Experiência na área de Construções e Mecânica das Estruturas. Linhas de pesquisa: modelagem em sistemas estruturais, propriedades físicas dos produtos sólidos armazenados, estruturas de armazenamento, estruturas de madeira. Professor permanente do programa de pós-graduação em Engenharia Agrícola (Construções e Ambiência).

ANÁLISE DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE ALVENARIA DE ADOBE

Julia May Vendrami[1]; Lisiane Ilha Librelotto[2];Carolina Rodrigues Dal Soglio[3]

[1]Departamento de Engenharia Civil, UFSC, Florianópolis, SC, Brasil, juliamvendrami@gmail.com

[2]Departamento de Arquitetura e Urbanismo, UFSC, Florianópolis, SC, Brasil, [2]lisiane.librelotto@arq.ufsc.br; [3]carolina@labcon.ufsc.br

Palavras-chave: construção com terra, resistência à compressão, projeto de norma brasileira de adobe

Resumo

A incipiência de estudos e normas a respeito de construção com terra no Brasil apresenta uma dificuldade para profissionais e estudantes da área. A tramitação em curso do Projeto de Norma PN_002_123.009-001 intitulado “Adobe – Terminologia, requisitos, produção, execução de alvenaria e métodos de ensaio” é uma contribuição para a normatização de uma técnica de construção com terra. Neste trabalho, foram moldados adobes utilizando o traço 1:0,25 (terra:esterco), o mesmo empregado na elaboração de adobes utilizados como alvenaria de vedação em uma edificação local. Após a secagem, os adobes foram submetidos aos ensaios propostos pelo projeto de norma: determinação das características dimensionais, com 13 amostras; resistência à compressão de adobes, com 11 corpos de prova cúbicos; e resistência à compressão de prismas, com 12 prismas. Realizou-se a análise granulométrica do solo pelo método da pipeta, os ensaios de limite de liquidez, de plasticidade, de massa dos sólidos e caracterização mineralógica por difratometria de raios X. Os adobes moldados artesanalmente não apresentaram padronização dimensional suficiente pelos parâmetros do projeto de norma. Os valores obtidos de resistência característica à compressão foram de 0,57 MPa para os adobes, 0,49 MPa na primeira amostra de prismas e 0,52 MPa na contraprova dos prismas. O projeto de norma apresenta somente valores de parâmetro para a resistência à compressão do adobe, não dos prismas. Os resultados de resistência à compressão dos adobes obtidos estão abaixo da recomendação mínima de 1,5 MPa. Apesar disso, adobes elaborados seguindo o mesmo procedimento e utilizados como alvenaria de vedação em uma edificação construída em 2017 não apresentaram manifestações patológicas até o momento desta publicação.

1 INTRODUÇÃO

A construção com terra é tradicional e popular no Brasil. Devido à incipiência de estudos científicos e normas técnicas relacionadas às diversas técnicas construtivas com este material, testes de campo são frequentemente utilizados para aferir a sua resistência à compressão. Os testes de campo não são padronizados e podem apresentar grande variabilidade nos resultados, gerando informações sobre a composição granulométrica e mineralógica do solo que possuem margem de erro significativa. Ensaios realizados em laboratório contribuem para a regulamentação e segurança no uso destas técnicas, principalmente enquanto alvenarias portantes de carga.

Os ensaios de laboratório consistem em análises granulométricas, composição mineralógica, limite de plasticidade e limite de liquidez, dentre outros. Segundo Santos (2015), a classificação granulométrica é a mais usada em construção com terra, ela é importante para aferir a porcentagem de silte, argila e areia em uma amostra de solo.

Caputo (1981) ressalta que a presença dos argilominerais influencia nas propriedades do solo. A classificação mineralógica fornece informações importantes para entender o material com o qual está se trabalhando, sendo que as partículas de argilominerais possuem um comportamento aglutinante, diferindo das areias e siltes (Pinto, 2006).

Este artigo apresenta os resultados de ensaios de campo, da caracterização granulométrica

e mineralógica do solo utilizado e resistência à compressão adobes e prismas segundo os procedimentos do projeto de norma PN_002_123.009-001 – “Adobe - Terminologia, requisitos, produção, execução de alvenaria e métodos de ensaio”. Os procedimentos propostos pelo projeto foram seguidos e observações sobre os resultados e sobre os procedimentos foram realizadas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Prompt (2012) e Santos (2015) denominam terra o material utilizado como matéria prima para edificações e solo quando se trata de material a ser ensaiado. Neste trabalho, os dois termos serão utilizados. Terra é mais comumente utilizado no meio científico desta área. Porém, opta-se por respeitar a terminologia específica de áreas correlatas por meio da utilização do termo solo, quando conveniente.

Os argilominerais estão divididos em três grupos principais e mais comuns: caulinitas, montmorilonitas e ilitas (Das, 2011; Caputo,1981; Pinto, 2006). Destas, assumem especial interesse as caulinitas, que são formadas quando, durante a erosão do feldspato, os componentes de potássio se dissolvem (Minke, 2012), sua estrutura é de lâminas de sílica e de gipsita que se unem alternadamente, obtendo-se uma estrutura rígida (Caputo, 1981). Por isso, as argilas cauliníticas são geralmente estáveis em presença de água (Houben; Guillaud, 1994). Segundo Minke (2012), as caulinitas possuem capacidade aglutinante baixa, pois cada lâmina está ligada a outra correspondente. As camadas constituídas assim encontram-se firmemente empacotadas, com ligações de hidrogênio que impedem a separação e a introdução de moléculas de água entre elas (Pinto, 2006). A plasticidade é uma propriedade dos solos que consiste na maior ou menor capacidade de ser moldado, sob certas condições de umidade, sem variação de volume (Caputo, 1981).

Segundo seu teor de umidade, o solo pode ser líquido, plástico, semi-sólido ou sólido (Das, 2011). Os limites entre cada estado foram propostos por Atterberg no início do século XX (Das, 2011). O limite de liquidez (LL) marca a passagem do estado líquido para o plástico; o limite de plasticidade (LP), do plástico para o semi-sólido (Caputo, 1981).

A diferença entre os limites de liquidez e de plasticidade determina o índice de plasticidade (IP = LL - LP) (Neves et al., 2010). Este, indica a sensibilidade de um solo às mudanças de umidade (Houben; Guilard, 1994). Ele é máximo para as argilas e nulo nas areias (Caputo, 1981). Burmister (1949 apud Das, 2011) classifica qualitativamente os solos em função do seu índice de plasticidade, sendo o IP de 5% a 10% avaliado como plasticidade baixa e de 10% a 20% como plasticidade média .

Os ensaios realizados por Minke (2012) indicam que a resistência à compressão de elementos de construção secos feitos de terra, não somente adobes, variam entre 0,5 MPa e 5 MPa e que esse valor depende do tipo de argila, da distribuição granulométrica e do método de preparo. Illampas, Ioannou e Charmpis (2013) ensaiaram corpos de prova prismáticos de diferentes tamanhos e composições de solo, obtendo valores de resistência à compressão entre 0,45 MPa e 3,31 MPa. Já nas pesquisas realizadas por Corrêa (2003), com adobes, os valores apresentados foram entre 0,71 MPa e 4,50 MPa. Illampas, Ioannou, Charmpis (2013) realizaram diversos ensaio de compressão em adobe e observaram fissuras paralelas à direção de carregamento.

Em relação à distribuição granulométrica, Neves et al. (2010) recomendam uma proporção de aproximadamente 9% a 24% de argila, até 46% de silte e de 45% a 77% de areia para adobes. Houben e Guillaud (1994) propõem de 5% a 29% de argila. Atualmente, em trâmite na Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT),o projeto de norma de alvenaria de adobe, intitulado "Adobe – Terminologia, requisitos, produção, execução de alvenaria e métodos de ensaio"[1], define que a resistência à compressão individual do adobe deve ser

1 Este projeto de norma (PN) foi elaborado pela Comissão de Estudo Construções com Terra (CE-002:123.009), do Comitê Brasileiro da Construção Civil (ABNT/CB-002) e encaminhado à ABNT em agosto/2016, para colocação em Consulta Nacional (CN). Até o momento (julho/2018) este PN se encontra em tramitação interna

maior ou igual a 1,5 MPa e indica proporções granulométricas de 25% a 35% de argila, até 30% de silte e entre 45% e 65% de areia. O projeto de norma indica que devem ser realizados ensaios de características dimensionais e de resistência à compressão dos adobes individualmente e, caso os adobes atendam aos requisitos de norma, montar e ensaiar em prismas.

3 MÉTODO

O método utilizado neste estudo inicia-se com a obtenção de terra e de esterco e a caracterização do solo por meio de ensaios realizados em campo e em laboratório. Os ensaios de laboratório possibilitaram a determinação da distribuição granulométrica do solo, seus limites de liquidez e de plasticidade, massa dos sólidos e mineralogia. Seguiu-se com a produção dos adobes e a análise da adequação dos mesmos segundo os ensaios propostos na versão do projeto de norma de alvenaria de adobe que as autoras tiveram acesso. Algumas informações podem divergir da versão final, encaminhada à ABNT. São realizados ensaios de determinação das características dimensionais dos adobes, determinação da resistência à compressão dos adobes, montagem dos prismas e determinação de sua resistência à compressão.

Os adobes avaliados nesta pesquisa tiveram como referência os materiais e o procedimento utilizado em uma construção local. Para alguns ensaios, foi possível utilizar terra obtida diretamente no canteiro da obra. No entanto, como foram utilizados cerca de 80 adobes, não foi possível obter toda essa quantidade de material diretamente na obra. Para os ensaios de resistência à compressão, optou-se por reproduzir as condições encontradas na construção, ao utilizar solo e esterco do mesmo fornecedor e seguir os mesmos procedimentos utilizados na obra. Esta pesquisa foi realizada em paralelo a uma avaliação das propriedades térmicas de tijolos de terra crua (Dal Soglio et al., 2018).

3.1 Caracterização do solo

Neste estudo duas amostras foram analisadas, a primeira (T1) foi coletada na obra, referente à mistura de terra com esterco proveniente dos adobes utilizados na edificação e a segunda (T2) referente à terra utilizada para produção dos adobes da pesquisa.

A amostra de solo T2 foi submetida a testes tátil-visuais de caracterização por tamanho das partículas, cor, brilho e tato, propostas por Neves et al. (2010). Ainda, realizou-se os testes da queda da bola, do vidro, do cordão, da fita, de exsudação e de resistência seca conforme descritos na mesma bibliografia, que foram avaliados segundo os parâmetros de classificação e interpretação propostos por estes autores.

No Laboratório de Solos do Departamento de Engenharia Rural da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), as duas amostras de solo foram caracterizadas segundo suas composições granulométricas. A análise granulométrica do solo foi realizada pelo método da pipeta, conforme indicado por Empraba (1997) e utilizado pelo Laboratório de Solos. Embora a NBR 7181 (2016) recomende uma combinação de sedimentação e peneiramento para caracterização granulométrica, não se obteve acesso à estrutura necessária para a realização deste ensaio.

A caracterização mineralógica foi realizada para a amostra T1 através da difração de raios X, que é a técnica mais indicada para identificar e classificar os argilominerais segundo sua disposição estrutural (fases cristalinas) e composição química, parâmetros fundamentais para a caracterização de solos, sedimentos e argilas (Scapin, 2003). O ensaio foi realizado no Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Os ensaios de limite de liquidez e limite de plasticidade foram realizados no Laboratório de Mecânica dos Solos do Departamento de Engenharia Civil da UFSC e seguiram as

na ABNT. Os autores do presente trabalho obtiveram cópia do texto diretamente com integrantes da comissão que o elaborou

indicações das NBR 6459 (2016) e NBR 7180 (2016). Por questões de disponibilidade de amostras, estes ensaios foram realizados somente para a amostra de terra T2.

3.2 Produção dos adobes

A produção dos adobes foi realizada nas dependências do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da UFSC. No canteiro de obras da edificação a terra foi misturada com esterco de cavalo, seguindo o traço em volume de 1:0,25 (terra:esterco). A produção de dos adobes para este trabalho seguiu o mesmo traço, com a diferença de que na obra de referência a mistura da massa foi feita em uma betoneira e os adobes produzidos para esta pesquisa a mistura foi realizada com os pés. Água foi adicionada aos materiais sólidos até que a consistência fosse adequada para a moldagem dos adobes, por inspeção visual e tátil. Após a devida homogeneização da massa, a mesma foi moldada em formas de madeira revestidas internamente com uma chapa metálica, como evidenciado na figura 1c. O revestimento interno diminui a aderência entre a terra e a forma e facilita a desforma. As formas possuem as mesmas dimensões das utilizadas no canteiro de obras, de 30 cm x 15 cm x 10 cm. A secagem ocorreu ao abrigo das intempéries, em local coberto e ventilado, por 60 dias.

Alguns procedimentos adotados no canteiro de obras e na produção dos adobes para este trabalho não seguem as instruções do projeto de norma. Tanto na obra quanto na produção de amostras para a pesquisa, uma vez homogeneizada, a massa foi diretamente moldada nas formas, sem um período de repouso. As formas também não seguem as proporções entre dimensões nominais propostas no projeto de norma. Para uma altura H = 10 cm e uma junta vertical de assentamento j = 1,5 cm, a largura do adobe deveria ser de L= 20 cm e o comprimento de C = 41,5 cm, que é 11,5 cm maior do que o comprimento da forma utilizada. Procurou-se nivelar o solo do local onde os adobes foram moldados, porém este ainda apresentava irregularidades, influenciando na forma dos adobes. A principal influência verificada foi em relação à altura dos adobes. Muitos deles, mesmo após a secagem e a retração inerente a ela, resultaram em uma altura H maior do que a dimensão da forma, que é de 10 cm.

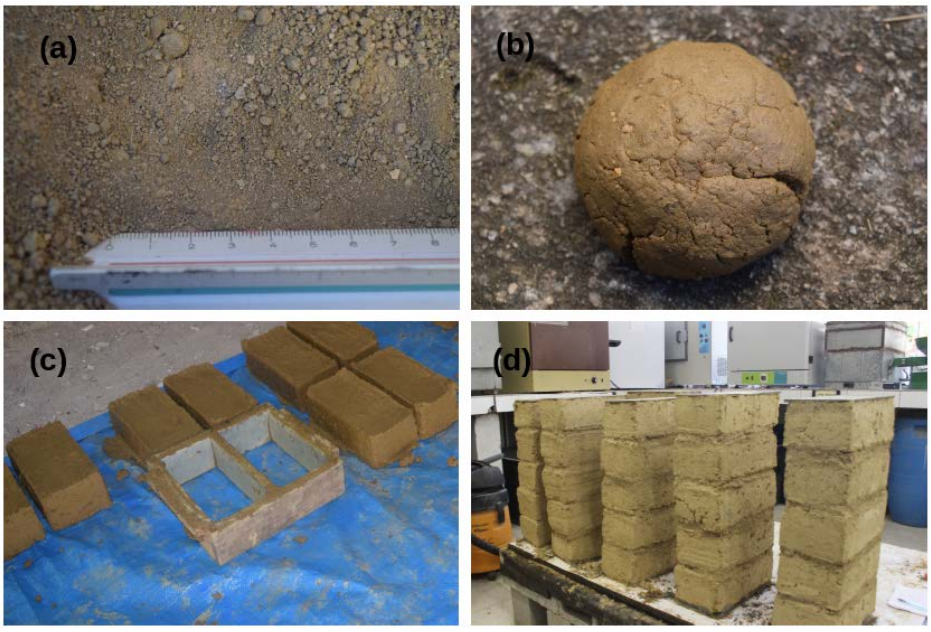


Figura 1. (a) Inspeção visual da composição granulométrica do solo. (b) Ensaio de queda da bola. (c) Forma e adobes na secagem. (d) Prismas prontos para o ensaio de resistência à compressão (crédito: A. E. Borgert)

3.3 Ensaio de determinação das características dimensionais do adobe

Realizou-se o ensaio de determinação das características dimensionais do adobe conforme instruções do anexo A do projeto de norma. A referência para dimensões nominais foi de C = 282 mm, L = 142 mm e H = 103 mm. A tolerância entre as dimensões individuais efetivas e a dimensão de referência é de, no máximo, ± 5 mm. O adobe é considerado não conforme se a diferença entre a sua medida e o valor de referência for maior que 5 mm. De acordo com o projeto de norma o lote é aceito se possuir até dois exemplares não conformes dentre os 13 analisados.

3.4 Ensaio de determinação da resistência à compressão dos adobes

Os adobes foram transportados até o Laboratório de Materiais de Construção Civil (LMCC) do Departamento de Engenharia Civil da UFSC e armazenados em pilhas de até 1,20 m. Os adobes foram cortados de forma a obter-se 11 corpos de prova em formato cúbico com lados de aproximadamente 10 cm. Estes corpos de prova foram capeados dos dois lados, procurando-se seguir as recomendações do Anexo B do projeto de norma brasileira de adobe. Em alguns pontos, a espessura do capeamento excedeu 3 mm, o que não é indicado pela norma.

Depois do período de cura, cada um dos corpos de prova foi medido e teve sua área de ruptura (A_{rup}) calculada, para então ser realizado o ensaio. A prensa do LMCC atende todas as prescrições do projeto de norma brasileira de adobe. O ensaio foi realizado de forma que a tensão aplicada foi elevada progressivamente à razão de 3 ± 0,6 kN/min. A resistência característica estimada à compressão do lote ($f_{cak,est}$) foi calculada conforme a equação 1, obtida no Anexo B do projeto de norma.

$$f_{cak,est} = 2 \times \frac{f_{ca(1)} + f_{ca(2)} + \cdots f_{ca(i-1)}}{i-1} - f_{ca(i)} \quad (1)$$

onde:
$f_{cak,est}$: resistência característica estimada à compressão do adobe (MPa);
$f_{ca(1)}$, $f_{ca(2)}$ e $f_{ca(i-1)}$: valores de resistência à compressão individuais dos corpos de prova, ordenados crescentemente (MPa).
i = n/2, se n for par;
i = (n-1)/2, se n for ímpar;
n: quantidade de adobes da amostra.

Após o cálculo de $f_{cak;est}$ deve-se proceder a seguinte análise:

• Se $f_{cak;est} \geq f_{cam}$ (média da resistência à compressão de todos os corpos de prova), adota-se f_{cam} como resistência característica do lote (f_{cak});

• Se $f_{cak;est} < [\varphi \times f_{ca(1)}]$ (menor valor da resistência à compressão de todos os corpos de prova), adota-se a resistência característica à compressão determinada por $[\varphi \times f_{ca(1)}]$, considerando que φ é um índice que varia entre 0,89 e 1,04, de acordo com o número de corpos de prova ensaiados.

• Se $[\varphi \times f_{ca(1)}] < f_{cak;est} < f_{cam}$, adota-se $f_{cak;est}$ como resistência característica do lote (f_{cak}).

3.5 Produção dos prismas

Conforme consta no projeto de norma, as faces do prisma em contato com a prensa foram regularizados através do capeamento com pasta de cimento feita com três partes de cimento Portland CP IV e uma parte de areia fina (3:1). Após a cura do capeamento, montou-se 12 prismas de cinco adobes cada, resultando em uma altura de 60 cm apresentados na figura 1d. A quantidade de adobes escolhida foi resultado de uma interpretação errônea do conteúdo da norma, pois a figura apresentada mostra um exemplo de cinco adobes. Como a fórmula utilizada para calcular a altura máxima e mínima dos prismas não consta no corpo do texto e sim ao lado da ilustração, não ficou claro que o critério para montagem dos prismas é na verdade uma relação de altura (2L ≤ h ≤ 3L) e não

de quantidade de adobes. Caso esta recomendação tivesse sido seguida corretamente, a altura dos prismas deveria resultar em, no máximo, 42,6 cm. Como os prismas desta pesquisa foram ensaiados com uma altura maior do que a recomendada, este fato pode favorecer a flexo-compressão e reduzir a sua resistência à compressão.

A argamassa de assentamento foi feita com o mesmo traço dos adobes (1:0,25, terra:esterco), com a diferença de que a terra foi peneirada com tela de malha 06, com abertura de 3,7 mm, para evitar a presença de grãos maiores. O assentamento dos adobes foi realizado segundo o método do projeto de norma, atentando-se para o nível, prumo e buscando uma junta de aproximadamente 10 mm.

3.6 Ensaio de determinação da resistência à compressão de prismas

O ensaio de determinação da resistência à compressão de prismas foi realizado 28 dias após a produção destes no LMCC e seguiu as recomendações descritas no Anexo C do projeto de norma. Os prismas foram medidos em sua área de contato com a prensa, posicionados no equipamento e carregados continuamente até a ruptura, respeitando o tempo de ruptura proposto pelo projeto de norma. Foram ensaiados 6 prismas e visto que as resistências de ruptura apresentaram variação significativa, foram rompidos outros 6, totalizando 12 prismas. A resistência característica estimada à compressão dos prismas ($f_{cpk;est}$) foi calculada conforme equação 2.

$$f_{cpk,est} = (f_{cp(1)} + f_{cp(2)}) - f_{cp(3)} \quad (2)$$

onde:
$f_{cpk,est}$: resistência característica estimada à compressão do prisma (MPa);
$f_{cp(1)}$, $f_{cp(2)}$ e $f_{cp(3)}$: valores de resistência à compressão individuais dos corpos de prova, ordenados crescentemente (MPa).

Após o cálculo de $f_{cpk;est}$ deve-se proceder a seguinte análise:

• Se $f_{cpk;est} \geq f_{cpm}$ (média da resistência à compressão dos 6 corpos de prova), adota-se f_{cpm} como resistência característica do lote (f_{cpk});

• Se $f_{cpk;est} < [0,89 \times f_{cp(1)}]$ (menor valor da resistência à compressão de todos os corpos de prova), adota-se a resistência característica à compressão determinada por $[0,89 \times f_{cp(1)}]$;

• Se $[0,89 \times f_{cp(1)}] < f_{cpk;est} < f_{cpm}$, adota-se $f_{cpk;est}$ como resistência característica do lote (f_{cpk}).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Seguindo a estrutura do método, os resultados e discussões são apresentados de acordo com cada etapa de realização do trabalho.

4.1 Caracterização da terra

A interpretação dos testes de campo foi realizada conforme proposto por Neves et. al (2010). Os resultados indicaram terra arenosa, sem matéria orgânica, com presença de argila e silte. O fato da maioria dos grãos serem vistos a olho nu é um indicador de terra arenosa. A cor da amostra, clara e brilhante, é característica de solos inorgânicos. Ao esfregar a terra seca nas mãos a sensação foi de terra áspera, indicador de quantidades significativas de areia.

No teste da queda da bola a forma de espalhamento resultante indicou que o solo pode ser utilizado para adobe, pois a bola apresentou fissuras mas manteve sua forma. No teste do vidro foi verificado uma quantidade significativa de areia e dificuldade de diferenciar as camadas de silte e argila. O teste do cordão foi realizado e a mesma massa foi utilizada para moldar uma bola, que foi rompida, sendo pouco resistente, com fissuras e facilmente esmagada, indicador de uma terra argilosiltosa, arenosa ou arenoargilosa, com plasticidade mediana. No teste da fita a amostra foi achatada e segurada, sendo possível formar uma fita

de 5 a 10 cm, com dificuldade. Esse comportamento caracteriza uma terra argilo-siltosa, arenosa ou areno-argilosa, com plasticidade mediana. No teste da retenção de água a amostra foi golpeada mais de 30 vezes sem mudanças notáveis em sua forma, indicador de terra de alta plasticidade, com presença de argila.

Na caracterização mineralógica (tabela 1) foi verificada a presença do argilomineral caulinita e também de mica e quartzo. As argilas cauliníticas são geralmente estáveis em presença de água e possuem capacidade aglutinante baixa (Minke, 2012; Caputo, 1981; Houben; Guillard, 1994).

O resultado da análise granulométrica (tabela 1) indicou uma presença significativa de areia nas duas amostras, 52% na T1 e 69% na T2, sendo que a T1 apresenta maior quantidade de silte (32,64%) e de argila (15,78%) do que a T2. Conforme o diagrama trilinear de solos (Neves et al. 2010, p.19), tanto a T1 quanto a T2 são classificadas como terra arenosa. Nenhuma das amostras está em conformidade com a porcentagem granulométrica indicada no projeto de norma, que é de 25% a 35% de argila, até 30% de silte e entre 45% e 65% de areia. Todavia, as duas amostras estão dentro das proporções granulométricas sugeridas por Houben e Guillaud (1994), que é de 5% a 29% de argila e por Neves et al. (2010), 9% a 24% de argila, até 46% de silte e de 45% a 77% de areia.

Tabela 1. Resumo da caracterização dos solos

Amostras	Granulometria			Limites de Atterberg			Mineralogia	
	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	Minerais argilosos	Outros minerais
T1	51	33	16				Caulinita	Quartzo
T2	69	18	13	33	22	11		Mica
Procedimento	Embrapa, 1997			NBR 6559	NBR 7180		DRX	

Os resultados dos ensaios de limite de liquidez e de plasticidade do solo T2 são apresentados na tabela 1. Pela classificação proposta por Neves et al. (2010), este solo seria siltoso. Porém, pela análise granulométrica ele possui pouco silte, sendo melhor classificado como arenoso. Pela classificação de Burmister (1949 apud Das, 2011), é um solo de plasticidade média, confirmando os resultados dos testes do cordão e da fita. De acordo com os critérios do projeto de norma, este solo não seria adequado para a produção de adobes, pois apresenta uma porcentagem de argila de apenas 13%, abaixo do recomendado de 25 a 35%.

4.2 Ensaio de determinação das características dimensionais do adobe

Na tabela 2 são apresentados os resultados do ensaio de determinação das características dimensionais, indicando a conformidade de cada adobe.

Tabela 2. Resultados do ensaio de determinação das características dimensionais dos adobeS

i	C_i (mm)	Avaliação	L_i (mm)	Avaliação	H_i (mm)	Avaliação	Av. geral
1	289,0 ± 0,46	NC	142,4 ± 0,21	Cf	105,0 ± 8,66	Cf	NC
2	280,7 ± 1,77	Cf	142,2 ± 3,82	Cf	106,1 ± 5,23	Cf	Cf
3	277,8 ± 0,07	Cf	141,8 ± 1,94	Cf	99,8 ± 11,88	Cf	Cf
4	276,5 ± 0,28	NC	144,0 ± 1,13	Cf	101,2 ± 7,81	Cf	NC
5	285,6 ± 1,73	Cf	143,1 ± 1,59	Cf	107,8 ± 4,84	Cf	Cf
6	289,2 ± 0,35	NC	143,0 ± 0,57	Cf	109,8 ± 8,41	NC	NC
7	287,0 ± 1,17	NC	143,3 ± 0,11	Cf	100,6 ± 6,79	Cf	NC
8	279,5 ± 1,59	Cf	142,5 ± 1,41	Cf	101,6 ± 0,85	Cf	Cf
9	280,5 ± 3,04	Cf	143,0 ± 0,53	Cf	96,7 ± 0,49	NC	NC
10	277,3 ± 0,99	Cf	143,3 ± 1,31	Cf	103,9 ± 6,47	Cf	Cf
11	286,5 ± 1,24	Cf	143,6 ± 0,60	Cf	95,7 ± 9,05	NC	NC
12	285,5 ± 0,35	Cf	143,3 ± 1,70	Cf	105,4 ± 4,56	Cf	Cf
13	276,1 ± 1,10	NC	143,2 ± 0,42	Cf	105,7 ± 0,85	Cf	NC
Média	282,4 ± 4,88		143,0 ± 0,59		103,0 ± 4,20		

Em relação ao comprimento, cinco adobes tiveram uma diferença maior que 5 mm entre a média desta dimensão e o valor de referência. Dentre todos os resultados para esta medida o adobe que apresentou maior variação foi de 7,25 mm e a média entre as variações foi de 4,35 mm. Todos os adobes tiveram sua medida de largura adequada, a maior variação foi de 1,95 mm e a média de 1 mm. Em relação à altura, foram as três unidades não conformes, com a maior diferença de 6,35 mm e a média de 3,47 mm entre o parâmetro e a dimensão efetiva dos adobes. Considerando que a não conformidade em uma direção faz o bloco ser rejeitado, sete adobes estão fora de conformidade. Nesse caso o lote seria rejeitado por não apresentar padronização dimensional suficiente pelos parâmetros do projeto de norma.

4.3 Ensaio de determinação da resistência à compressão de adobes

Na tabela 3 constam os resultados do ensaio de determinação de resistência a compressão dos adobes. Na figura 2 à esquerda pode ser observado um adobe antes e depois do ensaio.



Figura 2. Forma de ruptura de adobes (à esq.) e prismas (à dir.) ensaiados (crédito: C. C. Curta)

Tabela 3. Resultados do ensaio de determinação de resistência à compressão dos adobeS

CP	L_1(mm)	L_2(cm)	A(mm²)	F(N)	f(MPa)
1	105	102	10710	8170	0,76
2	102	110	11220	7160	0,64
3	104	111	11544	6630	0,57
4	97	105	10185	6120	0,60
5	102	97	9894	7870	0,80
6	103	102	10506	8120	0,77
7	103	101	10403	6900	0,66
8	99	100	9900	6400	0,65
9	104	113	11752	7370	0,63
10	99	98	9702	6800	0,70
11	98	98	9604	7320	0,76

Com esses dados, é possível calcular a resistência característica à compressão do lote de adobes através da equação 1 e da análise subsequente apresentada no Anexo B do Projeto de Norma, obtendo-se f_{cpk} = 0,57 MPa. O Projeto de Norma coloca que o resultado deste ensaio deve ser de, no mínimo, 1,5 MPa, sendo assim este lote de adobes não atende aos critérios estabelecidos. Em caráter experimental, as autoras decidiram realizar o ensaio de determinação da resistência à compressão de prismas.

4.4 Ensaio de determinação da resistência à compressão de prismas

As formas de ruptura do segundo, terceiro e quinto corpos de prova são apresentadas na figura 2, à direita. De um modo geral, os prismas apresentaram fissuras diagonais e verticais e desprendimento de lascas de material antes da ruptura, denotando um comportamento dúctil do material. O quinto corpo de prova apresentou uma exceção, pois atingiu sua

resistência à compressão máxima antes de apresentar grandes fissuras diagonais, no sentido da maior dimensão (comprimento). Os resultados dos ensaios de resistência à compressão estão apresentados na tabela 4. O nono e o décimo segundo prismas não puderam ser ensaiados, pois a argamassa de assentamento descolou dos prismas durante a secagem, devido à retração.

Tabela 4. Resultados dos ensaios de resistência à compressão dos prismas 1 a 12

CP	C_m (mm)	L_m (mm)	H(cm)	A_{rup} (mm^2)	F_{rup}(N)	f_{cp} (MPa)
1	287,4	141,5	56,2	40667,10	22350	0,55
2	288,1	140,6	57,5	40506,86	22770	0,56
3	279,3	147,6	55,3	41224,68	20650	0,50
4	285,9	138,8	54,1	39682,92	20360	0,51
5	289,1	140,6	56,8	40647,46	20520	0,50
6	284,0	142,6	55,3	40498,40	20890	0,52
Média						0,52 ± 0,02
7	288,0	134,7	55,1	38793,60	21220	0,55
8	272,0	140,0	55,8	38080,00	21530	0,56
9[1]	270,8	139,6	54,2	37803,68	-	-
10	273,3	138,4	55,0	37824,72	20500	0,54
11	276,7	142,0	54,6	39291,40	19030	0,48
12[1]	284,0	142,6	55,3	40498,40	-	-
Média[2]						0,54 ± 0,04

[1]Os prismas 9 e 12 não foram ensaiados;

[2]A média e o desvio padrão foram calculados somente entre os prismas ensaiados

Com esses dados, calculou-se a resistência característica estimada à compressão dos prismas ($f_{cpk;est}$), conforme equação 1 e análise subsequente apresentada no Anexo C do Projeto de Norma, obtendo-se f_{cpk} = 0,49 MPa como resistência característica do lote. A resistência característica da contraprova foi obtida da mesma forma, resultando em f_{cpk} = 0,52 MPa Os resultados dos ensaios de resistência à compressão dos prismas estão no limite inferior da faixa de 0,5 a 5 MPa estabelecida por Minke (2012) como comum para elementos de construção secos feitos de terra. O projeto de norma não apresenta valores mínimos para avaliação dos resultados de resistência à compressão dos prismas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através dos testes de campo conclui-se que a terra analisada é argilosiltosa, arenosa ou arenoargilosa, com plasticidade mediana. Os ensaios em laboratório indicaram a presença significativa de areia, caracterizando a mistura como uma terra arenosa com presença de silte e argila, sendo o mineral argiloso presente na mistura pouco aglutinante (caulinita). De acordo com os critérios do projeto de norma, este solo não seria adequado para a produção de adobes pois apresenta uma porcentagem de argila de apenas 13%, abaixo do recomendado de 25 a 35%.

O ensaio de características dimensionais do adobe indicou que o lote produzido não seria aprovado nos critérios do projeto de norma por falta de conformidade dimensional, sendo que a maior diferença registrada foi de 7,25 mm. Os ensaios de resistência à compressão apresentaram resultados de 0,57 MPa para os adobes, o que não atende ao mínimo de 1,5 MPa disposto pelo projeto de norma, de 0,49 MPa para os prismas e de 0,52 MPa para a contraprova dos prismas. Na construção utilizada como referência para esta pesquisa os adobes foram utilizados como alvenaria de vedação e, até a data de publicação deste artigo, não apresentaram manifestações patológicas.

Dentre as limitações deste estudo constam possíveis diferenças significativas nos adobes produzidos na obra e os produzidos para esta pesquisa, pois mesmo sendo da mesma jazida, a composição do solo pode variar; irregularidades dos adobes devido ao local onde foram produzidos e dificuldade em padronizar a espessura da argamassa de assentamento, que gerou uma diferença de altura entre os prismas. O ensaio de resistência à compressão

dos prismas pode ter sido prejudicado pela interpretação errônea do projeto de norma, que resultou em prismas mais altos do que o recomendado, e pelo capeamento que fissurou e se descolou do adobe em alguns pontos, diminuindo a área efetiva de contato entre os prismas e a prensa.

A existência de um projeto de norma brasileiro significa um avanço para a construção com terra no Brasil e estabelece métodos e critérios para avaliação da resistência e dimensão de adobes. Algumas questões foram observadas ao seguir o processo recomendado pelo projeto de norma, a exemplo da tolerância de 5 mm nas divergências dimensionais, o que dificulta a conformidade de adobes produzidos artesanalmente, que podem apresentar irregularidades em suas superfícies, além do fenômeno da retração da argila no processo de secagem. A critério de comparação, a norma NBR 15270 (2005) apresenta uma tolerância dimensional de 5 mm para tijolos cerâmicos, que apresentam índice de retração menor do que os adobes.

Outra questão observada foi que o projeto da norma apresenta um método de ensaios de resistência à compressão de prismas, porém não indica no texto qual parâmetro deve ser utilizado para avaliar este ensaio. Em consulta às normas que avaliam vedações verticais, como a NBR 15575-4 (2013), também não foram encontrados parâmetros para avaliação do resultado de resistência à compressão dos prismas. Em relação às alvenarias estruturais, em consulta à NBR 15575-2 (2013) e à NBR 15812-2 (2010), há nas normas orientações para ensaios semelhantes, porém a metodologia difere, não sendo então adequado utilizar os mesmos parâmetros para os resultados obtidos através da metodologia do projeto de norma. Critérios claros diferenciando os requisitos para adobes utilizados para alvenaria de vedação e para alvenaria estrutural não foram encontrados no projeto de norma.

Sugere-se, para futuros estudos, analisar a relação entre o desempenho da alvenaria de adobe e o limite de variação das medidas dimensionais, para que um limite adequado para as variações dimensionais seja definido. Pesquisas sobre métodos de otimização e controle do processo de produção de adobes e de assentamento da alvenaria também seriam uma contribuição para a disseminação de técnicas apropriadas de construção com terra. Com este estudo foi possível obter dados quantitativos de ensaios, contribuindo para disseminar e discutir métodos para aferição da resistência à compressão de adobe.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Caputo, H. P. (1981). Mecânica dos solos e suas aplicações. [S.l.]: LTC.

Corrêa, A. A. R. (2003). Avaliação das propriedades físicas e mecânicas do adobe (tijolo de terra crua). Dissertação de mestrado. Lavras: Universidade Federal de Lavras

Dal Soglio, C. R.; Meller, B. J.; Olinger, M. S., Güthus, S.; Marinosko, D. L; Mizgier, M. O.(2018). Avaliação das propriedades térmicas de tijolos de terra crua (adobes). Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente construído, 17., 2018, Foz do Iguaçu. Anais... Porto Alegre: ANTAC

Das, B. M. (2011). Fundamentos de engenharia geotécnica. Tradução da 7ª edição norte americana [Boston, Massachusetts]: Cengage Learning. ISBN9788522111121

Embrapa (1997). Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

Houben, H.; Guillaud, H. (1994). Earth construction. A comprehensive guide. Rugby: Intermediate Technology Publications Ltda.

Illampas R.; Ioannou, I.; Charmpis, D. (2013). Adobe bricks under compression: experimental investigation and derivation of stress-strain equation. Construction and building materials, Elsevier, v. 53, p. 83-90.

Minke, G. (2012). Building with earth: design and technology of a sustainable architecture. [S.l.]: Walter de Gruyter.

NBR 15270-1 (2005) Componentes cerâmicos Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação — Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR 15575-2 (2013) Edificações habitacionais – Desempenho Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR 15575-4 (2013) Edificações habitacionais — Desempenho Parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR 6458 (2016). Grãos de pedregulho retidos na peneira de abertura 4,8mm - determinação da massa específica, da massa específica aparente e da absorção de água. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR 6459 (2016). Solo - Determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR 7180 (2016). Solo - Determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR 7181 (2016). Solo - Análise granulométrica - Método de Ensaio. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Neves, C.; Faria, O. B.; Rotondaro, R.; Cevallos, P. S.; Hoffmann, M. V. (2010). Seleção de solos e métodos de controle na construção com terra – práticas de campo. PROTERRA. Disponível em http://www.redproterra.org

Prompt, C. H. (2012). Arquitetura de terra em unidades agrícolas familiares: estudo de caso no Oeste Catarinense. Dissertação de Mestrado. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina

Pinto, C. de S. (2006). Curso básico de mecânica dos solos em 16 aulas. São Paulo: Oficina de Textos

Santos, C. A. dos. (2015). Construção com terra no Brasil: panorama, normatização e prototipagem com terra ensacada. Dissertação de Mestrado. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES pelo apoio financeiro, ao Prof. Dr. Alberto Vasconcellos Inda Junior, do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal Do Rio Grande do Sul (UFRGS), ao Prof. Dr. Jucinei José Comin e à doutoranda Bárbara Ventura do Departamento de Engenharia Rural da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), à mestranda Cândida Bernardi, à Prof. Dra. Gracieli Dienstmann e ao Prof. Dr. Humberto Ramos Roman do Departamento de Engenharia Civil da UFSC, à mestranda Sumara Lisboa e à doutoranda Cecília Heidrich Prompt do departamento de Arquitetura e Urbanismo da UFSC, à Aline Eloize Borgert e à Camila Costa Curta pelas fotografias.

AUTORES

Julia May Vendrami, estudante de graduação em engenharia civil na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Currículo completo em: http://lattes.cnpq.br/8395579017874450.

Lisiane Ilha Librelotto, graduação em engenharia civil e especialização em gestão da qualidade pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), mestrado e doutorado em Engenharia de Produção pela UFSC. Professora Adjunta da UFSC no curso de Arquitetura e Urbanismo. Idealizadora do ENSUS (Encontro de Sustentabilidade em Projeto) e supervisora do Laboratório de Restauro (LABRESTAURO/MATEC). Currículo completo em: http://lattes.cnpq.br/0328950798412598

Carolina Rodrigues Dal Soglio, arquiteta e urbanista formada pela UFSC. Mestranda no programa de pós-graduação em arquitetura e urbanismo, na área de tecnologia do ambiente construído. Foi bolsista de iniciação científica do Laboratório de Conforto Ambiental (LabCon) da UFSC. Intercâmbio realizado na Escuela Técnica Superior de Arquitectura (ETSAM), na Espanha. Currículo completo em: http://lattes.cnpq.br/4723436818335621.

AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DE ADOBES COM INCORPORAÇÃO DE ADIÇÕES NATURAIS

Daniel Pinheiro Santos[1]; Jose Getúlio Gomes de Sousa[2]

[1]Cobi – Arquitetura Orgânica/Rede TerraBrasil, Brasil, danielpinheiro860@gmail.com

[2]Colegiado de Engenharia Civil, UNIVASF - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro, BA, Brasil, getulio.univasf@gmail.com

Palavras-chave: construção com terra, excremento bovino, sumo de palma, fibra de coco

Resumo

A terra é um dos materiais de construção mais antigos utilizado pelo homem. Devido a sua fácil obtenção, aliado às propriedades térmicas, acústicas, mecânicas e possibilidade de associação com outros materiais. Em contrapartida, com o advento de materiais sintéticos, as técnicas milenares de construção com terra foram esquecidas, tornando-se sinônimo de fragilidade e pobreza. Porém, com as más consequências da disseminação de modos construtivos nocivos ao meio ambiente, a construção com terra ressurge como uma alternativa em potencial, incentivada por novas técnicas para estudo desses materiais. O presente trabalho avaliou as propriedades físicas e mecânicas de adobes a partir da utilização de diferentes estabilizantes naturais – fibra de coco, sumo de palma e excremento[1] bovino. O programa experimental propôs a seleção do solo a ser utilizado na produção dos adobes, por meio de testes de campo dentre seis amostras coletadas nas cidades de Juazeiro - BA e Petrolina - PE, a caracterização do solo ideal selecionado (consistência e granulometria) e a avaliação das propriedades físicas e mecânicas dos adobes (densidade, resistência à compressão, retração, umidade e absorção de água), no intuito de avaliar a potencialidade do solo selecionado para fabricação de adobes, sem correção granulométrica e a influência de cada estabilizante nas características e propriedades dos adobes. O solo selecionado mostrou-se aceitável, apresentando resultados satisfatórios nos parâmetros analisados. A adição de excremento bovino conferiu impermeabilidade aos adobes com um índice de absorção de água de 14%, diminuiu sua massa específica em 17% e reduziu a sua resistência em 57%. A fibra de coco contribuiu de maneira significativa na estabilidade volumétrica dos adobes, diminuindo em 35% a retração linear relativa média. O sumo de cactos não apresentou resultados expressivos ou conclusivos na alteração das propriedades dos adobes.

1. INTRODUÇÃO

A construção com terra está inserida atualmente no conceito da bioconstrução, definida de acordo com Prompt (2008, p. 9) como “construção de ambientes sustentáveis por meio de uso de materiais de baixo impacto ambiental, adequação da arquitetura ao clima local e tratamento de resíduos”. A bioconstrução, por sua vez, está inserida no escopo da permacultura que, de acordo com Mollison e Slay (1998, p. 13), “é um sistema de design para a criação de ambientes humanos sustentáveis[...], cujo objetivo é a criação de sistemas que sejam ecologicamente corretos e economicamente viáveis”.

“As técnicas de construção com terra são conhecidas há mais de 9000 anos” (Minke, 2015, p. 13). Porém, esta prática que foi trazida pelos portugueses ao Brasil caiu em desuso, com o advento de novos materiais e técnicas no âmbito da construção civil. Ainda assim, Barbosa et. al. (2003) destacam que atualmente quase um terço da humanidade se abriga em construções de terra.

[1] Optou-se pelo termo "excremento", considerado mais adequado para o contexto, porque "esterco" e "estrume" (usualmente adotados) estão associados aos excrementos já decompostos, ou em decomposição, usados como fertilizantes (adubo).

Como resultado da crescente indústria da construção civil no Brasil e a exploração dos recursos naturais em busca de matéria-prima, os impactos ambientais negativos têm se intensificado proporcionalmente. Na região do semiárido nordestino, mais precisamente nas cidades de Juazeiro - BA e Petrolina - PE, Bezerra (2009) destaca que a utilização de materiais construtivos não adequados ao clima da região causou impactos negativos ao microclima dos municípios, criando “ilhas de calor”.

Dentre as diversas técnicas de construção com terra, o adobe destaca-se como objeto de estudo para este trabalho. “Os adobes são blocos ou tijolos feitos com a terra no estado plástico, e comumente secos ao sol” (Gonçalves, 2005, p. 13). Ao longo dos séculos, o adobe tem sido utilizado nos mais variados paises e culturas, em diferentes condições sociais.

O adobe é um material frequente na arquitetura vernácula que, de acordo com Simões (2009, p. 23), é “aquela que foi produzida em determinada região utilizando os materiais aí disponíveis a partir de práticas construtivas adquiridas, no tempo, por uma comunidade”. Além do baixo custo agregado, possui vantagens destacadas por Minke (2015) tais como: regula a umidade do ambiente, equilibra o clima interior do ambiente, praticamente não produz poluição ambiental quando comparado a outros materiais de construção convencionais, requer apenas 1% da energia necessária para a produção e transporte, de fácil obtenção por geralmente ser encontrado no próprio local da edificação, é um material totalmente reutilizável, é adequado para autoconstrução.

Assim, as construções com terra utilizando adobes, aliadas às suas vantagens construtivas, mostram-se como uma alternativa promissora para construção civil no semiárido nordestino. Por outro lado, como destaca Gonçalves (2005), necessitam de normalização no Brasil, tal como no Peru, que possui norma para construção com adobes (Peru, 2017), apesar da alta sismicidade da região.

Pretende-se neste trabalho identificar as potencialidades das amostras de solo recolhidas nas cidades de Juazeiro e Petrolina, quanto a sua utilização na produção de adobes, a partir da avaliação de suas propriedades físicas e mecânicas, permitindo difundir e validar essa técnica para construção de habitações locais, na região do Submédio São Francisco.

2. OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivos avaliar propriedades físico-mecânicas de adobes produzidos com solos do semiárido nordestino, com incorporação de diferentes estabilizantes naturais (fibra de coco - *Cocus nucifera*, sumo de palma - *Opuntia ficus-indica,* e excremento bovino), identificando as alterações e influências causadas pelas incorporações.

3. ESTRATÉGIA METODOLÓGICA

Inicialmente, foram definidas as jazidas para a coleta dos solos a serem analisados por meio dos testes de campo, propostos por alguns autores supracitados. A seleção foi realizada com base no mapa de solos do Nordeste disponibilizado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, que abrange as características pedológicas das cidades de Juazeiro e Petrolina.

Para a classificação dos solos selecionados, os testes realizados não possuem normatização, e por isso, foram realizados de acordo com registros anteriores realizados por outros autores oportunamente citados. Por serem inespecíficos e empíricos, os testes podem possuir grande margem de erro, razão pela qual foram realizados o maior número de testes para que houvesse maior probabilidade de convergência nos resultados obtidos.

Posteriormente, foi coletado o solo que obteve o melhor resultado nos testes realizados na jazida de origem. Em seguida, foi realizada sua classificação conforme as normas nacionais vigentes, para composição granulométrica e índices de consistência.

A coleta e seleção dos materiais estabilizantes foi também baseada em trabalhos anteriores citados na revisão bibliográfica, de forma a assegurar a eficácia destes na associação com o solo coletado.

O procedimento de fabricação, definição de dimensões e traços dos adobes foi baseada em experiências, trabalhos anteriores e normas internacionais. A determinação das propriedades físicas e mecânicas dos adobes foi baseada em normas nacionais vigentes para tijolos de solo-cimento, como proposto por Faria (2002)[2].

3.1 Seleção das jazidas para extração dos solos

Para a definição prévia dos solos, foram levadas em consideração: a) as jazidas atualmente exploradas pelas olarias, para produção de tijolos cerâmicos por encomenda na região; b) as limitações geográficas, visto que os municípios apresentam extensa área rural que, por exemplo, tornaria inviável a coleta distribuída por todo o território; c) a classificação dos solos, com base nos mapa pedológicos de Juazeiro, e Petrolina, fornecidos respectivamente por Jacomine et al. (1979) e Silva et al. (2001); e, d) as características físicas dos solos, como cor, cheiro, aspecto tátil e consistência úmida.

De acordo com os mapas pedológicos, há predominância de areias quartzosas e podzólicos amarelos na cidade de Petrolina, na outra margem do Rio São Francisco, na cidade de Juazeiro, há uma grande faixa de Planossolos, caracterizando a totalidade das jazidas encontradas. Foram coletados solos de seis diferentes locais – Solo 1: Carneiro, Petrolina; Solo 2: Projeto de Irrigação Nilo Coelho, Petrolina; Solo 3: Angari, Juazeiro; Solo 4: Jardim Novo Encontro, Juazeiro; Solo 5: BA 210, Juazeiro; Solo 6: COHAB São Francisco, Petrolina.

3.2 Realização dos testes de campo para seleção do solo mais adequado para adobes

Os testes de campo realizados foram queda da bola, teste da sedimentação, teste da caixa, resistência seca, caracterização por cor, cheiro e tato, baseados nos métodos propostos pelos autores citados a seguir. Para a realização de todos os testes, os solos foram previamente destorroados no almofariz e pistilo e passaram pela peneira #10 (2,0 mm), de forma a eliminar os cascalhos, torrões e matéria orgânica que poderiam mascarar os resultados.

O teste da queda da bola foi realizado de acordo com Minke (2015), inicialmente umedecendo uma porção de cada solo de forma a moldar uma esfera entre 3 cm e 4 cm de diâmetro, estando úmida, porém numa consistência aparentemente seca. Após a moldagem, as esferas correspondentes a cada um dos solos foram soltas a uma altura de 1,5 m sobre um anteparo metálico retilíneo. A análise baseou-se no comportamento das esferas pós queda quanto à coesão das partículas de solo.

O teste do vidro foi adaptado de Neves et. al. (2009) e consistiu em colocar uma porção de cada solo seco, destorroado e peneirado num béquer, equivalente a 1/3 da metade da capacidade do béquer. Os 2/3 restantes foram completados com água, de forma a atingir a altura da metade do béquer, equivalente a 300 mL da mistura. Foram adicionados posteriormente 5,71 g de Hexametafosfato de sódio ($NaPO_3$) – equivalente a uma colher de sal – este que atua como defloculante na mistura, intensificando a separação das partículas de argila das demais frações. Após 24 horas de repouso, foram medidas as frações de areia, argila e silte evidenciadas pelo ensaio com auxílio de um paquímetro.

O teste da caixa foi baseado em Lengen (2002). Foram utilizadas fôrmas retangulares de compensado plastificado, com 60 cm de comprimento, 8,5 cm de largura e 4 cm de profundidade. Os solos foram umedecidos até a consistência plástica, sendo moldados no

[2] Este autor propôs métodos de ensaio baseados nestas normas, porque não havia outras referências na época. No entanto, em 2008 a rede PROTERRA aprovou um método de ensaio para resistência à compressão de adobes, que subsidiou uma proposta de norma brasileira para alvenaria de adobes, organizada pela Rede TerraBrasil e atualmente em tramitação na ABNT, para entrada em consulta nacional.

interior das fôrmas retangulares, untadas previamente com óleo queimado. Após 5 dias em repouso sob radiação solar indireta, os solos já apresentavam aparência seca, e foram medidas as respectivas retrações lineares. A retração total, medida empurrando-se toda a massa de solo para uma das extremidades da fôrma, não deve ser maior que 1/10 do comprimento total da fôrma. Assim, para este trabalho, não devia ser maior que 6 cm.

O teste da resistência seca foi adaptado de Neves et. al. (2009). Esse procedimento realizou-se a partir da moldagem de duas pastilhas cilíndricas por solo com 1 cm de espessura e 2 cm a 3 cm de diâmetro, umedecidas até uma consistência moldável. Em seguida, as pastilhas foram levadas à estufa com temperatura média de 105 ºC durante 24 horas. Após o período de secagem, foi realizada a tentativa de quebrá-las com os dedos e de destorroá-las com a fricção dos dedos sobre a superfície das pastilhas, classificando-as em resistência grande, média ou fraca.

Para a caracterização táctil-visual foram analisados a cor, o odor característico e a caracterização sensitiva do solo, a partir da fricção de uma amostra seca entre as os dedos, identificando assim a fração predominante no solo. A avaliação dos resultados se baseou na identificação visual da coloração predominante, presença de odor e consistência das partículas, de forma a classificá-los como propõe Lengen (2002),

3.3 Caracterização do solo selecionado dentre as amostras coletadas

Para caracterização do solo selecionado dentre os seis que foram inicialmente coletados, foram realizados os ensaios de limite de liquidez (NBR 6459, 2016), limite de plasticidade (NBR 7180, 2016) e composição granulométrica (NBR 7181, 2016). Todos os ensaios foram realizados no Laboratório de Geotecnia da Universidade Federal do Vale do São Francisco (LABGEO–UNIVASF).

3.4 Produção, armazenamento e secagem dos adobes

De acordo com a bibliografia consultada já explicitada em tópicos anteriores, foi definida a fabricação de um molde com dimensões de 10,8 cm de altura (H), 15 cm de largura (L) e 30 cm de comprimento (C), com capacidade para moldagem de três adobes simultaneamente, de forma a otimizar o trabalho de produção. Os moldes foram elaborados manualmente com compensado de Pinus, fixados com parafusos e cola de madeira, sendo aplicada posteriormente uma camada de verniz marítimo para impermeabilização.

O local de produção foi selecionado de forma a otimizar o procedimento proposto, diminuindo ao máximo a distância no transporte de materiais, ferramentas e principalmente dos adobes, que uma vez moldados, devem ficar em repouso absoluto, ao abrigo do sol, até que adquiram uma consistência seca e firme, de maneira a suportar manuseios, prevenindo deformações, fissuras ou desagregação.

O local de moldagem foi o Laboratório de Materiais de Construção da UNIVASF (LABMATEC–UNIVASF), onde também foi o local de armazenamento inicial dos adobes, na fase abrigada, protegidos do sol e da chuva. Previamente a preparação de todos os traços, o solo foi passado na peneira de 4,75 mm, preenchendo os baldes usados como recipientes de referência para a elaboração dos traços definidos, onde cada balde continha 18 L de capacidade, o equivalente a 26 kg de solo peneirado e solto.

O teor de umidade do barro[3] não foi mensurado ou pré-determinado. De acordo com Faria (2002), não existem parâmetros para um teor de umidade ideal para o amassamento do barro. Oliveira (2003) reforça que a água deve ser adicionada a mistura até que se obtenha uma consistência plástica. Assim, a água foi adicionada com o auxílio de mangueira de jardim nos traços 1, 2 e 4 até que a mistura obtivesse uma consistência plástica e moldável. Os adobes foram preparados conforme os materiais e respectivas proporções apresentados na tabela 1.

[3] Barro é a mistura, homogênea e plástica, de terra e água.

Tabela 1. Composição das amostras de adobe em volume

Identificação	Material	Proporção em volume	quantidade de adobes produzidos
Traço 1 (referência)	solo	1	11
Traço 2	solo: fibra de coco	1:0,25	11
Traço 3	solo: sumo de palma	1:0,25	10
Traço 4	solo: excremento bovino	1:0,23	11

De acordo com Milanez (1958 apud Faria, 2002) o barro deve ser amassado primeiro para depois acrescentar as fibras. No preparo do traço 2, foi adotado este procedimento, uma vez que o solo umedecido sem a adição da fibra torna-se menos áspero e desliza melhor entre os dedos dos pés e na superfície da lona, facilitando a mistura com água e a umidificação dos torrões ainda secos. Após a homogeneização solo-água (barro), foram adicionadas as fibras[4], sendo novamente realizado o amassamento, dessa vez sem a preocupação na interação água-solo, focando-se na distribuição equilibrada das fibras na mistura.

Para o traço 3, não houve necessidade de adição de água de amassamento à mistura, uma vez que o sumo[5] foi suficiente para umedecer e conferir plasticidade e trabalhabilidade à massa, estando numa consistência ideal para moldagem dos adobes.

Durante o preparo do traço 4, houve a necessidade de destorroamento com as mãos de alguns grumos de excremento seco, aumentando a interação solo-excremento no interior da mistura, diferente do procedimento adotado na incorporação da fibra de coco, não houve necessidade de amassamento do barro previamente à adição do excremento, visto que este apresenta fibras em tamanhos muito menores, não dificultando a homogeneização da mistura.

O amassamento de todas as misturas foi feito com os pés, pisoteando-se em círculos, revolvendo-as periodicamente com a lona, formando-se grandes cilindros que eram em seguida pisoteados novamente, o que permitiu uma otimização considerável ao processo. De acordo com Faria (2002), o amassamento do barro pode ser realizado artesanalmente com os pés, uma vez que o vão entre os dedos ajuda no processo de homogeneização. No entanto, deve ser levado em conta a possibilidade de contaminação do operador por patógenos.

O armazenamento dos adobes foi realizado na primeira etapa (ao abrigo da incidência solar direta) no local de produção, um galpão coberto onde localizam-se as dependências do LABMATEC–UNIVASF, evitando movimentação com os adobes ainda frescos, prevenindo possíveis deformações ou acidentes no transporte.

Os adobes foram virados em 90º, após 4 dias, de forma que suas maiores faces ficassem expostas ao ar, otimizando o processo de secagem, como recomenda Corrêa (2013, p. 31), “o adobe fica no próprio local para secagem inicial, aos três dias pode ser virado de lado e com uma semana pode ser colocado em pé”.

A segunda etapa da secagem se deu a partir da exposição solar direta dos adobes. Após 14 dias na fase abrigada, os adobes já aparentavam estar secos. Na segunda etapa, os adobes permaneceram por mais 7 dias, até que estivessem totalmente secos para que fossem submetidos aos ensaios laboratoriais.

[4] A fibra de coco já processada foi disponibilizada pelo Centro de Referência para Recuperação de Áreas degradadas da Caatinga da Universidade Federal do Vale do São Francisco (CRAD/UNIVASF).

[5] O sumo foi obtido a partir da imersão de raquetes de palma picotadas em água na proporção em volume 1:2 (palma:água), deixados em repouso por 72h e peneirados posteriormente para se obter apenas seiva líquida diluída em água.

3.5 Realização dos ensaios para avaliação das propriedades físicas e mecânicas dos adobes

Foram avaliadas as seguintes propriedades físicas: **a)** retração linear relativa, de acordo com Faria (2002); **b)** absorção de água, de acordo com a NBR 8492 (ABNT, 2012); **c)** massa específica aparente, de acordo com Faria (2002); e, **d)** umidade higroscópica, de acordo com Faria (2002).

Como propriedade mecânica, foi avaliada a resistência à compressão, de acordo com Faria (2002).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Testes de campo

Apresentam-se os resultados para cada teste de campo realizado para a seleção do solo ideal para fabricação de adobes, dentre as amostras coletadas.

a) Teste da queda da bola

O teste apresentou significativa divergência no comportamento dos solos. Os solos mais argilosos (solos 1, 4 e 5) não sofreram fissuras ou desagregação após a queda, porque a presença majoritária da argila confere grande coesão entre as partículas, diferente dos solos que continham uma quantidade maior de areia (solos 2 e 6), que se racharam sem se esfarelar. O solo 3 se desintegrou em demasia após a queda, possivelmente pela pouquíssima ou até ausente quantidade de argila em sua composição granulométrica.

Baseando-se em recomendações da bibliografia já citada, o solo que mais se aproximou do comportamento recomendado foi o Solo 2, visto que apresentou rachaduras mais explícitas com a queda, apesar de não ter tido desagregação por completo de nenhuma fração da bola.

b) Teste do vidro

Baseando-se nos resultados obtidos, apesar da grande subjetividade envolvida na análise das colunas de solo nos recipientes, foi possível confirmar algumas hipóteses apontadas pelo teste da queda da bola, onde o solo 3 foi o que possuía a menor quantidade de argila (11%), enquanto que o solos 1, 4 e 5 obtiveram as menores quantidades de areia, o que justifica o comportamento coeso promovido por uma quantidade maior de argila em suas composições.

Quanto a validação para produção de adobes, de acordo com as frações estabelecidas por Motta, Machado e Scovino (2004), onde o solo ideal deve ter entre 70% e 80% de areia e 30% a 20% de silte e argila, o solo 2 foi o que melhor se adequou, com 82% de areia e 18% de argila e silte.

Baseando-se na recomendação de Minke (2015), o solo ideal deve ter 14% de argila, 22% de silte, 62% de areia e 2% de cascalho, o solo 4 foi o que melhor se adequou, com 15% de argila, 25% de silte e 60% de areia, porém, tomando como base o resultado obtido no teste da queda da bola, este solo foi desqualificado.

c) Teste da caixa

De acordo com as recomendações de Lengen (2002), os solos 1, 4 e 5 ultrapassaram o limite de retração (6 cm) com ênfase nos solos 1 e 5, que apresentaram arqueamento, possivelmente causado pela distribuição das tensões por retração diferencial no corpo de prova, devido a presença de argilominerais expansivos no solo, sendo, portanto, desclassificados no teste. O solo 3 não apresentou nenhuma deformação, sendo também desclassificado, uma vez que normalmente os solos ideais encolhem e racham. Assim, o solo que apresentou o melhor resultado (considerando a menor retração, quando presente) foi o solo 2, que retraiu apenas 1,1 cm, confirmando o resultado obtido nos testes anteriores.

d) Teste da resistência seca

Os solos 2 e 3 apresentaram os melhores resultados por possuir predominantemente menos argila na sua composição, uma vez que apresentaram certa resistência à fricção, porém menor que a encontrada nos solos 1, 4 e 5. Porém, diante dos resultados anteriores, o solo 3 torna-se inadequado, devido a baixíssima quantidade de argila em sua composição. Assim, o solo 2 foi o que melhor se adequou às premissas do teste.

e) Testes da cor, cheiro e tato

Quanto à coloração, os solos que apresentaram as colorações amarelo claro são, de acordo com Lengen (2002), os melhores para adobes, sendo neste caso os solos 1, 4 e 5, porém, estes mesmos solos foram reprovados na maioria dos testes anteriores. Quanto às colorações, os solos 2, 3 e 6 também servem para a produção de adobes. Assim, de acordo com esse teste, nenhum dos solos analisados foi reprovado.

Quanto ao odor, todos os solos foram classificados como inodoros. Logo não há restrição quanto à presença de matéria orgânica, húmus ou mofo.

Pela avaliação tátil, o solo 3 não indicou presença de argila. Os solos 1, 4 e 5 não apresentavam areia significativa. Dessa forma, apenas os solos 2 e 6 apresentaram textura equilibrada, sendo mais favoráveis para produção de adobes.

Assim, com base nos resultados obtidos nos testes de campo, escolheu-se o solo ideal para produção de adobes. O solo 2 foi aquele que apresentou maior aprovação nos testes realizados (classificado pela Embrapa como "podzólico amarelo").

4.2 Ensaios de caracterização do solo selecionado

Os resultados obtidos a partir dos ensaios realizados em laboratório para o solo selecionado na etapa anterior, Solo 2, são apresentados na tabela 2.

Tabela 2 – Caracterização do solo 2

Propriedade	Método/Requisito	Resultado	
Limite de liquidez (LL)	NBR 6459 (2017)	23%	
Limite de plasticidade (LP)	NBR 7180 (2016)	17%	
Índice de plasticidade (IP)	NBR 7180 (2016)	6%	
Umidade higroscópica	NBR 6457 (2016)	1,16%	
Massa específica	—	2,72 g/cm³	
Granulometria	NBR 7181 (2016)	natural	< 4,75mm
		pedregulho 21% areia 41% silte 20% argila 18%	0% 52% 25% 23%
Classificação AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*)	passa # 200 > 35% LL < 40% IP < 10%	A-4	

Houben et al. (1989, apud Gonçalves, 2005) trabalharam com LL = 23,5% obtendo-se excelentes resultados. De acordo com Barbosa e Ghavami (2007), o solo ideal deve ter IP = 7%. Assim, observa-se que o Solo 2 apresentou resultados satisfatórios.

Baseando-se na bibliografia consultada, os índices de argila e silte do Solo 2 apresentaram valores bastante favoráveis. Minke (2015) recomenda areia acima de 62% e nota-se a grande quantidade de pedregulho presente no solo (21%), talvez por não ter sido coletado

em horizontes mais profundos. Porém, devido ao método adotado, o solo foi peneirado (4,75 mm) antes de ser utilizado na produção dos adobes, eliminando-se o pedregulho e tornando o solo mais fino e homogêneo, com uma proporção maior de areia, atingindo valores ainda mais aceitáveis de acordo com os parâmetros de referência.

O teste de sedimentação (de campo) apresentou divergência de 41% em relação ao valor obtido no ensaio de laboratório para a fração areia. Com relação às frações de argila e silte, somadas, houve disparidade de 20% entre o teste de campo e o ensaio de laboratório, além do que, no teste de campo não foi identificada presença de pedregulho, mas esta foi expressiva no ensaio (21%). Assim, constata-se que nem sempre o teste de campo apresenta resultados confiáveis e não deve ser usado como único parâmetro na seleção de solos para produção de adobes.

4.3 Avaliação de propriedades físicas e mecânicas dos adobes

a) Massa específica aparente

Na figura 1 são apresentadas as massas específicas médias de cada traço. A presença do excremento na mistura (traço 4) diminuiu consideravelmente a massa específica dos adobes (18%). O mesmo aconteceu de maneira menos expressiva nos adobes contendo fibra de coco (traço 2, redução de 8%). Por outro lado, os adobes de referência (traço 1) atingiram valores de massa específica equivalentes aos adobes contendo sumo de palma incorporado (traço 3).

Esses resultados explicam-se uma vez que tanto a fibra de coco como o excremento bovino possuem massa específica menor que o solo, conferindo aos adobes menor peso.

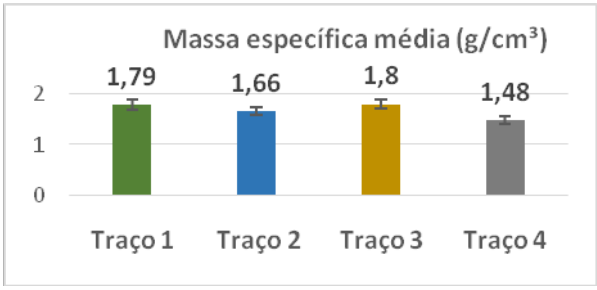


Figura 1. Resultados de massas específicas médias (g/cm³) dos adobes

b) Retração linear relativa

De acordo com os resultados apresentados na figura 2, se confirma o efeito da fibra de coco quando incorporado aos adobes (traço 2), conferindo-lhes maior estabilidade volumétrica, visto que a fibra atua justamente no aumento da resistência à tração, prevenindo retrações e fissuras.

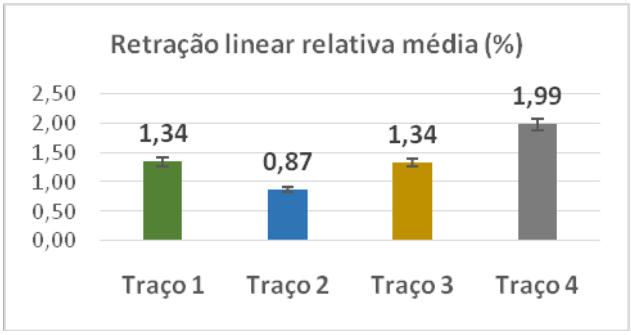


Figura 2. Valores de retração linear relativa média

Novamente o traços 1 e o traço 3 apresentaram comportamento bastante semelhante, assim, o sumo de palma não atuou de maneira significativa na prevenção da retração dos adobes, por outro lado, a presença do excremento proporcionou aumento da retração (traço 4), apesar da presença de fibras no excremento, elas possuem menores dimensões e sua origem é desconhecida (variam de acordo com a alimentação do animal) assim, as fibras

oriundas do excremento podem possuir diferentes propriedades, o que neste caso não proporcionaram a ação esperada, apresentando significativa retração volumétrica.

c) Resistência à compressão

Nota-se, com base na figura 3, novamente a proximidade dos resultados entre o traço 1 e traço 3, confirmando que a seiva de palma teve pouca influência nas propriedades dos adobes. Por outro lado, a presença do excremento bovino (traço 4), contribui de maneira significativa para a diminuição da resistência dos adobes (redução de 57%, em relação à referência). A fibra de coco também atuou de maneira redutiva na resistência à compressão dos adobes, porém, em menor intensidade (redução de 17%, em relação à referência).

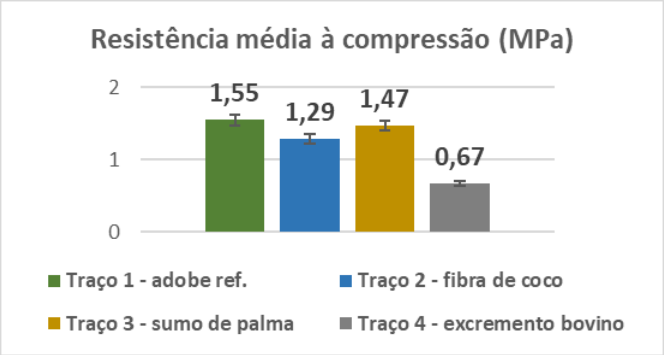


Figura 3. Resultados do ensaio de compressão simples para os adobes

A presença do excremento bovino mostrou-se consideravelmente prejudicial à resistência, sendo assim, deve-se alterar o volume de excremento incorporado no traço ou associar novos estabilizantes, de maneira a conferir um aumento de resistência aos adobes.

Assim, deve-se atentar à incorporação de adições aos adobes, uma vez que podem contribuir em alguma propriedade específica, porém influenciar na perda de resistência, como ocorreu neste trabalho.

Sobre os valores médios de resistência obtidos, apenas os adobes do traço 1 obtiveram resistência média acima da mínima exigida para tijolos cerâmicos maciços e blocos cerâmicos para alvenaria de vedação (1,5 MPa), de acordo com a norma NBR 15270-1 (ABNT, 2017).

d) Absorção e umidade higroscópica

O ensaio de absorção foi realizado utilizando-se 3 adobes de cada traço. Tal procedimento mostrou-se bastante agressivo aos adobes, uma vez que grande parte deles, com 12 horas após a imersão já apresentavam desagregação, o que de acordo com Faria e Battistelle (2001) ocorre com solos mais argilosos, uma vez que com solos arenosos este comportamento não é tão intenso.

Após o período de 24 horas submersos, os adobes referentes aos traços 1, 2 e 3, apresentavam desagregação e deterioração total ou parcial. Por outro lado, os adobes do traço 4 (com excremento bovino) mantiveram sua integridade e coesão, permitindo ser retirados do tanque para pesagem, o que para os demais adobes não foi possível, pois já não possuíam firmeza ou coesão alguma. Nas figuras 4 e 5 observa-se o estado dos adobes no início e ao fim do ensaio, evidenciando a hidrofobicidade adquirida pela adição do excremento, como no adobe da extrema esquerda, que manteve aspecto análogo antes e depois do ensaio, diferente dos demais vizinhos que se desintegraram em contato com a água – sem adição de excremento.



Figura 4. Absorção de água por imersão (início)



Figura 5. Absorção de água por imersão (fim)

Os adobes com excremento bovino (traço 4) apresentaram absorção de água média de 14%. Para os demais traços não foi possível a determinação, porque se desintegraram, impedindo a medida da massa saturada.

Assim, pôde-se observar a influência do excremento bovino na coesão do solo e na redução da absorção de água. Quanto a esse comportamento, Millogo et. al. (2016) explicam que o excremento melhora a resistência dos adobes à água, devido a formação de silicato de amina insolúvel, que agrega as partículas de solo isoladas.

A norma NBR 15270-1 (2017) recomenda que os blocos cerâmicos para alvenaria de vedação possuam um índice de absorção de água entre 8% e 22%, sendo assim, os adobes apresentaram resultado satisfatório.

De acordo com a norma NBR 8491 (2012), para tijolo de solo-cimento, as amostras não podem apresentar a média dos valores de absorção de água maior que 20%, nem valores individuais maiores que 22%, com idade mínima de 7 dias, assim os adobes ensaiados também apresentaram resultados satisfatórios.

A umidade higroscópica média geral dos adobes foi de 1,46%. Não há requisitos de norma para esta propriedade, mas, comparando-se diferentes materiais expostos ao mesmo clima, pode-se inferir as diferenças de porosidade entre eles.

5. CONCLUSÕES

Apesar da ausência de métodos de ensaio para adobes normatizados no Brasil, os ensaios adaptados de outros materiais e os testes expeditos de campo se mostraram bastante viáveis, tanto na seleção do solo ideal para produção de adobes como na avaliação de suas propriedades físicas e mecânicas.

Os testes expeditos de campo mostraram-se assertivos, uma vez que indicaram, dentre as amostras inicialmente coletadas, um solo que se mostrou adequado para produção de adobes sem correção granulométrica necessária. Porém também apresentaram baixa precisão na determinação da distribuição granulométrica, uma vez que os resultados divergiram bastante quando comparados aos ensaios laboratoriais.

Dentre as adições, a fibra de coco e o excremento bovino foram os que apresentaram alteração nas propriedades dos adobes com maior expressividade. A fibra de coco atuou de maneira a reduzir a retração após secagem dos adobes, garantindo-lhe boa estabilidade volumétrica. O excremento bovino atuou de maneira protagonista, visto que conferiu grande resistência à água aos adobes, como foi constatado no ensaio de absorção por imersão, sendo, portanto, uma alternativa promissora. O sumo de palma não contribuiu de maneira expressiva em nenhuma das propriedades avaliadas, uma vez que os valores obtidos foram equivalentes ou ligeiramente inferiores aos dos adobes de referência, sem adições.

Assim, os resultados observados despertam o interesse para outros estudos sobre o tema, como, por exemplo, o estudo da proporção ideal entre excremento ou de fibra de coco e solo, para produção de adobes, sem comprometer sua resistência mecânica.

Cabe destacar a escassez (ou ausência) de trabalhos científicos brasileiros sobre as possibilidades e implicações da adição de excremento bovino em adobes, a exemplo do trabalho de Millogo et al. (2016), realizado com solo de Burkina Faso (África) e no qual foram investigados vários aspectos da interação química entre o excremento e constituintes do solo. No entanto, não abordaram a questão da possibilidade de contaminação das pessoas, por organismos patogênicos, durante o processo de produção dos adobes. Considerando-se que o presente trabalho fez apenas uma avaliação preliminar sobre o uso desta adição, abrem-se muitas possibilidades para futuras pesquisas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barbosa, N. P.; Ghavami, K. (2007). Terra crua. In: Isaia, G. C. (org.) Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais. Capítulo 46. São Paulo: Ibracon, v. 2, p.1505-1557.

Barbosa, N. P.; Ghavami, K; Mattone, R; Mesbah, A. (2003). The potenciality of earth construction to a sustainable development in the emerging countries. Preprint of papers of 9 The International conference on the Study and Conservation of Earth Architecture, Terra 2003, Yazd, Iran, 28 Nov-2 Dec 2003, p 184-196.

Bezerra, P. T. C. (2009). A influência da urbanização no clima das cidades de Petrolina/PE e Juazeiro/BA. Dissertação de mestrado. Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande.

Corrêa, A. A. R. (2003). Incorporação de partículas lignocelulósicas e “baba de cupim sintética” no adobe. Tese de doutorado. Lavras: Universidade Federal de Lavras.

Faria, O. B. (2002). Utilização de macrófitas aquáticas na produção de adobe: um estudo de caso no reservatório de Salto Grande (Americana – SP). Tese de doutorado. São Carlos: Universidade de São Paulo.

Faria, O. B.; Battistelle, R. A. G. (2001). Caracterização física e mecânica de adobe com adição de resíduo da indústria de papel e celulose. Reunião da Sociedade Brasileira de Pesquisadores Nikkeis, Bauru. São Paulo: SBPN – Scientific Journal. v. 5, p. 315-317.

Gonçalves, J. S. (2005). Contribuição para a normalização da alvenaria estrutural com o uso de adobes de terra crua para construções urbanas. Dissertação de mestrado. João Pessoa: Universidade Federal de Paraíba.

Jacomine, P. K. T.; Cavalcanti, A. C.; Silva, F. B. R. e; Montenegro, J. O.; Formiga, R. A.; Burgos, N.; Melo, H. F. R. de (1977). Levantamento exploratório - reconhecimento de solos da margem direita do rio Sào Francisco; Estado da Bahia. Recife.

Lengen, J. V. (2002). Manual do arquiteto descalço. Rio de Janeiro: Casa dos Sonhos.

Millogo, Y.; Aubert, J. E.; Séré, A. D.; Fabbri, A.; Morel, J. C. (2016). Earth blocks stabilized by cow-dung. Materials and Structures, 49(11), 4583-4594.

Minke, G. (2015). Manual de construção com terra: uma arquitetura sustentável. São Paulo: B4.

Mollison, B.; Slay, R. M. (1998). Introdução à permacultura. Brasilia: MA/SDR/.

Motta, A. L. T. S.; Machado, J. M.; Scovino, P. F. (2004). O resgate do adobe e sua adequação a necessidade de construções contemporâneas. 2º Congresso Nacional da Construção, 2004, Cidade do Porto. Construção 2004, v. 1.

NBR 15270-1 (2017). Componentes cerâmicos – Blocos e tijolos para alvenaria: Parte 1: requisitos. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR 6457 (2016). Amostras de solo – Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR 6459 (2017). Solo – Determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR 7180 (2016). Solo – Determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR 7181 (2016). Solo – Análise granulométrica. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR 8491 (2012). Tijolo de solo-cimento – Requisitos. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR 8492 (2012). Tijolo de solo-cimento – Análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção de água: Método de ensaio. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas

Neves, C. M. M.; Faria, O. B.; Rotondaro, R.; Cevallos, P. S.; Hoffman, M. V.: (2009). Seleção de solos e métodos de controle na construção com terra: práticas de campo. [S.l.]: Rede Ibero-Americana de Arquitetura e Construção com terra - PROTERRA. Disponível em: <http://www.proterra.com.br>.

Norma E.080 (2017). Diseño y construcción con tierra reforzada. Perú: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Disponible en: https://www.sencico.gob.pe/descargar.php?idFile=3478

Oliveira, L. B. (2003) Arquitetura e sustentabilidade: perspectivas, dificuldades e propostas. Dissertação de mestrado. Brasília: Universidade de Brasília

Prompt, C. (2008). Curso de bioconstrução. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Extrativismo e Desenvolvimento Rural Sustentável.

Silva, F.B.R.; Santos, J.C.P.; Silva, A.B.; Cavalcanti, A.C.; Silva, F.H.B.B.; Burgos, N.; Parahyba, R.B.V.; Oliveira Neto, M.B.; Sousa Neto, N.C.; Araújo Filho, J.C.; Lopes, O.F.; Luz, L.R.P.P.; Leite, A.P.; Souza, L.G.M. C.; Silva, C.P.; Varejão-Silva, M.A.; Barros, A.H.C. (2001). Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco: Recife: Embrapa Solos

Simões, C. C. (2009). Conforto ambiental como parâmetro para construção de novas habitações rurais na região do médio São Francisco, semiárido baiano. Dissertação de mestrado. Salvador: Universidade Federal da Bahia.

AUTORES

Daniel Pinheiro Santos, graduado em engenharia civil pela Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF).Sócio e engenheiro na Cobi – Arquitetura Orgânica, onde atua com projetos, capacitação e execução de construções com terra; Membro da Rede TerraBrasil. Currículo completo em:http://lattes.cnpq.br/6347610510672194

Jose Getúlio Gomes de Sousa, doutor em estruturas e construção civil e mestre em estruturas e construção civil; engenheiro civil; professor do Colegiado de Engenharia Civil da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF); Coordenador do Laboratório de Materiais e Técnicas Construtivas da UNIVASF (LABMATEC – UNIVASF). Currículo completo em: http://lattes.cnpq.br/2164697125848306

TerraBrasil 2018
Território e trabalho: a produção da arquitetura com terra no Brasil
VII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Rio de Janeiro-RJ (Brasil), 30 de outubro a 2 de novembro de 2018
http://redeterrabrasil.org

ENSAIO DE AZUL DE METILENO COMO FERRAMENTA COMPLEMENTAR NO PROCESSO DE CARACTERIZAÇÃO DE SOLO PARA FABRICAÇÃO DE ADOBE

Jaqueline Leite Ribeiro do Vale[1]; Marco Antônio Penido de Rezende[2]; Christopher de Paula Alves[3]; Hyago Felipe da Cruz Silva[4]; Matheus Gomes Zarista[5]

Centro Universitário Newton Paiva, Brasil, [1]jaquelinevale@gmail.com; [3]christopherdepaulaalves@gmail.com; [4]hyago.cruz@outlook.com; [5]matheuszarista@hotmail.com

[2]Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil, marco.penido.rezende@hotmail.com

Palavras-chave: arquitetura de terra, argilominerais

Resumo

É de praxe que as bibliografias das construções de terra foquem em ensaios de granulometria e limites de Atterberg na seleção e caracterização do solo. Entretanto, pesquisas indicam que tais ensaios podem apresentar limitações em se tratando de caracterização de solos tropicais, nem sempre atribuindo a estes qualidades correspondentes ao seu desempenho real. Diante deste cenário, o ensaio de adsorção de azul de metileno pode ser um complemento para identificação do solo. O objetivo desta pesquisa foi compreender como o ensaio de adsorção de azul de metileno pode colaborar para melhor entendimento da influência dos diferentes tipos de argila nos resultados de resistência à compressão de adobes. Este artigo baseia-se em pesquisa exploratória a partir de uma revisão bibliográfica sobre a aplicação do ensaio de adsorção de azul de metileno para classificação da argila como uma ferramenta complementar de caracterização dos solos. No presente trabalho, conclui-se que as classificações geotécnicas tradicionais podem ser insuficientes para caracterizar os solos tropicais e que através da correlação de alguns resultados das pesquisas de adsorção de azul de metileno com o índice de plasticidade, pode-se traduzir a qualidade das argilas presentes no solo. Portanto a utilização do ensaio de mancha de azul de metileno, por ser um ensaio de rápido e de baixo custo para identificação da presença de argilomineirais no solo, pode simplificar e complementar o processo.

1 INTRODUÇÃO

A utilização da terra como material de construção é uma das mais antigas técnicas utilizadas pelo homem. Ainda hoje, em diversas regiões do globo terrestre, a terra é usada na construção das habitações, traduzindo a identidade, a história, a cultura e a forma de vida de várias populações.

Terra é a designação genérica que se dá aos solos empregados como material de construção de edificações, que não se transforma pelo tratamento térmico (queima). Sendo assim, arquitetura de terra é toda produção arquitetônica cujo principal material empregado seja a terra (Oliveira, 2005), sendo uma dessas técnicas o adobe. Esta técnica resulta na alvenaria executada a partir de blocos de terra, enformados e secos ao sol (Rodrigues, 2003).

O adobe possui aspectos favoráveis quando se discute a sustentabilidade relacionada ao contexto ambiental, social e econômico. Tais aspectos não estão relacionados não somente pelo seu baixo consumo energético de produção, mas também por se tratar de uma técnica vernácula, que envolve materiais locais e a prática do construtor. Para Glassie (2000), seu contraste está com os sistemas industriais de produção. As técnicas vernáculas dependem de conexões diretas, como o direto acesso do material e suprimento aos produtores e consumidores que, instantaneamente, modelam paisagens, ordens sociais e arranjos econômicos. Já as produções industriais utilizam materiais exportados e maquinários complexos e dependem de extenso poder político para manter o alto custo de infraestrutura de produção, transporte e comunicação.

Apesar de suas vantagens ambientais e econômicas, a utilização do adobe foi reduzida nas últimas décadas ou ao longo do século XX, devido ao surgimento de técnicas que tornam o processo construtivo mais rápido como o bloco cerâmico e o bloco de concreto, embora estas sejam mais agressoras ao meio ambiente. Segundo Bourdeu (1999 apud Silva, 2001), a indústria da construção é

a maior geradora de resíduos sólidos urbanos e emprega quantidade considerável de recursos energéticos e matéria-prima em seu funcionamento. Com relação aos resíduos, estima-se que 13% de todo o resíduo sólido depositado em aterros, em todo o mundo, consiste em restos de construção e demolição.

Outro motivo para a redução do uso do adobe corresponde ao preconceito acerca das técnicas de terra, muitas vezes consideradas frágeis e com pouca resistência. Para quebrar tais preconceitos é necessário prezar pela qualidade da produção do adobe, começando pela seleção do solo.

O conhecimento das propriedades dos materiais geotécnicos envolvidos nas técnicas construtivas de terra é imprescindível para sua qualidade, uma vez que o solo é a principal matéria-prima, representando de 80% a 100% (dependendo de suas características) do peso da estrutura construída.

As argilas possuem papel fundamental na composição do solo devido suas diversas características, como a elevada estabilidade e propriedades de superfícies que podem ser modificadas por tratamentos adequados e sua capacidade como adsorvente, que representa uma das mais importantes (Souza; Carvalho, 2015). A quantidade de argila no solo é importante, mas as características físico-químicas dessas argilas podem ser determinantes no comportamento da água e na resistência à compressão.

É usual que as bibliografias das construções de terra foquem em ensaios de granulometria para seleção e análise do solo (Houben; Guillaud, 1994). Entretanto, pesquisas realizadas com adobes com boa resistência e composição granulométrica fora da indicada pela bibliografia contradizem tais recomendações em relação à granulometria para a qualidade e resistência à compressão dos adobes (Rezende; Mendonça; Vale, 2014; Vale; Flores; Resende, 2014).

Uma das explicações possíveis para tais divergências pode se dar às limitações e deficiências existentes na utilização das classificações tradicionais para solos tropicais, principalmente em se tratando da argila, tornando os ensaios de granulometria e limites de Atterberg (LL e LP) insuficientes para determinação das características das argilas no solo (Santos, 2006). Esse problema ocorre, segundo Igntius (1991 apud Bonini 2005), porque muitos dos solos tropicais ocorrem na natureza com suas partículas reunidas em micro agregados que são destruídos à medida que se elevam o nível de tensões aplicadas e o teor de umidade, utilizados em ensaios tradicionais.

Fabri (1994) cita ainda outras pesquisas, como de Nogami e Villibor (1980; 1981; 1985) que demostram, experimentalmente, que solos lateríticos e saprolíticos, apesar de apresentarem propriedades geotécnicas completamente diferentes, podem ocupar as mesmas posições nas classificações tradicionais. Essas diferenças ocorrem na microestrutura típica desses solos, refletindo a natureza e quantidades dos materiais que compõem suas diversas frações granulométricas. Diante das incompatibilidades entre os resultados obtidos pelas classificações tradicionais e seu comportamento geotécnico nas construções com terra, advém a necessidade de aprofundar em ensaios poucos utilizados, como o de adsorção de azul de metileno.

Estudos realizados recentes mostram que o ensaio de adsorção de azul de metileno é uma alternativa bastante eficiente, rápida e econômica para utilização em processo de caracterização de solos. O azul de metileno é um composto orgânico iônico, em que o ânion é constituído pelo cloreto (Cl-) e o cátion pela estrutura orgânica responsável pela coloração azul do sólido e da solução aquosa feita com esse corante. Trata-se de um corante catiônico, ou seja, em solução aquosa dissocia-se em ânions cloreto e cátions “azul de metileno”. Esse corante orgânico é adsorvido pelo solo, quando em meio aquoso, formando uma camada mono molecular quase que completa sobre a superfície dos argilomineirais, permitindo, dessa forma, uma vez conhecida as dimensões da sua molécula, conhecer a área total recoberta, possibilitando a determinação da superfície específica (SE) dos argilominerais que compõem um solo. O método de adsorção de azul de metileno também permite a determinação da capacidade de troca de cátions (CTC) dos argilominerais (Bonini, 2005), o que pode facilitar o processo de seleção do solo no processo de produção do adobe.

Este projeto proporciona impactos nas áreas do patrimônio, arquitetura vernácula e sustentabilidade. Na área do patrimônio, o uso do ensaio de azul de metileno permite maior agilidade e qualidade na recomposição do solo de construções históricas em adobe. Para comunidades que conservam técnicas vernáculas, a pesquisa fornece uma base de baixo custo e segura para respaldar a utilização do adobe como material de construção, além de ajudar a compreender porque em algumas dessas comunidades, que empregam solos com características diferentes das referências tradicionais apresentam resistência compatível com as recomendações. Por fim, para novas habitações de

arquitetura de terra, o protocolo gerado permite assegurar umamaior assertividade na escolha dos solos.

A importância da pesquisa sobre o processo de seleção do solo para adobe se deve ao fato de que, além de ser uma técnica sustentável, o conhecimento da técnica construtiva em questão é fundamental para intervenções em edificações históricas e novas construções, que em alguns municípios vêm mostrando grande ascensão. A sua qualidade está diretamente ligada à seleção do solo, sendo necessária, de acordo com estudos previamente realizados, uma complementação dos métodos atualmente utilizados de caracterização do solo.

Por meio de uma ferramenta acessível e complementar de seleção do solo e de uma política de habitação social, é possível pensar no adobe como alternativa construtiva para cidades de pequeno porte e população rural, uma vez que reduz a quantidade de resíduos, e, por ser um material que tem como composição basicamente terra e água sem necessidade de procedimentos industrializados e nem a de adição de cimento. Por esse motivo, os custos são minimizados e seu efeito menos degradante no aspecto ambiental, torna o adobe uma alternativa viável para habitação popular.

2 OBJETIVO

No ano de 2011, no Mestrado de Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável da Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais, foi realizada uma pesquisa sobre os adobes do distrito de Vitoriano Veloso, em que, segundo Vale (2012), os resultados de granulometria do solo utilizado e ensaio de resistência à compressão dos adobes produzidos na região contradizem a maioria das referências bibliográficas em relação à classificação do solo e a resistência dos adobes. Existem algumas hipóteses para explicar tais resultados, tais como as peculiaridades dos solos tropicais e as limitações dos ensaios realizados em laboratórios.

Dessa forma, o objetivo desta pesquisa é compreender como o ensaio de adsorção de azul de metileno pode colaborar para melhor entendimento da influência dos diferentes tipos de argila na caracterização dos solos tropicais para fabricação de adobe e outras técnicas de construção com terra, como a taipa de pilão e o pau a pique.

3 ESTRATÉGIA METODOLÓGICA

Este artigo é baseado em pesquisa exploratória a partir de uma revisão bibliográfica sobre a aplicação do ensaio de adsorção de azul de metileno para classificação da argila e de como esse resultado pode influenciar análises de resistência à compressão do adobe.

Várias fontes de informações sobre o tema são criteriosamente levantadas nas bibliotecas, no portal Capes e em outros meios de pesquisas digitais, além de contatos com redes de pesquisadores.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Métodos tradicionais de caracterização dos solos

São diversos os ensaios de caracterização do solo para arquitetura de terra, sendo os mais utilizados os limites de Atterberg e granulometria dos solos e, a maioria, desenvolvidos em países de clima temperado.

De acordo com Pinto (2002), a primeira característica que diferencia os solos é o tamanho das partículas que são compostos pela fração grossa ou grosseira do solo, caracterizado pelo conjunto de areia e pedregulho, e a fração de finos do solo, composto pelo conjunto de silte e argila. De acordo com Ribeiro, Oliveira e Araújo Filho (2012), a textura do solo está relacionada à proporção relativa das diversas frações granulométricas que compõem o solo. Segundo os autores, “a subdivisão das partículas do solo em diversas frações foi feita, procurando-se relacioná-las com o comportamento físico-químico que as partículas apresentam, especialmente, com relação aos seus efeitos de superfície livre” (p.61).

Os ensaios referentes à análise granulométrica realizados nos laboratórios de mecânica do solo são conduzidos de acordo com as prescrições apresentadas pela norma NBR7181

(1984)[1], que prescreve o método para análise granulométrica de solos, realizada por peneiramento ou por uma combinação de sedimentação e peneiramento.

A partir destes ensaios busca-se quantificar os diversos tamanhos apresentados pelas partículas presentes em uma amostra de solo.

Apesar de o método descrito ser o mais utilizado nos laboratórios da mecânica do solo, existem outros métodos para análise granulométrica, como o proposto pela Embrapa (1997), conhecido como método da pipeta, que é baseado na velocidade de queda das partículas que compõem o solo. De acordo com Embrapa (1997, p.27),

> fixa-se o tempo para o deslocamento vertical na suspensão do solo com água, após a adição de um dispersante químico (soda ou calgon). Pipeta-se um volume da suspensão, para determinação da argila que seca em estufa é pesada. As frações grosseiras (areia fina e grossa) são separadas por tamisação, secas em estufa e pesadas para obtenção dos respectivos percentuais. O silte corresponde ao complemento dos percentuais para 100%. É obtido por diferença das outras frações em relação à amostra original.

A argila presente no solo para produção de adobe é fundamental, uma vez que ela proporciona plasticidade e coesão, características fundamentais para modelar o adobe em formas. Entretanto, de acordo com Vargas (1977), um solo pode adquirir comportamento argiloso, mesmo não possuindo quantidade predominante de argila, já que a mesma pode ser suficientemente ativa para emprestá-lo plasticidade e coesão típica daqueles solos com uma maior fração de argila.

São muitas as definições do termo argila, variando de acordo com o ponto de vista científico, técnico e profissional de quem os interpretam. De acordo com Souza (2011, p. 13), o conceito mais generalista do termo argila é o de

> um produto natural, terroso, constituído por componentes de grão muito fino (≤2μm), entre os quais se destacam os minerais argilosos. Este material, quando umedecido, apresenta plasticidade, endurecendo à medida que vai secando naturalmente ou em estufa.

Existem diferenças entre os argilominerais e materiais argilosos. Os argilominerais, que são minerais constituintes e característicos das argilas, geralmente cristalinos, podem conter cátions e estruturalmente apresentam-se em camadas e folhas ou em cadeias, sendo essa última mais rara. Já os materiais argilosos são materiais naturais de granulometria fina e de textura terrosa ou argilácea.

A constituição mineralógica das argilas, não somente pelo seu reduzido tamanho, faz com que essas partículas tenham comportamentos extremamente diferenciados em relação ao dos grãos de areia e silte. Essa diferença de comportamento entre solos com distintos argilominerais se dá pelas forças de superfícies no comportamento de partículas coloidais e a diferença de superfície específica (Pinto, 2002). Por esse motivo, solos com mesmos resultados granulométricos podem apresentar diferentes comportamentos em termos de plasticidade.

Há um consenso entre os autores de mecânica dos solos e geotécnica de que o condicionamento de formação do solo (origem mineralógica), e mais especificamente das argilas, é fundamental na determinação de suas características não sendo possível uma previsão ou compreensão de suas propriedades somente pela análise granulométrica.

Vargas (1977, p. 35) afirma que na “mecânica dos solos adotou-se como propriedades índices dos solos (...) sua granulometria, sua plasticidade e a atividade da fração fina dos solos” e, de forma mais taxativa, comenta: “podem-se encontrar siltes, argilas e solos argilosos de mesma curva granulométrica cujos comportamentos não sejam semelhantes” ou ainda “(...) propriedades mecânicas dos solos (...) vão depender: 1) da granulometria (...) 2) da espécie mineralógica da fração argila (...) 3) do teor de umidade”.

[1] A versão atual da NBR 7181 foi publicada em 2016.

Para Vargas (1977) o êxito de uma obra de terra está diretamente relacionado ao conhecimento de suas propriedades. Entretanto, para o autor, esse conhecimento completo é difícil, caro e demorado, procurando-se assim inferir essas propriedades a partir de outras mais simples, que são chamadas “propriedades índice”.

Portanto, a qualidade das argilas no solo e suas implicações precisam de determinações complementares além da sua composição granulométrica e dos limites de Atterberg, conforme dizem alguns autores. Neste contexto, o ensaio de azul de metileno pode ser um complemento fundamental na caracterização do solo para fabricação de adobe.

Em relação aos limites de consistência, os solos são divididos em quatro tipos de comportamento, sendo eles (Souza, 2011):

a) Limite de liquidez (LL), calculado pelo teor em água que serve de fronteira entre o comportamento fluído e o moldável, que permite assim classificar os solos finos quanto à plasticidade;

b) Limite de plasticidade (LP), calculado pelo teor em água que define a fronteira entre o comportamento moldável e o friável;

c) Limite de retração (LR), calculado pelo teor em água que define a fronteira abaixo da qual a secagem do solo se processa a volume constante. Abaixo do volume de retração o solo é considerado como sólido, onde as partículas se encontram arranjadas de forma a conferir uma maior densidade.

d) Índice de plasticidade (IP), definido pela diferença entre o LL e o LP, sendo este índice tão significativo como LL.

Após os diversos trabalhos realizados por Atterberg e, posteriormente, por Casagrande, os limites de consistências passaram a constituir parâmetros essenciais na classificação e caracterização de solos coesivos finos, sendo estes relacionados com os principais parâmetros responsáveis pelo comportamento dos solos. Apesar da sua importância e ampla utilização como parâmetro de caracterização do solo, Souza (2011) ressalta em sua pesquisa diversas limitações dos ensaios para determinação de limites de Atterberg. Entre estas limitações o autor cita a sensibilidade aos solos com baixa plasticidade, sensibilidade aos aspectos físicos ao mecanismo de Casagrande e sensibilidade à técnica do operador.

Por esses motivos, a caracterização do solo somente pela granulometria e limites de Atterberg pode ser pouco eficiente, principalmente quando aplicada aos solos tropicais, que possuem peculiaridades quando se comparados em solos formados em climas temperados.

Nogami e Villibor (1995, p.5) citam em sua pesquisa que a introdução, no Brasil, no fim da década de 30, o uso da mecânica dos solos na solução de problemas ligados à construção rodoviária

> foram encontradas várias discrepâncias entre as previsões efetuadas com a aplicação dos princípios desenvolvidos por essa especialidade e o real comportamento dos solos nas obras. Essas discrepâncias têm sido atribuídas, em grande parte, às peculiaridades dos solos e do ambiente tropical.

Por isso, quantificar e qualificar os argilominerais presentes no solo contribui significativamente para identificar seu desempenho para compreender seu comportamento nas execuções de obras de terra. Essas identificações são geralmente determinadas por métodos como a difração de raio-X e método de BET, mas tais técnicas que são, geralmente, caras e demoradas.

É nesse contexto que o ensaio de adsorção de azul de metileno, por ser um método simples, rápido e barato, pode servir como complementação na caracterização do solo e como alternativa viável para substituição dos ensaios tradicionais para identificação dos argilominerais.

4.2 Ensaio de adsorção de azul de metileno

Silveira (1985; 1989, *apud* Fabbri, 1994) realizou investigações a respeito de um novo índice caracterização do solo, o grau de argilosidade, que caracterizaria tanto a natureza como a quantidade da fração fina presente nos solos, semelhante à atividade coloidal desenvolvida por Skempton (1953).

Os primeiros trabalhos tratando dos sistemas argilacorantes foram publicados a partir na primeira metade do século XX, verificando grande afinidade entre os corantes e as argilas. Esses corantes catiônicos, como o azul de metileno, funcionam como uma sonda nas superfícies das argilas, permitindo uma avaliação do ambiente em que se encontram (Batista, 2006).

De acordo com Merck & CO. (1952 *apud* Bonini, 2005, p.7), o corante, quando em meio aquoso, é adsorvido pelo solo, formando uma camada mono-molecular quase que completa na superfície dos argilominerais, e permite, dessa forma, uma vez conhecendo as dimensões da sua molécula, conhecer a área total recoberta, ou seja, determina sua superfície específica, que é a soma da área interna mais área externa, dos argilominerais que compõem o solo analisado.

Fabbri (1994, p. 46), cita em sua pesquisa que a superfície específica

> é capaz de refletir a atividade dos argilominerais contidos na fração fina dos solos e que, a partir dessa atividade, pode-se, tanto inferir os tipos de argilominerais presentes, como prever, de maneira grosseira, sua influência no comportamento desses solos.

O método azul de metileno permite também a determinação da capacidade de troca de cátions (CTC) dos argilominerais, uma vez que o processo de adsorção dos cátions do azul de metileno pelos argilominerais em meio aquoso é irreversível, caracterizando-se como uma forma viável de medida da CTC (Bonini, 2005).

De acordo com Fabbri (1994), quanto maior a superfície específica, maior a atividade dos argilomineirias presentes no solo e, consequentemente, piores as suas características. Segundo o autor, tal relação foi pesquisada por Lan (1977; 1980; 1981 apud Fabbri, 1994), utilizando a adsorção de corante pelos solos, ou seja, a fixação de moléculas de corante de azul de metileno na superfície dos solos.

Kämpf, Marques e Curi (2012) explicam a reatividade da superfície dos argilominerais, condicionada pela estrutura dos minerais, mediante sítios ativos na superfície das partículas que interagem com outras substâncias ou com componentes dos solo, controlam a maioria dos processos químicos e físicos que ocorrem no solo.

Segundo Merck & CO. (1952 *apud* Bonini, 2005), "o corante denominado 'azul de metileno' tem em química a nomenclatura "cloridrato de metiltiamina" ou "cloreto de 3,7-Bis (dimetilamino) fenilatianium", de composição química $C_{16}H_{18}SN3C1 \ . \ 3H_2O$". O corante no ensaio proposto trata-se de um corante catiônico que, em solução aquosa, dissocia-se em ânions cloreto e cátions "azul de metileno", que forma uma camada monomolecular quase completa sobre a superfície dos argilominerais quando adsorvido pelo solo. Essa adsorção permite, uma vez conhecida as dimensões da sua molécula, determinar a superfície específica (SE) dos argilominerais que compõe um solo e, consequentemente, a capacidade de troca de cátions (CTC) do material ensaiado (Hang; Brindley, 1970 *apud* Bonini, 2005). O conhecimento da superfície específica das argilas é importante para caracterização do poder de coesão, plasticidade e retração.

O corante de azul de metileno tem sido usado para determinação da SE de diversos materiais há muitas décadas, sendo que, em estado aquoso, é um corante catiônico, $C_{16}H_{18}N_3S^+$, que pode ser adsorvido por argilominerais com superfície carregada negativamente (Yukselen; Kaya, 2008).

Existem duas normas internacionais sobre o ensaio de adsorção de azul de metileno, sendo uma da associação francesa de normalização (AFNOR) e, a outra, da ASTM International. Chiappone et al. (2004) pesquisaram a aplicação e diferença de resultados dessas duas normas. Em relação ao método do ensaio, a principal diferença entre elas está na quantidade de material a ser analisado, a concentração da solução de azul de metileno e o

fato de que no ensaio descrito pela ASTM International, o procedimento é realizado com controle do pH do meio ácido. Os resultados mostraram que os resultados do valor de azul de metileno obtido pela AFNOR foram maiores do que os obtidos pela ASTM. Após análise dos resultados, os autores concluíram que o método da ASTM é mais adequado para amostras heterogêneas de tamanhos de partículas de solo ou amostras completas, já o método proposto pela AFNOR é mais adequando para amostras mais homogêneas com uma maior quantidade de fração fina.

O ensaio, de acordo com método utilizando por Fabbri (1994), consiste basicamente da titulação de uma suspensão de água destilada mais solo e ir adicionando, através de uma bureta graduada de 1,0 ml, a solução padrão de azul de metileno (concentração de 1,00 g de sal anidro por litro de solução), em meio intensamente agitado. Após a adição de certa quantidade de corante, retira-se uma amostra da mistura que é pingada em um papel de filtro circular, com diâmetro entre 120 e 150 mm, para micro-cristais, com teor de cinzas inferior a 0,01% do tipo Reagem R-42, Whatman 42 ou similar. Se a mancha formada pela difusão da gota no papel apresentar uma aura azulada ou esverdeada, significa que há excesso de corante, e que, portanto, foi alcançado o ponto de viragem da titulação, caso contrário, adiciona-se mais corante à mistura e repete-se o teste da mancha até atingir-se o ponto em que se observa o excesso, ou seja, a aura na mancha, chamado de ponto de viragem.

Lan (1981 *apud* Fabbri, 1994, p.31) conclui que

> a utilização do ensaio de mancha de azul de metileno, como critério para identificação e classificação de solos, traz simplicidade e assegura mais rigor ao processo, pois não se trata de um ensaio empírico, tendo um significado bastante preciso. Acrescentou ainda que a interpretação dos resultados seria facilitada pelas correlações com os resultados obtidos dos ensaios tradicionais.

Citado por Bonini (2005), autores como Bourguet et al. (1985) e Lautrin (1987) concluíram que o ensaio de azul de metileno como complementação do ensaio de granulometria e limites é fundamental para a caracterização de solos, fornecendo um meio simples de qualificar a fração fina do solo.

Santos (2006) também realizou uma pesquisa comparativa de diferentes sistemas de classificações geotécnicas aplicadas aos solos tropicais, dentre eles o sistema de classificação MCT, o método expedito das pastilhas, microscopia eletrônica de varredura, difração de raio-x e o ensaio de adsorção de azul de metileno de 29 solos do estado de São Paulo. Entre os resultados obtidos no ensaio de adsorção de azul de metileno e a previsão do comportamento do solo (laterítico e não laterítico) determinado pela classificação MCT, foi observada a concordância de 92,1% (tabela 1).

Yukselen e Kaya (2008) realizaram uma pesquisa utilizando o azul de metileno em dois métodos, ambos seguindo as normas da ASTM International. O primeiro correspondeu a medidas espectrofotométricas de azul de metileno. O método utilizado para o ensaio foi: preparação de uma solução inicial de 1 g dissolvida 200 ml de água destilada; 10 g de solo seco em estufa misturado com 30 ml de água destilada, então 0,5 ml por vez da solução de azul de metileno foi adicionada até atingir o ponto de virada. O segundo método correspondeu a adsorção por nitrogênio (N_2), que foi determinado área foi determinada por usando um dispositivo Quantachrome Monosorb®, calibrado por injeção de 1 cm^3 de gás nitrogênio. Foram coletados diversos solos na Turquia. Foram determinadas assim a SE e CTC de cada método de ensaio. Os resultados mostraram (tabela 2) que os métodos de adsorção por azul de metileno e por N_2 demonstraram significante diferença de resultado da SE, mas os resultados entre eles demonstraram pouca diferença, sendo o método da mancha mais fácil e rápido de executar, apesar de possuir uma precisão menor.

Tabela 1 – Comparação entre os resultados de ensaios azul de metileno, MEV, DRX e a classificação MCT (Santos, 2006)

Amostra	Características inferidas aos solos			Classificação	Concordância entre os ensaios
	Azul de metileno	MEV	DR	MCT	
1L	L	L	L	L	Total
1N	NL	NL	NL	NL	Total
2L	L	L	L	L	Total
2N	NL	NL	NL	NL	Total
3N	NL	NL	NL	NL	Total
4L	L	L	L	L	Total
5N	NL	NL	NL	NL	Total
6L	L	L	L	L	Total
6N	NL	NL	NL	NL	Total
7La	L	L	L	L	Total
7Lb	NL	L	L	L	Parcial
7N	NL	NL	L/NL	NL	Total
8L	L	L	L	L	Total
9L	L	L	L	L	Total
10L	L	L	L	L	Total
10N	NL	NL	NL	NL	Total
11L	L	L	L	L	Total
11N	NL	NL	NL	NL	Total
12La	L	L	L	L	Total
12Lb	L	L	L	L	Total
12N	NL	NL	NL	NL	Total
13L	L	L	L	L	Total
13Na	NL	NL	NL	NL	Total
13Nb	NL	NL	NL	NL	Total
14L	L	L	L	L	Total
14N	L	NL	L/NL	NL	Parcial
15L	L	L	L	L	Total
15Na	L	NL	NL	NL	Parcial
15Nb	NL	NL	NL	NL	Total
16L	L	L	*	L	Total
17L	L	L	*	L	Total
18L	L	L	*	L	Total
19N	NL	NL	*	NL	Total
20N	NL	NL	*	NL	Total
21N	NL	NL	*	NL	Total
22N	NL	NL	*	NL	Total
23N	NL	L	*	NL	Parcial
24N	NL	NL	*	NL	Total

L – laterítico; NL – não laterítico; *ensaio não realizados

Tabela 2 – Quadro de área de superfície específica ($m^2\ g^{-1}$) (Yukselen; Kaya (2008)

Nº Amostra	N_2	Azul metileno por titulação	Azul de metileno por ensaio da mancha
A-1	56,4	48,9	57,6
A-2	6,9	6,1	14,4
A-3	20,8	12,2	26,4
A-4	10,1	12,2	21,6
A-5	93,5	61,0	79,2
A-6	34,3	122,1	136,8
A-7	32,0	47,1	54,0
A-8	5,3	18,3	26,4
A-9	25,3	84,9	106,8
A-10	15,5	73,4	100,8
A-11	56,7	244,1	364,8
A-12	36,4	158,3	168,0
A-13	51,9	850,9	720,0
A-14	11,2	704,6	753,6
A-15	28,7	777,5	768,0
A-16	21,5	948,8	912,0

Fabbri (1994) pesquisou a utilização do ensaio de azul de metileno como ferramenta de um processo simples, econômico e rápido para caracterizar solos para fins de aplicação em obras viárias, que levasse em consideração as peculiaridades dos solos tropicais. Foram utilizadas 297 amostras e realizados os ensaios do azul de metileno pelo método da mancha, além de ensaios de caracterização do solo tradicionais, como a classificação MCT, determinação da distribuição granulométrica e da massa específica dos sólidos do solo, além de alguns ensaios complementares, tais como, microscopia eletrônica de varredura (MEV) e difração de raios X, utilizados para esclarecer dúvidas quanto aos resultados incongruentes ou duvidosos. Os resultados dos ensaios de azul de metileno, expressos em valores de azul (V_a) e coeficientes de atividade (CA) foram confrontados com os obtidos da classificação MCT para analisar a relação entre o comportamento do solo previsto pela classificação MCT e a atividade dos argilominerais.

O valor de azul (V_a) é a quantidade de corante de azul de metileno, expressa em ml de solução padrão, ou em 10^{-3}g de azul de metileno, consumida por 1,0 g de amostra integral de solo. Através do volume de solução padrão de azul de metileno adicionada à suspensão (V), do teor de umidade da fração do solo ensaiada (w) e da porcentagem que o solo possui na #200 (P_{200}), calcula-se o V_a para a amostra integral, conforme equação (Fabbri, 1994):

$$\mathrm{Va} = \mathrm{V\ x}\ \frac{P_{200}}{100}\ \mathrm{x}\ (1 + \frac{w}{100}) \qquad (1)$$

O coeficiente de atividade (equação 2) é definido como sendo a razão entre o volume de azul de metileno consumido por 1 g de solo seco (*Va*) e a porcentagem que o solo contém desta fração (P_F), (Fabbri, 1994):

$$\mathrm{CA} = \frac{V_a}{P_F} \qquad (2)$$

De acordo com o autor, o CA é determinado para a fração considerada mais ativa do solo, correspondendo à fração argila (fração menor que 0,005 mm ou 0,002mm). De acordo com os dados apresentados na tabela 3, pode-se definir três graus de atividade para os grupos

de argilominerais, segundo seus coeficientes de atividade, sendo: muito ativos (CA > 80), ativos (11 < CA < 80), e pouco ativos (CA < 11).

Tabela 3 – Valor de azul (V_a) e coeficiente de atividade (CA), em função da superfície específica medida pelo azul de metileno (Lan, 1980, *apud* Fabbri, 1994).

Grupos de argilominerais	Superfície específica (m^2/g)	CA ($10^{-3}g/g\%$)	Va[1] ($10^{-3}g/g$)	Grau de atividade
Montmorilonitas	860	350	350	Muito Ativo
Vermiculitas[2]	200	82	82	
Ilitas	74	30	30	Ativo
Caulinitas	48	20	20	Pouco Ativo
Laterizados[3]	27	11	11	

1 – Valor de azul para 1 grama de graçao argila. 2 – Superfície específica segundo LCPC (1979, *apud* Fabbri, 1994). 3 – Superfície específica para CA = 11

Em sua pesquisa, Fabrri (1994) conclui através da revisão bibliográfica que o ensaio de azul de metileno pode ser considerado promissor para fins de caracterização e classificação de solos. O autor justifica essa afirmação através de três asserções: a) a adsorção de azul de metileno pelos principais argilominerais se dá na seguinte ordem, caulinita, ilita, vermiculita e montmorilonita; b) solos com óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio adsorvem menor quantidade de corante; c) solos lateríricos e solos com comportamentos lateríticos, segundo a classificação MCT, têm como principal argilomineiral constituinte a caulinita revestida por óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio.

Baseado nos resultados apresentados em sua tese, Fabbri (1994, p.81) concluiu que a "adsorção de azul de metileno, pelo método da mancha, produz resultados tão bons, ou até melhores, que os obtidos da classificação MCT, quanto à capacidade de identificar o tipo de argilomineral presente na fração fina dos solos".

5 CONCLUSÃO

Os solos tropicais possuem características peculiares que requerem métodos adequados para sua caracterização. Muito se tem pesquisado e proposto para solucionar tais problemas, mas poucos avanços têm sido constatados no desenvolvimento de metodologias apropriadas principalmente para aplicação na arquitetura de terras e produção de adobe.

Muitas pesquisas já foram feitas no Brasil e no mundo sobre o ensaio de adsorção de azul de metileno nas classificações de solos, sendo a maioria dessas pesquisas voltadas à área de pavimentação, produção cerâmica e algumas poucas no tijolo de solo-cimento (BTC), tornando-se necessária uma pesquisa mais aprofundada sobre a caracterização da argila através do ensaio de adsorção de azul de metileno como ferramenta complementar para aplicação nas técnicas de terra, relacionando assim a qualidade da argila ao melhor resultado das técnicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Batista, T. (2006). Estudo das interações entre o corante catiônico azul de metileno e partículas de argila em suspensão aquosa. Processos de migração entre partículas. Dissertação de mestrado. São Carlos: Instituto de Química de São Carlos, USP

Bonini, A. O. (2005). Proposta de um método de ensaio para determinação do volume de azul de metileno adsorvido pela fração fina de solos tropicais. Dissertação de mestrado. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos, USP

Chiappone, A.; Marello, S.; Scavia, C.; Setti, M. (2004). Clay mineral characterization through the methylene blue test: comparison with other experimental techniques and applications of the method. Canadian Geotechnical Journal, v. 41, n. 6, p. 1168-1178

Embrapa (1997). Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

Fabbri, G. T. P. (1994). Caracterização da fração fina de solos tropicais através da adsorção de azul de metileno. Tese de doutorado. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos, USP

Glassie, H. (2000). Vernacular architecture. TDSR, Bloomington, v. 1., p. 9-21.

Houben, H.; Guillaud, H. (1994). Earth construction: a comprehensive guide. London: Intermediate Technology Publications.

Kämpf, N.; Marques, J. J.; Curi, N. (2012). Mineralogia de solos brasileiros. Pedologia- fundamentos. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 81-146.

NBR 7181 (1984). Solo – análise granulométrica. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas (atualizada em 2016)

Nogami, J. S.; Villibor, D. F. (1995). Pavimentação de baixo custo com solos lateríticos. São Paulo: Editora Villibor

Oliveira, L. B. (2005). Introdução ao estudo de adobe: construção de alvenaria. Brasília: Projeto Cantoar/FAU

Pinto, C. S. (2002). Curso básico de mecânica dos solos. São Paulo: Oficina de Textos.

Rezende, M. A. P; Mendonça, A. A.; Vale, J. L. R. (2014). Considerações sobre a influência do tipo de argila sobre as propriedades da terra como material de construção. Congresso de Arquitetura e Construção com Terra, 5, Viçosa. TerraBrasil 2014: Anais... Viçosa: Rede TerraBrasil; UFV, 1 CD-ROM

Ribeiro, M.R.; Oliveira, L.B. de; Araújo Filho, J.C. de, (2012). Caracterização morfológica do solo (Capítulo III), In: Ker, J.C., Curi, N., Schaefer, C. E., Torrado, P.V., (eds). Pedologia: fundamentos, Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.

Rodrigues, P. F. (2003). Construções em terra crua. Tecnologias, potencialidades e patologias. Lisboa, Faculdade de Ciência e Tecnologia–Universidade Nova Lisboa.

Santos, E. F. (2006). Estudo comparativo de diferentes sistemas de classificações geotécnicas aplicadas aos solos tropicais. Dissertação de mestrado. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos, USP.

Silva, M. S. (2001). A terra crua como alternativa sustentável para a produção de habitação social. Dissertação de mestrado. São Carlos: Universidade de São Paulo

Skempton, A. W. (1953). The colloidal activity of clays. 3rd International Conference of Soil Mechanics and Foundation Engineering, Zurich. SMFE. v. 1, p. 57-61.

Souza, R. C. O.; Carvalho, S. M. L. (2015). Adsorção de azul de metileno por argila: Influência da presença de matéria orgânica. Blucher Chemical Engineering Proceedings, v. 1, n. 2, p. 6995-7002.

Souza, P. M. L. P. (2011). Limite de liquidez: correlações e comparações entre os métodos de fallcone e da concha de Casagrande. Tese de doutorado. Lisboa: Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Nova de Lisboa.

Vale, J. L. R; Flores, D. F; Rezende, M. A. P. (2014). Estudo da caracterização física e mecânica dos adobes produzidos em Vitoriano Veloso (Bichinho) – Minas Gerais. Congresso de Arquitetura e Construção com Terra, 5, Viçosa. TerraBrasil 2014: Anais... Viçosa: Rede TerraBrasil; UFV, 1 CD-ROM

Vale, J. L. R. (2012) Técnicas vernaculares, preservação e sustentabilidade: um estudo de caso da técnica de adobe no distrito de Vitoriano Veloso (Bichinho), Prados, Minas Gerais. Dissertação de mestrado. Belo Horizonte: Escola de Arquitetura, UFMG

Vargas, M. (1977). Introdução à mecânica dos solos. Mcgraw-Hill, Editora da Universidade de Sao Paulo.

Yukselen, Y.; Kaya, A. (2008). Suitability of the methylene blue test for surface area, cation exchange capacity and swell potential determination of clayey soils. Engineering Geology, v. 102, n. 1-2, p. 38-45.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o Centro Universitário Newton Paiva pelo projeto de Iniciação Científica e Prof. Maurício Fontes e Anderson Almeida Pacheco, da UFV, pela colaboração e desenvolvimento dos ensaios.

AUTORES

Jaqueline Leite Ribeiro do Vale, arquiteta, professora no Centro Universitário Newton Paiva, doutoranda e mestre em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável da Escola de Arquitetura, UFMG. Especialização em Sistemas Tecnológicos e Sustentabilidade Aplicados ao Ambiente Construído.

Marco Antônio Penido de Rezendo, Professor Associado, Depto. Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo, Escola de Arquitetura, UFMG. Arquiteto, Mestre em Arquitetura, Doutor em Construção Civil (USP, 2003), Pos-Doutorado em Arquitetura Vernácula (University of Oregon, EUA, 2010). Artigos, consultoria e ensino na área de Arquitetura de Terra, Arquitetura Vernácula, Conservação Construções, Transferência Tecnológica. Membro fundador redes Proterra e TerraBrasil.

Christopher de Paula Alves, estudante do curso de Arquitetura e Urbanismo e bolsista do 19º Programa de Pesquisa e Iniciação Científica do Centro Universitário Newton Paiva.

Hyago Felipe da Cruz Silva, estudante do curso de Arquitetura e Urbanismo e bolsista do 19º Programa de Pesquisa e Iniciação Científica do Centro Universitário Newton Paiva.

Matheus Gomes Zarista, estudante do curso de Engenharia Civil e bolsista do 19º Programa de Pesquisa e Iniciação Científica do Centro Universitário Newton Paiva.

TerraBrasil 2018
Território e trabalho: a produção da arquitetura com terra no Brasil
VII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Rio de Janeiro-RJ (Brasil), 30 de outubro a 2 de novembro de 2018
http://redeterrabrasil.org

AMBIÊNCIA TÉRMICA DE UMA EDIFICAÇÃO VERNÁCULA: ESTUDO DE CASO DE UMA HABITAÇÃO REMANESCENTE DE QUILOMBO

Emeli Lalesca Aparecida da Guarda[1]; Carol Cardoso Moura Cordeiro[2]; Luciane Cleonice Durante[3]; Ivan Júlio Apolônio Callejas[4]; João Mário de Arruda Adrião[5]; Douglas Queiroz Brandão[6]

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Edificações e Ambiental, UFMT - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, Mato Grosso, Brasil,

[1]emeliguarda@gmail.com; [2]carolcardoso.eng@gmail.com; [3]luciane.durante@hotmail.com; [4]ivancallejas1973@gmail.com ; [5]joaomarioarquiteto@gmail.com; [6]douglas.brandao@gmail.com

Palavras-chave: construções em terra, taipa de mão, construções sustentáveis, desempenho térmico, eficiência energética de edificações

Resumo

A construção de habitações em alvenaria convencional em comunidades remanescentes de quilombos de Barra do Bugres, Estado de Mato Grosso, retrato de uma produção em série de casas populares semelhantes por todo o país, contrastam com a técnica vernácula em terra, tradicional na cultura local. Essas moradias padronizadas, oriundas de políticas públicas, reproduzem unidades habitacionais indiferentes ao modo de vida dos moradores. Este estudo tem por objetivo analisar, sob ótica da ambiência térmica, duas tipologias construtivas: habitação padrão em alvenaria convencional (alvenaria de blocos cerâmicos furados e cobertura em telhas de fibrocimento) e habitação vernácula construída em uma comunidade remanescente de quilombo (paredes em taipa de mão e cobertura de palha). A partir do levantamento das características construtivas e considerando o local de implantação das habitações como pertencente a Zona Bioclimática 7, a metodologia baseou-se na simulação computacional, com a obtenção do indicador de graus-hora de resfriamento, considerando as habitações operando na condição naturalmente ventilada, sem ocupação, equipamentos e iluminação. Em ambas as tipologias, as paredes e coberturas média inércia térmica. A habitação em taipa de mão tem pequenas aberturas e ventilação perene pela cobertura. Já a habitação convencional, tem ventilação insuficiente para retirada do calor interno durante a noite, de forma que, neste período, fica comprometida a sua habitabilidade. Os resultados evidenciaram que, os graus-hora de resfriamento da tipologia convencional são superiores se comparados à habitação taipa de mão, como consequência do seu conceito, que promove maior adequação da construção ao clima.

INTRODUÇÃO

A expressão da forma de morar das comunidades remanescentes de quilombo em habitações construídas em terra retrata conhecimento empírico de uma técnica construtiva vernácula: a taipa de mão. A técnica consiste na execução de paredes com tramas de madeira, constituída por sarrafos verticais e horizontais, presos entre si, sob qual é aplicada manualmente uma argamassa de terra, denominada barro, preenchendo os vazios. A taipa de mão é construída com materiais naturais disponíveis no próprio local, não processados industrialmente, e executadas com mão de obra dos seus futuros moradores, sem o dispêndio de somas energéticas, poluentes e resíduos (Pisani, 2004; Olender, 2006; Carvalho; Lopes, 2012).

Por outro lado, as atuais políticas públicas habitacionais no Brasil, preveem a construção de habitações de interesse social rurais padronizadas a qualquer tipo de comunidade. Além de não considerar critérios culturais e de habitabilidade de cada região, essas edificações são projetadas indiferentes à qualidade de desempenho térmico, fator preponderante para o clima tropical brasileiro e, primordial para a região estudada, que apresenta clima quente durante o ano todo.

No Brasil, as propriedades espaciais e físicas das edificações para desempenho termoenergético são estabelecidas pelas normas brasileiras: NBR 15220 (2005-2008), NBR 15575 (2013) e pelo Regulamento Técnico da Qualidade para o nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R) (INMETRO, 2012). Em geral, todas elas estabelecem pré-requisitos mínimos de desempenho para as envoltórias das edificações, estabelecendo requisitos para cores, materiais e áreas efetivas para ventilação e iluminação para zonas bioclimáticas.

Lamberts, Dutra e Pereira (2014) defendem que adotar as estratégias passivas em conformidade com as zonas bioclimáticas nas fases iniciais de projeto da edificação promove impactos positivos na redução do consumo energético e na obtenção de melhorias no desempenho térmico, o que, consequentemente promove melhores condições de conforto no interior da habitação.

Nesse contexto, uma análise do desempenho termoenergético da taipa de mão, técnica construtiva culturalmente enraizada e ambientalmente ecológica já utilizada no Centro-Oeste brasileiro, partindo do pressuposto que a mesma apresenta uma melhor ambiência térmica, pode subsidiar propostas de adequação e modernização da taipa de mão para atender às políticas habitacionais na região.

OBJETIVO

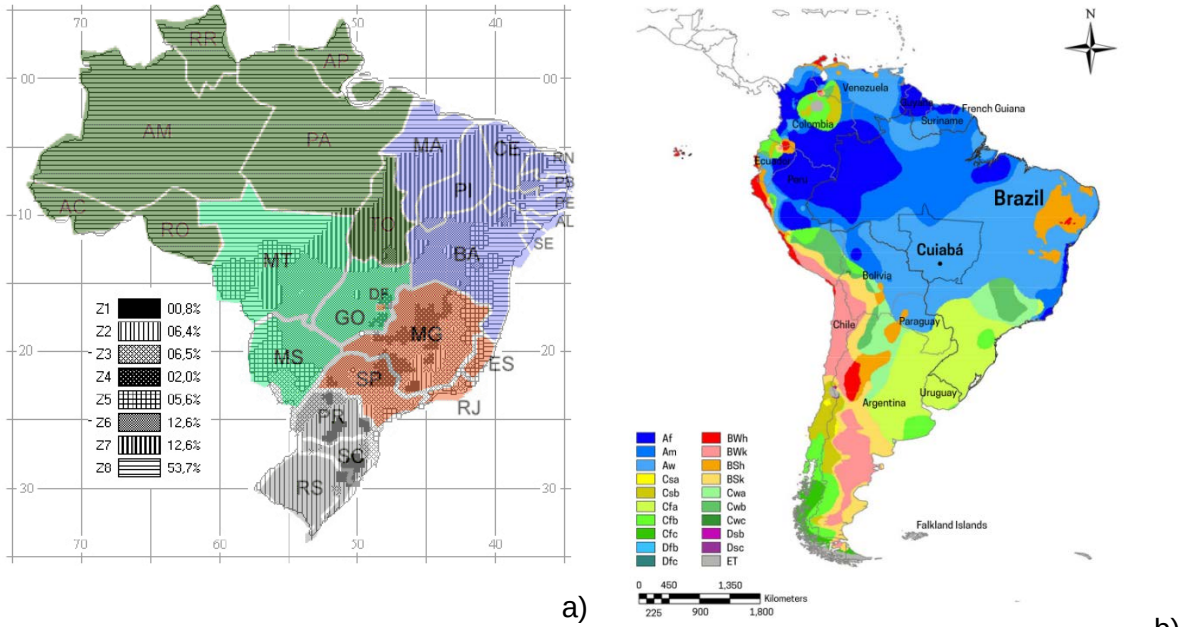
Este trabalho tem por objetivo analisar uma habitação com tipologia padrão em alvenaria convencional (alvenaria de blocos cerâmicos furados e cobertura em telhas de fibrocimento) e uma habitação característica remanescente de quilombo (paredes em taipa de mão e cobertura de palha), sob a ótica da ambiência térmica, considerando o sistema e a tipologia construtiva.

METODOLOGIA

1.1 Classificação do zoneamento bioclimático

Define-se Zona Bioclimática (ZB), a região geográfica semelhante quanto as variáveis climáticas que influenciam nas relações entre o ambiente construído e o conforto do usuário (NBR 15220, 2005-2008). Deste modo, cada ZB forma conjuntos de diretrizes e estratégias projetuais, para otimização do desempenho termoenergético das edificações, considerando as características climáticas de cada região do Brasil (Guarda et al., 2017).

Este estudo se aplica à ZB 7 (figura 1a), considerando ao recorte geográfico da porção central e sudoeste do Estado de Mato Grosso, com clima definido como tropical semiúmido (Aw) (figura 1b). Apresenta estação chuvosa no verão, entre os meses de novembro a abril e estação seca no inverno, entre os meses de maio a outubro, com temperatura média do mês mais frio superior a 18°C (Soares; Batista; Tetto, 2015).



a) b)

Figura 1. a) zoneamento bioclimático do país (Duarte, 2013)
b) classificação climática por Köppen (adaptado por Pell; Finlayson; Mcmahon, 2007);

A tabela 1 apresenta os requisitos estabelecidos na ZB 7: a NBR 15220 (2005-2008) recomenda que as aberturas sejam pequenas e sombreadas, e as envoltórias verticais (paredes) e horizontais (cobertura) sejam pesadas. As estratégias passivas de projetos consistem em: resfriamento evaporativo, massa térmica para resfriamento e ventilação seletiva (nos períodos em que a temperatura interna seja superior à externa). Já o RTQ-R (INMETRO, 2012) recomenda um conjunto de parâmetros a serem seguidos, para alcançar classificação “A” de eficiência energética da habitação, que relaciona a absortância das paredes e cobertura com a transmitância e capacidade térmicas.

Tabela 1. Recomendações do RTQ-R (INMETRO, 2012) e da NBR 15220 (2005-2008)

ZB	Envoltória	RTQ-R			NBR 15220
		α	U (W/m²K)	CT (J/m²K)	U (W/m²K)
7	Parede	α ≤ 0,6	U ≤ 3,70	CT ≥ 130	U ≤ 2,20
		α ≥ 0,6	U ≤ 2,50		
	Cobertura	α ≤ 0,4	U ≤ 2,30	Sem exigência	
		α ≥ 0,4	U ≤ 1,50		

α – absortância; U – transmitância térmica, CT – capacidade térmica

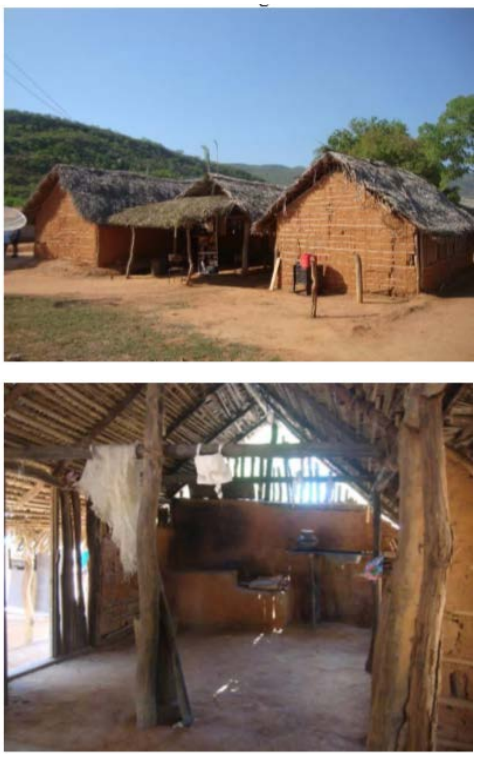
A recomendação da NBR 15220 (ABNT, 2005-2008) é que as áreas efetivas para iluminação e ventilação sejam médias, entre 10% e 15% a da área de piso. Para o RTQ-R, em ambientes de permanência prolongada, o percentual mínimo de áreas para ventilação é de 5%, e para iluminação de 12,5% de área de piso (INMETRO, 2012).

1.2 Caracterização do objeto de estudo

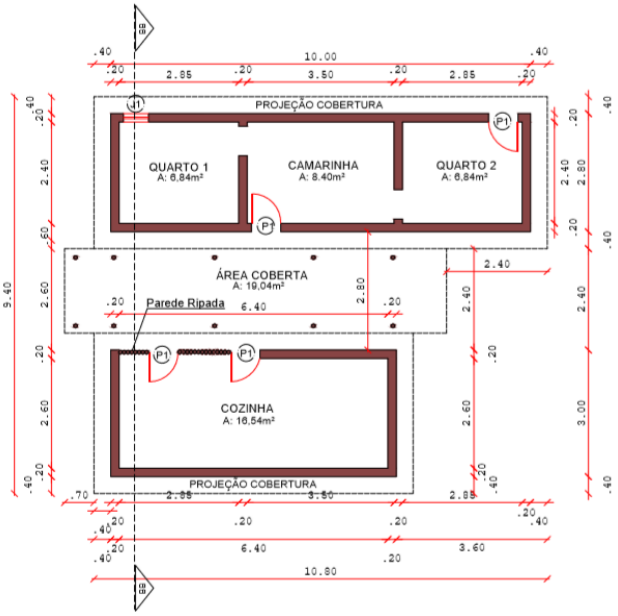
Definiu-se para a habitação em taipa de mão (HTM) uma tipologia edificada na comunidade de São José dos Baixius, no município de Barra do Bugres, com construção datada de 1971 (Adrião; Carvalho; Dermatini, 2015), a qual apresenta área total de 67,45 m² e área útil de

43,44 m². Por não possuir arquivo climático (EPW) próprio neste município, optou-se por utilizar o EPW de Cuiabá, capital do Estado, a 160 km de distância.

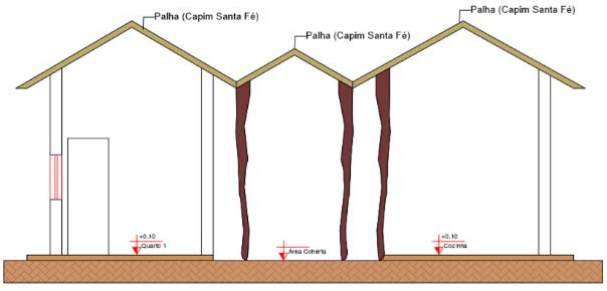
A casa é constituída em blocos, contendo dois quartos, camarinha e cozinha, sendo que a ligação destes ambientes de permanência prolongada é feita por meio de uma área coberta. A cobertura é estruturada em madeira e coberta com palha de palmeira Indaiá até os beirais. A casa possui apenas uma janela pequena no quarto 1 e, na cozinha, elemento vazado na parte superior da parede próxima ao fogão (figura 2a). O contra piso é em terra compactada, sem revestimento. A casa não possui banheiro. A planta baixa pode ser verificada de acordo com a figura 2b e o corte na figura 2c. A HTM tem sua fachada principal orientada à Leste.



a) HTM (Adrião; Carvalho; Demartini, 2015)



b) Planta baixa da HTM



c) Corte esquemático da HTM

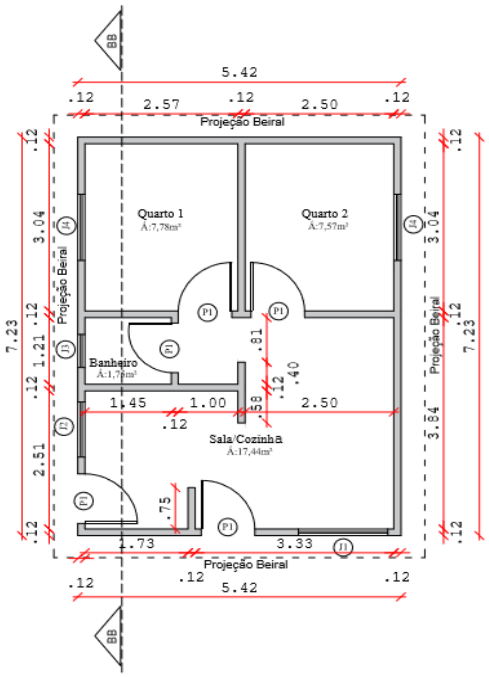
Figura 2. Habitação em taipa de mão avaliada

Do universo dos conjuntos habitacionais oriundos de programas sociais, adotou-se uma tipologia padrão unifamiliar, doravante denominada habitação de interesse social (HIS), que possui área total de 38,95 m² e área útil de 34,18 m² (figura 3a), contendo os seguintes ambientes: sala/cozinha, dois quartos e banheiro (figura 3b). A cobertura é em telhas de fibrocimento apoiada em estrutura metálica, com forro de PVC e beirais de 0,40 m de largura nas quatro fachadas (figura 3c). As janelas são metálicas do tipo veneziana e vidro, de correr com quatro folhas para sala e quartos e, na cozinha, é basculante em vidro. O piso é de placa cerâmica. Esta habitação padrão pode ser implantada em todas as direções,

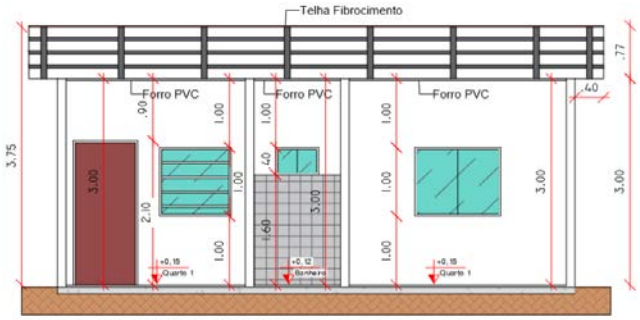
tendo sido tomada como referência neste estudo a implantação da fachada principal orientada a Norte, por ser a situação mais desfavorável para estar região.



a) HIS



b) Planta baixa da HIS



c) corte esquemático da HIS

Figura 3. HIS avaliada

Os valores das propriedades térmicas das paredes e coberturas das tipologias foram obtidos por meio da NBR 15220-2 (2005-2008) e utilizados na simulação computacional de desempenho térmico (tabela 2). As dimensões e áreas efetivas de ventilação e iluminação estão descritas na tabela 3.

Tabela 2. Propriedades termofísicas das paredes e coberturas. Fonte: NBR 15220 (ABNT, 2005) e RTQ-R (INMETRO, 2012).

Tipo	Envoltória	RT_{CA} (m^2K/W)	U (W/m^2K)	CT (J/m^2K)	Característica da envoltória
HIS	Paredes	-	3,37	138,48	Pintura de cor bege (α = 0,3)
	Cobertura	0,21	2,07	155,24	Telha Cerâmica (α = 0,85)
HTM	Paredes	-	2,01	242,7	Terra Argilosa Seca (α = 0,8)
	Cobertura	-	2,48	46,00	Palha (Indaiá) (α = 0,87)

α – absortância; RT_{CA} – resistência térmica da câmara de ar; U – transmitância térmica; CT – capacidade térmica

Tabela 3. Dimensões e áreas efetivas de ventilação e iluminação

Tipo	Ambiente	Área (m²)	Esquadrias		Área de ventilação natural		Área de Iluminação natural	
			Dimensões (m)	Área (m²)	Percentual (%)	Área efetiva (m²)	Percentual (%)	Área efetiva (m²)
HIS	sala + circulação	10,66	1,50x1,00	1,50	40	0,60	45	0,68
	cozinha	6,48	1,00x1,00	1,00	70	0,70	80	0,65
	quarto 1	7,78	1,20x1,00	1,20	40	0,48	45	0,54
	quarto 2	7,57	1,20x1,00	1,20	40	0,48	45	0,54
HTM	quarto 1	7,80	0,60x0,80	0,48	40	0,19	45	0,21

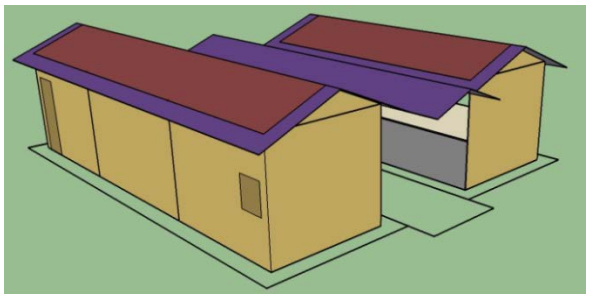
Os percentuais de áreas de ventilação e iluminação das esquadrias foram definidos conforme Anexo II do RTQ-R (INMETRO, 2012), a saber: janela veneziana de correr com quatro folhas (duas fixas e duas móveis) iguais a 40% e 45%, respectivamente, e janela basculante, iguais a 70% e 80%, respectivamente (Rios, 2015).

1.3 Simulação computacional de desempenho termoenergético

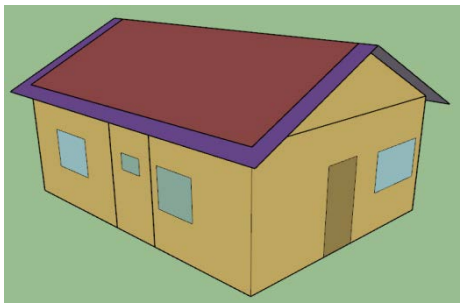
Para as simulações computacionais, dentre os diversos softwares de simulação de edifícios disponíveis, adotou-se o EnergyPlus, de acesso gratuito, disponibilizado pelo Departamento de Energia dos Estados Unidos (DOE, 2015) e recomendado pela ABNT 15575 (2013). Além disso, o programa tem a possibilidade de condicionar, com qualidade, um elevado número de parâmetros para garantir um bom resultado da simulação, é capaz de simular variações horarias de ocupação, cargas internas e modela efeitos de inercia térmica (Sorgato, 2011).

O EnergyPlus utiliza o arquivo climático da região ao qual pertence a edificação, que contém uma série de dados meteorológicos, que representam o clima da localidade (Roriz, 2012). Sendo assim, foram utilizados arquivos EnergyPlus Weather Data, disponibilizados pelo Laboratório de Edificações Energética em Edificações (LABEEE).

Não foram considerados os parâmetros referentes à ocupação, aos equipamentos e a iluminação. Sendo assim, a simulação foi executada na seguinte condição: HIS naturalmente ventilada (NV), visando a classificação da eficiência da envoltória, por meio do indicador graus hora de resfriamento (GH_R). O GH_R é um método de avaliação de eficiência energética da envoltória da edificação, logo, quanto mais próximo de “A” tem-se melhor consumo energético e, consequentemente, melhor condição de conforto térmico no interior da edificação. Os modelos computacionais da HTM e da HIS são apresentados nas figuras 4a e 4b, respectivamente.



a) Modelo computacional da habitação em taipa de mão (HTM)



b) Modelo computacional da habitação de interesse social padrão (HIS)

Figura 4. Vistas das habitações modeladas no software EnergyPlus

1.4 Avaliação de desempenho térmoenergético do edificio e de conforto térmico

A verificação do desempenho térmico é realizada pelo indicador graus hora de resfriamento (GH_R, em °C), o qual é determinado a partir da somatória da diferença da temperatura horária, quando esta se encontra superior à temperatura de base 26°C (°Ch_R), no caso de resfriamento (equação 1) (INMETRO, 2012). Calcula-se esse parâmetro para cada ambiente de permanência prolongada, a partir da temperatura operativa horária (equação 2).

$$To = A \times Ta + (1 - A) \times Tr \quad (1)$$

$$GH_R = \sum (To - 26^{o}C) \quad (2)$$

onde:
To: temperatura operativa (ºC)

A: área (m²)

Ta: temperatura do Ar (°C)

Tr: temperatura radiante média do ambiente (ºC)

GH_R: graus hora de resfriamento (°Ch_R)

O software EnergyPlus fornece a temperatura de cada ambiente em °C. A partir da obtenção do indicador GH_R, o RTQ-R determina o cálculo do equivalente numérico da envoltória (EqNumEnv) que expressa o desempenho térmico da envoltória da habitação. Para obtenção dos graus horas de resfriamento de cada unidade, calculou-se a média ponderada EqNumEnv pelas áreas de ambiente de permanência prolongada, a fim de alcançar a eficiência energética (tabela 4). De acordo com a pontuação final obtida é atribuída uma classificação que varia do nível A (mais eficiente) ao E (menos eficiente).

Tabela 4. Equivalente numérico da envoltória do ambiente para ZB 7 (INMETRO, 2012. p.52).

EqNumEnvAmb	Condição	Classificação
5	$GH_R \leq 12.566$	A
4	$12.566 < GH_R \leq 18.622$	B
3	$18.622 < GH_R \leq 24.679$	C
2	$24.679 < GH_R \leq 30.735$	D
1	$GH_R > 30.735$	E

As condições térmicas de conforto e desconforto por calor e frio nos ambientes de permanência prolongada das habitações foram estimadas por meio da quantificação das horas anuais (8.760 horas), tomando como referência o método adaptativo proposto por ASHRAE Standard 55 (2013) e por De Dear, Brager e Cooper (1997). De acordo De Dear, Brager e Cooper, a temperatura de conforto é em função da temperatura média mensal do ar (externo) (equação 3); por ASHRAE Standard 55, a faixa de temperatura externa é aceitável em ambientes na condição naturalmente ventilada, na faixa de 10°C a 33,5°C. Assim, as faixas de conforto e desconforto foram definidas pelas equações 3 e 4, para condição de conforto de 80% dos usuários satisfeitos.

$$Tn = 17{,}8 + 0{,}31To \quad (3)$$

$$(Tn - 3{,}5) \leq Top \leq (Tn + 3{,}5) \quad (4)$$

onde:

Tn: temperatura operativa interna (ºC)

To: temperatura do ar média mensal externa (°C)

Top: temperatura operativa interna (ºC)

A temperatura média anual na ZB 7 conforme EPW é de 26,7°C. Os meses de setembro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março são caracterizados como calor, por apresentarem temperaturas acima de 27°C, destacando o mês de outubro com temperatura de 28,8°C. Já os meses de maio e junho, são caracterizados como frio, apresentando temperatura em torno de 25°C; destaca-se o mês de julho com temperatura de 23,3°C.

A partir dos valores de temperaturas de temperaturas médias mensais do ar externas extraídas do EPW foram calculadas as temperaturas neutras (equação 3), cuja os valores são apresentados na tabela 5. A faixa de conforto definida pela equação 4 foi de 22,0 à 29,0°C.

Tabela 5. Temperatura média mensal do ar externo e temperatura neutra
(De Dear; Brager; Cooper,1997)

Temperatura	Meses											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
De bulbo seco (°C)	27,5	27,1	27,2	26,2	25,6	25,4	23,5	26,9	27,1	28,8	27,4	27,7
Neutra (°C)	26,3	26,2	26,2	25,9	25,7	25,7	25,0	26,1	26,2	26,7	26,2	26,3

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A diferença entre a temperatura externa e interna, em valores médios anuais, é de 1,78°C e de 1,30°C, na HIS e na HTM, respectivamente, indicando que a habitação convencional armazena mais calor em comparação à habitação em taipa de mão (figura 5). Ressalta-se que ambas as habitações apresentam temperaturas internas médias mensais maiores que a temperatura externa. Porém, a HTM apresentou temperaturas interna menores que a HIS, destacando que, nos meses de agosto, setembro e outubro, a temperatura média do ar interna apresentou uma diferença de 0,33°C, 0,56°C e 0,17°C em relação à temperatura externa, quanto que a HIS apresentou diferença de 1,08°C, 1,50°C e 1,10°C, respectivamente. Esse período é considerado o de maior rigor em termos de habitabilidade na região, pois as temperaturas são elevadas e a umidade baixa, o que desfavorece a obtenção de condições de conforto no interior das edificações.

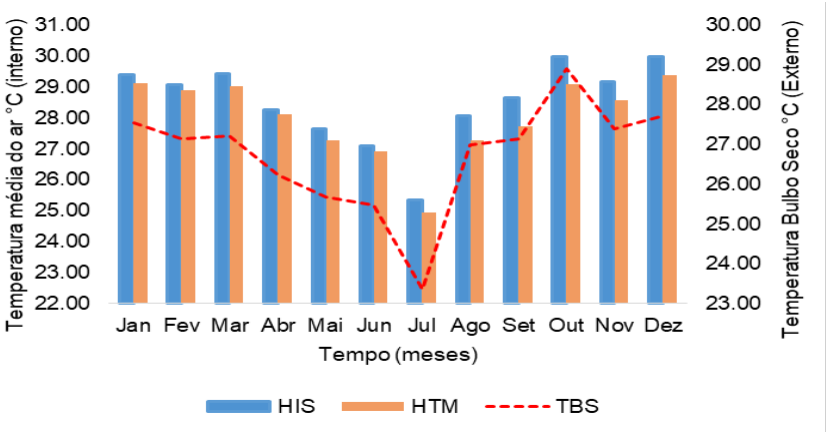


Figura 5. Temperatura média do ar interna das habitações

O total de horas anuais de conforto foram de 53,49% na HIS e de 67,02% na HTM. As horas de desconforto por calor foram de 40,23% na HIS e de 28,37% na HTM, destacando que a HIS apresenta maior número de horas de desconforto térmico por calor. Já as horas de desconforto por frio são baixas em ambas as habitações, resultando em 6,18% (542 horas) para HIS e de 4,50% (395 horas) para HTM (figura 6).

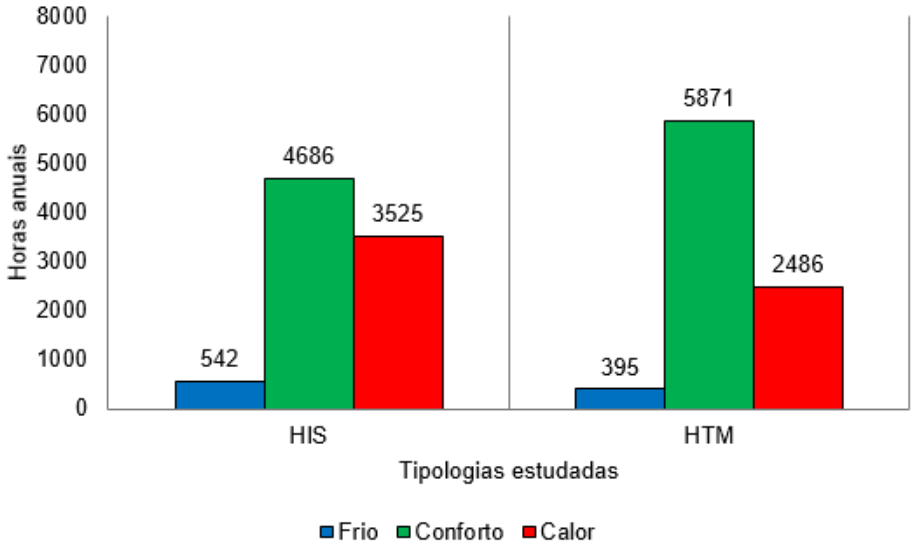


Figura 6. Horas de conforto e desconforto para as habitações

A análise da eficiência energética pelo indicador GH_R resultou em 24.663°Ch_R para a HTM, que obteve classificação de eficiência energética "C". A HIS obteve 33.123°Ch_R e classificação "E".

Analisando-se o GH_R pelas áreas das habitações, tem-se que a eficiência por m² da HIS é de 850,39°Ch_R e da HTM é 365,64°Ch_R, destacando que o sistema construtivo em alvenaria comum (HIS) apresenta maiores valores de GH_R, influenciando diretamente nas horas de conforto dos usuários.

Desta forma, constatou-se que a HTM, que possui envoltória em terra, encontra-se mais adequada para região de implantação, enquanto que, a HIS, em alvenaria de bloco cerâmico, apresenta ineficiência térmica para a região.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da ambiência térmica possibilitou a constatação de que a habitação vernácula em taipa de mão e cobertura de palha armazena menos calor que a residência convencional, em alvenaria de bloco cerâmico e telha de fibrocimento.

A HIS atingiu o desempenho energético "E", enquanto que a HTM obteve classificação "C".

Desta forma, conclui-se que, os graus-hora de resfriamento da HIS são superiores se comparados à HTM, como consequência do seu conceito, que promove maior adequação da construção ao clima.

A porcentagem de horas anuais de conforto e desconforto por calor foram de 40,23% na HIS e de 28,37% na HTM, respectivamente e as horas de desconforto por frio são de 6,18% na HIS e de 4,50% na HTM.

Justifica-se assim a pertinência do uso de uma solução construtiva que se adequa a realidade local, é sustentável e atende ao conforto térmico do usuário, podendo a mesma ser modernizada e adequada para atender a uma realidade contemporânea, sem perder sua essência e significação cultural.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adrião, M. A.; Carvalho, A. R.; Demartini, J. (2015). A casa no quilombo Baixius. Seminário de Habitação de Interesse Social, 6. Anais... Cuiabá: SHIS

ASHRAE Standard 55 (2013). Thermal environmental conditions for human occupancy. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers

Carvalho, T. M. P. de; Lopes, W. G. R. (2012). A arquitetura de terra e o desenvolvimento sustentável na construção civil. Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação, 7. Anais... . Palmas: CONEPI

De Dear, R.; Brager, G, Cooper, D. (1997). Developing an adaptive model of thermal comfort and preference. ASHRAE Trans, v. 104, part1A, p. 145-167

DOE (2015). EnergyPlus. Deparment of Energy. Disponivel em: https://energyplus.net.

Guarda, E.; Durante, L.; Callejas, I; Hoffman, S. M. J.; Brandão, R. (2017). Desempenho térmico de uma habitação de interesse social no Estado de Mato Grosso. Encontro em Engenharia de Edificações e Ambiental, 5, EEEA 2017: Anais... Cuiabá: UFMT

INMETRO Portaria nº 12 (2012). Regulamento Técnico da Qualidade - RTQ para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais. Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

Lamberts, R.; Dutra, L.; Pereira, F. O. R. (2014). Eficiência energética na arquitetura. São Paulo: PW

NBR 15220 (2005-2008). Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas

Parte 1 (2005): Definições, símbolos e unidades.
Parte 2 (2008): Métodos de cálculos da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações.
Parte 3 (2005): Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações uni familiares de interesse social.
Parte 4 (2005): Medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo princípio da placa quente protegida
Parte 5 (2005): Medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo método fluximétrico

NBR 15575 (2013). Edificações habitacionais — Desempenho. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas

Parte 1: Requisitos gerais
Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais
Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos
Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas — SVVIE
Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas
Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários

Olender, M. C. H. L. (2006). A técnica do pau-a-pique: subsídios para a sua preservação. Dissertação de mestrado. Salvador: Universidade Federal da Bahia, Salvador

Pell, M. C; Finlayson, B. L; Mcmahon, T. A. (2007). Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. Hydrology and Earth System Sciences Discussions, European Geosciences Union, v. 11, p.1633-1644

Pisani, M. A. J. (2004). Taipas: a arquitetura de terra. Sinergia-Revista do Centro Federal de Educação Tecnológica de São Paulo, São Paulo, v. 5, n. 1

Rios, G. A. A. (2015). Desempenho termoenergético de habitação de interesse social. Tese de doutorados. Ilhas Solteiras: Universidade Estadual Paulista

Roriz, M. (2012). Arquivos climáticos de municípios brasileiros. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, ENTAC 2012, Anais... São Carlos: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Soares, R. V., Batista, A. C., Tetto, A. F. (2015). Metodologia e climatologia florestal. Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná

Sorgato, M. J. (2011). Relatório técnico da base de simulações para o RTQ-R. Florianópolis: Laboratório de Eficiência Energética em Edificações.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação de Amparo e Pesquisa do Mato Grosso pelas bolsas de mestrado concedidas as autoras Carol Cardoso Moura Cordeiro e Emeli Lalesca Aparecida da Guarda e ao professor Ms. João Mário de Arruda Adrião da Universidade do Estado de Mato Grosso por proporcionar o encontro dos pesquisadores com a comunidade.

AUTORES

Emeli Lalesca Aparecida da Guarda, mestranda em engenharia de edificações e ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), arquiteta. Pesquisadora do Laboratório de Tecnologia e Conforto Ambiental (LATECA) na UFMT. Currículo completo em: http://lattes.cnpq.br/3670370461390342

Carol Cardoso Moura Cordeiro, mestranda no em engenharia de edificações e ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), engenheira civil. Professora substituta no Instituto de Engenharia da UFMT, campus Várzea Grande. Currículo completo em: http://lattes.cnpq.br/9950575422654036

Luciane Cleonice Durante, doutora em conforto ambiental, mestre em educação e meio ambiente, engenheira civil. Professora do Departamento de Arquitetura e Urbanismo e do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Edificações e Ambiental da UFMT. Coordenadora do LATECA. Vice Coordenadora do Grupo de Pesquisa em Tecnologia e Arquitetura Ambiental (GPTAA). Currículo completo em: http://lattes.cnpq.br/3288386869580332

Ivan Júlio Apolônio Callejas, doutor em física ambiental, mestre em estruturas, engenheiro civil. Professora do departamento de arquitetura e urbanismo e do programa de pós-graduação em engenharia de edificações e ambiental da UFMT. Currículo completo em: http://lattes.cnpq.br/7395380953207614

João Mário de Arruda Adrião, mestre em Engenharia de Edificações e Ambiental da UFMT, Arquiteto e Urbanista. Professor efetivo do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Desenvolve projetos de extensão na área de arquitetura de interesse social na Aldeia Bakalana e Quilombos Camarinha e Morro Redondo, no município de Barra do Bugres-MT. Currículo completo em: http://lattes.cnpq.br/9465711389050291

Douglas Queiroz Brandão, doutor em engenharia de produção, mestre em engenharia civil, engenheiro civil. Chefe de departamento e professor do curso de Engenharia Civil da UFMT. Professor do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Edificações e Ambiental da UFMT. Currículo completo em: http://lattes.cnpq.br/0318336258757547

TerraBrasil 2018
Território e trabalho: a produção da arquitetura com terra no Brasil
VII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Rio de Janeiro-RJ (Brasil), 30 de outubro a 2 de novembro de 2018
http://redeterrabrasil.org

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO EN EL COMPLEJO HUAYCAN DE PARIACHI, PERÚ

María Angélica Guevara Lactayo[1]; Bellice Ego-Aguirre Bazan[2]

[1] Asociación Peruana de Arquitectura Unidos por un Planeta Mejor APAUP, Lima, Perú, mguevaralactayo@yahoo.es

[2] Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú, bellice1@gmail.com

Palabras clave: elemento arquitectónico del pasado, material, colca, clima

Resumen

El Complejo Huaycán de Pariachi se desarrolló en el Intermedio Tardío con influencia Inca, perteneció a la cultura Ychsma y se ubica en la margen izquierda del valle medio del rio Rímac, Lima, Perú. Fue un espacio de residencia de elite con espacios administrativos y de procesamiento y almacenaje de los alimentos consumidos en la residencia. El objetivo principal del estudio es analizar el comportamiento térmico de dos elementos arquitectónicos del complejo, con diferente función y ubicados a diferente altura dentro de él, pero situados en el mismo medio natural con un clima específico, siendo importante evaluar la respuesta arquitectónica a la función en dicho medio y si se logra la adecuación al mismo. La metodología para el estudio es analítica, se tomara datos del clima y los elementos arquitectónicos estudiados, se procesaran utilizando los softwares Excel y Ecotect, se analizarán los mismos teniendo en cuenta los requerimientos teóricos para lograr confort en la función de la edificación insertada en un medio con un clima existente y finalmente se verificara el grado de eficiencia de dicha inserción. El Complejo presenta dos tipos de edificaciones, una sobre la superficie del suelo que logra confort con la orientación eficiente de sus superficies y la utilización del material tierra de espesor que logre el propósito y otra debajo que consigue al descender bajar la temperatura permitiendo la conservación eficaz de los alimentos. El Complejo constituye una representación física del desarrollo social y tecnológico de su época. Manejaron conceptos importantes acerca del desplazamiento solar que les permitió una orientación eficiente de sus edificaciones, lograron crear microclimas internos confortables con la utilización del material tierra, el que al incrementar su espesor estabiliza la temperatura interna y conocieron además que el aire según su ubicación en altura cambia su temperatura.

1. INTRODUCCIÓN

El Complejo Huaycán de Pariachi pertenece a la cultura Ychsma y presenta un elemento arquitectónico importante denominado el Palacio; allí se encuentra el único elemento con techo que será motivo del estudio y una variedad de colcas de las cuales se estudiaran dos tipos. El presente trabajo tiene como propósito analizar el comportamiento térmico de los dos elementos arquitectónicos mencionados. El espacio techado está ubicado sobre la superficie del suelo y las colcas debajo de la superficie. Estos elementos arquitectónicos tienen función distinta, y por lo tanto requerimientos distintos. Sin embargo ambos están ubicados en Lima, que pertenece al trópico sur del planeta, por lo tanto el recorrido del sol tiene una tendencia vertical y por este motivo el calentamiento es importante sobre superficies horizontales y menor sobre superficies verticales.

Es importante tener en cuenta que se utilizaron dos conceptos distintos de climatización de estos dos espacios. En el espacio techado se utilizó el conocimiento del clima y sus características y la importancia del desplazamiento del sol y viento para aprovecharlos o descartarlos dependiendo de la temperatura en relación al confort del ambiente, orientando los muros y las aberturas, definiendo su forma tamaño y ubicación y definiendo los materiales de sus componentes en relación a su comportamiento térmico y a los impactos del sol y el viento. En el espacio de las colcas se utiliza el principio de la densidad del aire frio y su ubicación en las partes más bajas de la edificación haciendo descender la temperatura utilizado en este caso para conservar productos alimenticios.

2. OBJETIVO

El objetivo principal del estudio es realizar una evaluación del comportamiento térmico de dos elementos arquitectónicos del complejo Huaycán de Pariachi, ambos de función, configuración y organización física diferente pero que reciben el impacto del mismo clima, el que forma parte del medio natural donde se ubican, y lograr valuar su respuesta y adecuación al mismo.

3. METODOLOGIA

La metodología para el estudio es analítica. Se llevaran a cabo los siguientes procedimientos: toma de datos del objeto arquitectónico y del lugar de estudio, procesamiento de los mismos con ayuda del software Ecotect, análisis de los datos procesados apoyados en los conceptos relacionados al comportamiento térmico de los elementos arquitectónicos y evaluación de la inserción de la edificación al medio natural considerando al clima como uno de sus elementos más importantes, verificando finalmente el grado de eficiencia de dicha inserción.

4. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

4.1 Ubicación en el espacio geográfico

El complejo Huaycán de Pariachi fue edificado "…en una quebrada de la margen izquierda del Valle medio-bajo del rio Rímac, en las faldas de los cerros Huaycán y Fisgón, en el distrito de Ate, provincia y departamento de Lima" (Fe Córdova, 2009, p. 36), tiene una altitud de 575 msnm, latitud de 12°01'18" S y longuitud de 76°54'57" W (Bernabé, 2011, p.3) presenta un clima templado, con alto valor de temperatura en verano y alto valor de humedad en el invierno. El rio Rímac aledaño al complejo modifica en Huaycán de Pariachi el ensanchamiento de su cauce en relación a su recorrido cercano posibilitando la abundancia de agua superficial y subterránea y permitiendo una alta productividad agrícola y una diversidad ecológica igualmente, esta característica le asigna a las edificaciones cercanas una configuración específica (Villacorta, 2003).

4.2 Antecedentes históricos

Huaycán de Pariachi constituyo un curacazgo que se desarrolló entre fines del periodo Intermedio Tardío (900-1450 D.C) y el Horizonte Tardío (1450-1532 D.C.), por lo tanto abarco la cultura Ychma e Inca (Napan; Romero, 2015). Su arquitectura se destaca, sobre todo, por las pirámides con rampa construidas en base a tapiales con funciones múltiples, como las actividades cotidianas, las ceremonias religiosas y el almacenaje de recursos para ser consumido y redistribuido posterior (Santillana, 2008).

Según la importancia del curaca, los edificios eran de tapia o adobe, sus accesos restringidos y vigilados por guardias, e interiormente el espacio abierto conformado por patios y terrazas en las que se llevaban a cabo ceremonias o festividades siempre presididas por el señor principal (Villacorta, 2003).

Según Rostworowski (1978), en la costa habría existido un régimen de manejo de tierras agrícolas distinto al de las zonas altas, los curacas locales eran los propietarios de los terrenos agrícolas que arrendaban a los habitantes de sus parcelas, a cambio de una parte de la cosecha final. Un funcionario, especialmente nombrado por el curaca, era el encargado de la recolección del tributo (Villacorta, 2003). Probablemente por este motivo aparecen las colcas para la conservación de los productos alimenticios cosechados.

4.3 Descripción física del Palacio

El complejo es muy amplio, el trabajo solo tomara el espacio denominado el Palacio, este cumplía básicamente funciones administrativas y de redistribución de los alimentos,

verificado por lo restos de cerámica, entre otros. Está construida con tapia, que lo relaciona al horizonte tardío según Bueno (1974), etapa en la que los Ychsma coexisten con los Incas.

En el Palacio, la circulación es laberíntica, tiene un muro perimetral que rodea al conjunto sin permitir acceso, excepto por el acceso principal. El conjunto arquitectónico se va adaptando a los diversos niveles que implica adaptarse a la topografía accidentada.

El Palacio está orientado en su lado más largo al noroeste y sureste, tiene un acceso principal y único desarrollado en base a un pasaje con pisos planos y escalinatas, que se conecta con otro pasadizo, el que remata en el muro perimetral. Este sistema de circulación divide al Palacio en dos partes asimétricas y a partir de él y a ambos lados se abren una sucesión de patios y terrazas de carácter más bien público con ausencia de espacios reservados compatibles con la actividad residencial (Villacorta, 2003). Dichos patios cuentan con diversos tipos de colcas que constituyen depósitos subterráneos de forma cuadrangular y circular, de diversas dimensiones e igualmente diversas profundidades; estos patios podrían ser secaderos de los productos que luego se almacenaran en las colcas, y que permitiría dar cumplimiento a la función de lugar de almacenaje y redistribución de alimentos. Los productos podrían ser papas, maíz, maní, ají, pacas de algodón entre otros (Jiménez Borja, 1988).

4.4 Características del clima de Lima

La temperatura máxima en Lima se da a las 13:00 h con un valor de 23,79°C en promedio a lo largo del año y la mínima se presenta a las 6:00 h con un valor de 16,62°C en promedio a lo largo del año. Su temperatura tiene un comportamiento diverso: la temperatura máxima, en enero, febrero y marzo, por encima del confort; la temperatura mínima por debajo del confort de junio a noviembre en especial. Hay una diferencia en promedio entre el valor mayor del confort y la temperatura máxima de 3,18°C y de 4,26°C con la temperatura mínima. La temperatura presenta una oscilación entre la máxima y la mínima de 7,17°C en promedio.

La humedad tiene un valor promedio de 82,59% en su valor más alto en los meses de julio, agosto y setiembre y su valor menor en promedio de 71,54% en los meses de enero, febrero y marzo. La humedad se encuentra fuera del confort límite (80%) en los meses de julio a setiembre.

La precipitación tiene un valor promedio anual de 16 mm, la mayor precipitación se da en los meses de junio, julio y agosto con un valor en promedio de 3 mm y la menor precipitación se da en los meses de enero, febrero y marzo con un valor en promedio de 0,05 mm[1].

En Lima la radiación sobre superficie horizontal es mucho mayor que la que incide sobre superficie vertical desde las 9:00 h hasta las 15:00 h, logrando 1.035 W/m^2 en el momento que el sol está vertical, en febrero. Las superficies verticales al noroeste con 116 W/m^2 en promedio, la noreste con 105 W/m^2, la sureste con 103 W/m^2 y la suroeste con 104 W/m^2.

El viento en Lima proviene desde el sur o suroeste y su velocidad promedio es de 2,52 m/s.

Los datos arriba mencionados provienen de la información del Senamhi, 2017.

4.5 Características térmicas de los materiales: tapia

La tapia es un sistema constructivo de tierra; la técnica implica un encofrado que se desliza, tierra y un pisón para compactala. Se puede añadir adiciones como la paja y crin de caballo para estabilizarlo o piedras pequeñas para hacerlo más resistente; y a la tierra se le puede añadir áridos para hacerla más maleable y agregarle cal para mejorar sus propiedades hidrófugas y mejorar su resistencia.

Los muros de tapia no necesitan tarrajearse, es suficiente con alisar la superficie cuando esta húmeda la pared.

[1] https://pt.climate-data.org/america-do-sul/peru/lima/lima-1014/#climate-graph

La tapia es capaz de acumular calor del sol durante el día y liberarlo durante la noche, permitiendo que la temperatura reduzca su oscilación. Su capacidad térmica igualmente dependerá de la densidad del material y del contenido de humedad que puede tener, puede así mismo la tierra que lo constituye provenir de suelos diferentes, esto es arcillosos, limosos entre otros generando diferencias.

Su coeficiente de transmisión térmica varía entre 0,62 W/m×K y 0,70 W/m×K, es un material homogéneo y artesanal, por lo tanto los componentes de la materia sólida no tiene una dimensión fija, sin embargo este material se compacta y por lo tanto debe tener menos poros, si puede absorber humedad. Su densidad es de 1.600 kg/m^3 y su calor especifico es de 920 J/kg×K (Guevara, Ego Aguirre, 2016)

5. EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE LOS ESPACIOS ESTUDIADOS

5.1 Espacio techado colindante a las colcas circulares

Los elementos arquitectónicos se han organizado muy compactos, algunos a lo largo de pasajes de circulación muy estrechos y otros próximos a plazuelas pequeñas. La mayoría de las edificaciones están orientadas oeste, noroeste y noreste.

a) Impacto solar sobre muros, techos y pisos

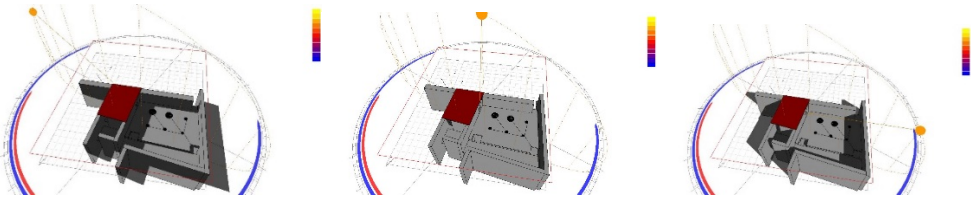


Figura 1. Asoleamiento a las 9:00 h, 15:00 h y 16:00 h el 21 de diciembre

Se aprecia que en las tardes (orientación oeste) se da el mayor asoleamiento, generando sombras sobre todo en las mañanas (orientación este). Se ha evaluado el asoleamiento del espacio cerrado en conjunto con los espacios aledaños a lo largo del año, en las etapas de invierno y media estación están asoleadas las paredes con orientaciones noreste y noroeste, en la etapa de verano, invierno y media estación el asoleamiento es mayor en los techos y pisos que en los muros. En la figura 1 se muestra el asoleamiento en verano donde el sol está al sur y por ende las sombras al norte. Esto sucede porque en Lima se tiene cinco meses de sol del sur y siete meses de sol de norte.

b) Ingreso solar interior en las edificaciones

Se ha evaluado el asoleamiento en la habitación colindante a las colcas estudiadas a lo largo del año, en las etapas del solsticio de verano y equinoccio. El vano por donde ingresa la mayor parte del sol está orientado hacia el noroeste y oeste e ingresa la mayor parte de sol en marzo y septiembre en las tardes. El otro vano orientado hacia el norte (puerta) en la etapa de verano no hay un ingreso solar por ese vano, existiendo solo ingreso de luz (iluminación difusa).

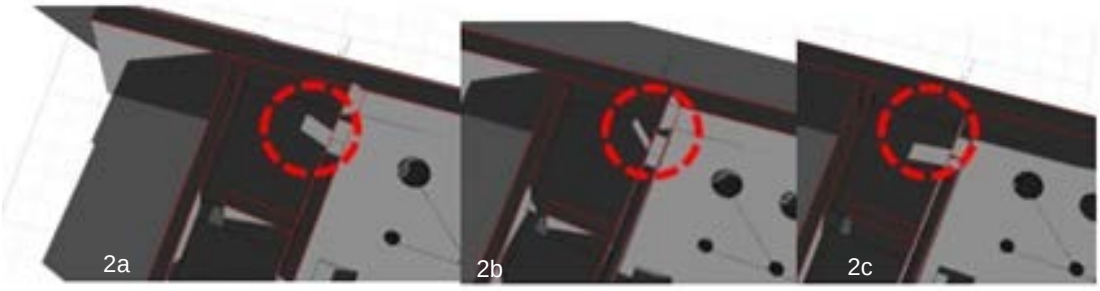


Figura 2. a) Ingreso solar por la tarde 21 marzo a las 16:00 h; b) 21 junio a las 16:00 h; c) 21 de diciembre a las 16:00 h

En conclusión se puede apreciar que la mayoría de la incidencia o ingreso solar interior se da en las tardes, lo que ocasiona además el calentamiento del muro de tapia que da al oeste, con el fin de que pueda calentar el muro para las noches de invierno.

Estas mismas edificaciones, al estar distribuidas de forma muy compacta, reciben poco impacto de sol sobre las paredes laterales. El mayor impacto se da por medio de los techos y pisos debido a la latitud de Lima.

c) Radiación en muros, pisos y techo

c.1) Radiación sobre el techo y pisos

Se calcula para el 1 de enero a las 15:50 h una medición de la radiación utilizando el software Ecotect (con cielo cubierto), la estación es del solsticio de verano y el día se presentó asoleado. El techo es plano por lo tanto su orientación no tiene importancia, logra un valor de 700,09 W/m^2 debido a que en Lima los rayos son casi perpendiculares y las superficies horizontales se calienta más que las verticales. Se calculó con Ecotect el resto del año y se encontró los siguientes resultados, el promedio de radiación solar recibida a lo largo del año 3.938,60 W/m^2 lo que significa un promedio alto de radiación por cada mes (aproximadamente 328,00 W/m^2) y el promedio de radiación diaria a lo largo del año 420,00 W/m^2 a la misma hora.

c.2) Radiación sobre los muros

En las superficies verticales la radiación varía en función a la orientación de cada una de ellas. Según el cálculo realizado con el Ecotect para el día 1 de enero a las 15:50 h, se encontraron los siguientes valores: la pared orientada al noroeste es la que en la época de medición recibe la mayor radiación solar con un valor igual a 110,72 W/m^2.

Los muros orientados al noreste y al noroeste reciben una radiación mensual en promedio de 110,00 W/m^2.

d) Evaluación del impacto del viento sobre las edificaciones

Debido a la orientación de las edificaciones el impacto directo del viento se da en la parte posterior del mismo, el cual está compuesto en una parte (zona de terraza) por doble muro reduciendo su velocidad hacia los espacios subsiguientes. Por lo tanto los espacios abiertos cercanos están protegidos generándose sombra de viento y generando calma. Por la organización espacial y orientación del conjunto en función al viento se van a generar algunos cambios en la dirección y la intensidad de los vientos ocasionando efectos de canal de viento sobretodo en el pasaje central o corredor del conjunto donde se sitúan muy cerca las colcas, lo que se entiende servirá para refrescar esa zonas.

En el caso del patio de la entrada (a mano izquierda de la entrada principal) hay sombra de viento lo que ocasiona calma, ideal para los meses invernales. Sin embargo, también se genera movimiento de vientos en dicho sector hacia las colcas; por haber una esquina, lo que genera un efecto de movimiento de aire en ese espacio acelerando el viento por la forma de los muros; además porque existe sol y sombra va cambiando de dirección desde la entrada principal donde se origina una aceleración del viento y disminuyendo la intensidad del impacto hacia los espacios interiores. Este efecto ayuda a generar una buena ventilación en especial en los ambientes aledaños tanto en verano como en invierno. La edificación está protegida por un muro perimetral de 50 cm de ancho y, debido a los efectos de sombra de viento, genera una desaceleración de los vientos. Debido a que la edificación tiene muros altos que rodean la edificación, estos servirán para la protección de los vientos en épocas de invierno.

e) Evaluación de la temperatura en función al comportamiento térmico del material utilizado: la tapia

e.1) Temperatura del ambiente interno y externo aledaño

Se realizan dos mediciones de la temperatura en la habitación del centro arqueológico Huaycán de Pariachi, a las 11:25 h del mes de diciembre del 2017 (verano) y del mes de abril del 2018 a las 11:50 h (otoño). Se presentó días asoleados se midieron los ambientes con los instrumentos de medición: la habitación colindante a las colcas, se utilizó un termómetro para medir temperatura interna y externa y termómetro láser para medir la temperatura de los muros y piso. Se obtuvo los siguientes resultados: el 15 de diciembre, la medición se realizó a las 11:25 h y la temperatura de la cara externa del muro fue de 26,8°C y la temperatura de la cara interna fue de 22,2°C; el 26 de abril, la medición se realizó a las 11:50 h y la temperatura del piso expuesto al sol fue de 35,5°C y del piso interno fue de 24,4°C.

Se observa que la diferencia entre la temperatura externa e interna de las superficies verticales (muro) es de aproximadamente 5ºC y en las superficies horizontales (techos o pisos) es de 11°C aproximadamente, demostrando la verticalidad de los rayos solares en Lima. En conclusión, los elementos horizontales (pisos y techos) se calientan más que los verticales porque el sol en Lima es más perpendicular.

e.2) Cálculo de la temperatura radiante interna con muro de tapia

Se calculó la temperatura radiante interna utilizando el software Ecotect. Se indicó las características térmicas de los materiales para los muros, techo y piso.

El muro de tapia presenta las siguientes características térmicas: coeficiente global de transmisión térmica 0,75 $W/m^2 \times K$, transmitancia térmica U: 1,18 $W/m^2 \times K$ y retardo térmico 7,80 h. Su densidad es de 1.730 kg/m^3 y su calor especifico es de 880 $J/kg \times K$. Se obtuvo estos valores con el software Ecotect.

El techo de barro con caña en su conjunto presenta las siguientes características térmicas: coeficiente global de transmisión térmica 1,31 $W/m^2 \times K$, admitancia 1,38 $W/m^2 \times K$, absorción solar 0,6 según los cálculos del software Ecotect.

El piso de tierra presenta las siguientes características térmicas: coeficiente global de transmisión térmica 3,90 $W/m^2 \times K$, admitancia 4,57 $W/m^2 \times K$. Su densidad es de 1.460 kg/m^3 y su calor especifico es de 880 $J/kg \times K$ según los cálculos del software Ecotect.

e.2.1) Temperatura radiante interna en la etapa fría

Se considera un ser humano con 1 clo de aislamiento térmico por la ropa, la humedad interna es de 80%, la velocidad del aire interna 0,50 m/s; se considera a los ocupantes con una actividad sedentaria con un valor de 70 W, 1,00 cambios por hora, una ganancia sensible de 5 y latente de 2.

Para el cálculo se tomó la etapa de menor temperatura en promedio. Se ha calculado la temperatura radiante interna considerando los materiales descritos anteriormente, según las informaciones de la tabla 1.

Tabla 1. Cálculo de la temperatura radiante interna en la etapa fría

temperatura	diferencia valor mayor y menor	valor menor		valor mayor	
		horario	valor	horario	valor
temperatura exterior	2,2ºC	6:00 h	14,8ºC	13:00 h	17,0ºC
temperatura radiante interior	22,8°C (promedio) constante todo el día				

La temperatura externa está por debajo del confort; la temperatura radiante interna está dentro del confort térmico (de 21ºC a 26,7ºC según Givoni).

La diferencia de temperatura interna con la externa es de aproximadamente 7°C a 8°C por lo que se concluye que la tapia es eficiente conservando el calor que consigue en los momentos de mayor temperatura exterior.

e.2.2) Temperatura radiante interna en etapa calurosa

Se considera un ser humano con 0,60 clo de aislamiento térmico, la humedad interna es de 60%, la velocidad del aire interna 1,0 m/s; se considera a los ocupantes con una actividad sedentaria con un valor de 70 W, 2,00 cambios por hora, una ganancia sensible de 5 y latente de 2. Para el cálculo se tomó la etapa más calurosa en promedio. Se ha calculado la temperatura radiante interna considerando los materiales descritos anteriormente, según las informaciones de la tabla 2

Tabla 2. Cálculo de la temperatura radiante interna en la etapa calurosa

temperatura	diferencia valor mayor y menor	valor menor		valor mayor	
		horario	valor	horario	valor
temperatura exterior	5,6ºC	6:00 h	25,0ºC	13:00 h	30,8ºC
temperatura radiante interna	21,6°C (promedio) constante todo el día				

La temperatura radiante interna está dentro del confort según cuadro confort Givoni[2] (21°C a 26,7°C) en la etapa más crítica y es estable durante todo el día con una temperatura de 21,6°C (dentro del confort).

La temperatura externa en su etapa más crítica (13:00 h) está fuera del confort con una temperatura de 30,8°C. En conclusión, en la etapa más calurosa, el recinto se encuentra internamente dentro del confort.

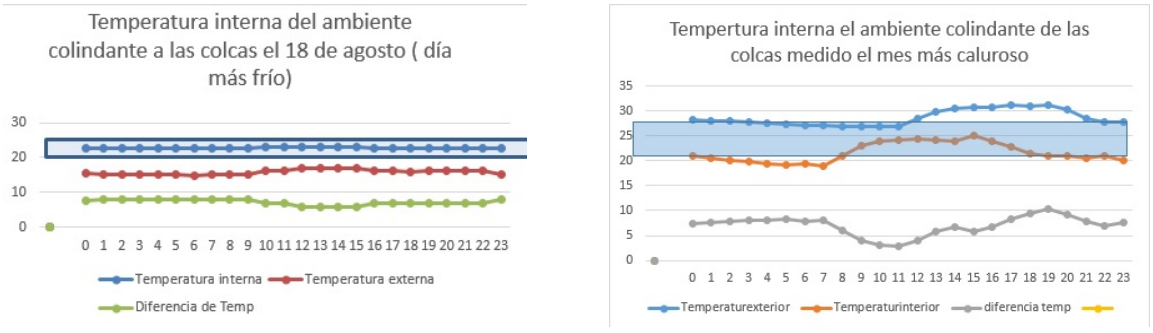


Figura 3. Gráfico de la temperatura radiante interna calculada en el ambiente colindante de las colcas en el mes más frío y el mes más caluroso. La zona azul señala la zona de confort .

f) Ganancia y pérdida de calor según los componentes considerados

Se hace una evaluación del balance térmico de la habitación colindante a las colcas.

Ubicación: 450 msnm. Temperaturas: en verano temperatura máxima exterior 28,7°C, temperatura de diseño 20,2°C y en invierno temperatura mínima exterior 18,6°C y temperatura de diseño 13,8°C.

Borde perimetral: sin aislamiento ***/*** factor de infiltración: normal (Perú poco hermético); habitado por 2 personas / ventilación en verano: > 1.800 msnm = 2 C.A. / H < 1.800 msnm = 4 C.A. / H.

[2] El diagrama de Givoni es una carta que permite determinar la estrategia bio-climática a adoptar en función de las condiciones higrotérmicas del edificio en una determinada época del año.

El muro tiene los siguientes materiales: muro de adobe de espesor de 0,45 cm, recubrimiento exterior e interior de tierra de 2,5 cm, haciendo un espesor total de 50 cm. El techo cuenta con una estructura de viguetas de caña brava de 4" x 4" espaciadas cada 0,40 cm, tiene una capa de caña brava de ¾ a 1" de espesor y una capa de torta de barro de 5,0 cm.

Las características térmicas de las partes de la edificación para avaluar la ganancia y pérdida de calor y ganancia y pérdida son presentadas en la tabla 3.

Tabla 3 Caracteristicas termicas de los componentes de la edificacion

Parte de la vivienda	Resistencia térmica ($m^2 \times K/W$)	Coeficiente global de transmisión térmica ($m^2 \times K/W$)	Área (m^2)
Muro de tapia	2,33	0,42	20,06
Techo de caña y barro	8,87	0,11	22,88
Puertas	0,45	2,22	1,90
Ventana	0,16	6,20	0,84
Ganancia y pérdida			
Verano	428,62 W/h	La vivienda del curaca está dentro de los límites de confort (± 500 W/h) teniendo sólo una pérdida 322,22 W/h	
Inverno	760,84 W/h		

5.2 Colcas circulares y rectangulares

Las colcas encontradas en Huaycán de Pariachi son de formas y ubicaciones diversas, generalmente están asociadas a espacios abiertos que servirían para el secado o una transformación primaria de los productos a almacenarse. Las colcas circulares son profundas y cuentan con lajas incrustadas en las paredes que permiten acceder a la parte profunda de la colca, las rectangulares son menos profundas y aparentemente contaban con un techo. Para el estudio se han considerado únicamente un grupo de colcas circulares y otras rectangulares, ambas colindando con un patio, las circulares, además con el único espacio techado existente.

Las dimensiones de las colcas circulares y rectangulares son presentadas en las tablas 4 y 5 respectivamente.

Tabla 4 – Dimensiones de las colcas circulares

Identificación	Diámetro (m)	Profundidad (m)
Colca 1	0,38	3,13
Colca 2	0,50	3,07
Colca 3	1,10	2,54

Tabla 5 - Dimensiones de las colcas rectangulares

Identificación	Forma	Ancho (m)	Largo (m)	Profundidad (m)
Colca 1	cuadrada	2,25	2,25	1,58
Colca 2	rectangular vertical	0,92	2,25	1,63
Colca 3	rectangular horizontal	2,25	1,10	1,58
Colca 4	cuadrada pequeña	1,42	1,10	2,20

a) Impacto solar sobre piso aledaño

a1) Colcas circulares

Los muros aledaños al piso donde se ubican las colcas circulares producen sombra sobre este y sobre la parte superior de las colcas. En promedio a lo largo del año hay 2,06 horas de sombra, 4,00 horas parcialmente asoleado y 5,25 horas de sol. En el mes de junio es cuando se produce la mayor sombra (2,75 horas) y en diciembre la menor sombra (1,50 horas), igualmente el junio hay menos horas parcialmente asoleado (3,25 horas) y en marzo y setiembre más horas parcialmente asoleado (4,50 horas) y finalmente en el mes de diciembre es cuando hay más sol (6,50 horas) y en junio cuando hay menos sol (4,00 horas).

Estas colcas circulares están parcialmente asoleadas 4,00 horas en promedio y asoleadas 5,25 horas en promedio, por este motivo el suelo aledaño se calienta mucho sobre todo en verano con un impacto de 10,25 horas de sol, sin embargo no necesariamente la colca se calienta igual ya que el contacto con el piso es mínimo.

a2) Colcas rectangulares

Los muros aledaños al piso donde se ubican las colcas rectangulares producen sombra sobre este y sobre la parte superior de las colcas. Estas colcas solo tiene dos muros perimetrales muy cercanos y un patio aledaño de regular magnitud. El mayor asoleamiento se produce en verano y el menor asoleamiento en invierno.

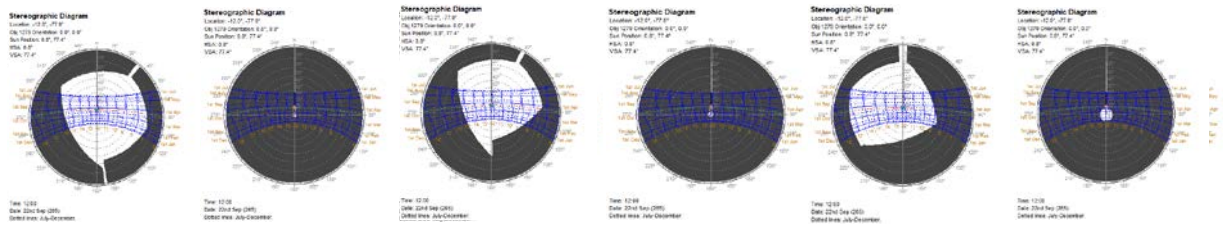
En promedio a lo largo del año hay 2,25 horas de sombra, 8,00 horas parcialmente asoleadas y 1,06 horas de sol. En el mes de setiembre es cuando se produce la mayor sombra (3,5 horas) y en junio y marzo la menor sombra (1,75 horas), igualmente el junio hay menos horas parcialmente asoleado (5,75 horas) y en diciembre más horas parcialmente asoleado (9,00 horas) y finalmente en los meses de diciembre y setiembre es cuando hay más sol (1,25 horas) y en junio cuando hay menos sol (0,75horas).

Estas colcas rectangulares la mayor parte del tiempo están parcialmente asoleadas debido a la cercanía de los muros, por este motivo el suelo aledaño se calienta menos que en el caso de las colcas circulares, sin embargo el contacto del piso con la colca es mayor que en el caso anterior ya que son menos profundas y de mayor dimensión.

b) Ingreso solar a las colcas

b1) Colcas circulares

Se hace el estudio de las obstrucciones respecto de los muros alrededor del patio y los muros que definen la colca (figura 4).



Colca 1 Colca 2 Colca 3

Figura 4. Obstrucción de sol respecto a los muros en la superficie y en el fondo de la colca

Las tres colcas tienen impacto de sol a las 12:00 h en la parte superior y en el fondo de la colca, siendo este último un mínimo impacto, en las colcas 1 y 2 el sol impacta sobre la superficie superior desde las 8:00 h hasta las 15:00 h, en la colca 3 desde las 10:00 h hasta las 17:00 h.

Se hace el estudio del ingreso solar solamente a las 12:00 h en la que la posibilidad de ingreso es el mayor ya que el sol está completamente vertical. Dependiendo del diámetro el ingreso solar será diferente.

La colca 3, que es la de mayor diámetro y de menor profundidad, tiene un mayor porcentaje de ingreso solar (100% en marzo, setiembre y diciembre); la colca 1, que es la de menor diámetro y de mayor profundidad, es la que tiene el menor porcentaje de ingreso solar en especial en el invierno (14%); y, la colca 2, de un diámetro ligeramente mayor y de menor profundidad que la colca 1, tiene un ingreso de sol mayor que la colca 1 (77% en diciembre) pero menor que la colca 3 en especial en verano.

b2) Colcas rectangulares

Se hace el estudio de las obstrucciones respecto de los muros alrededor del patio y los muros que definen las colcas rectangulares (figura 5).

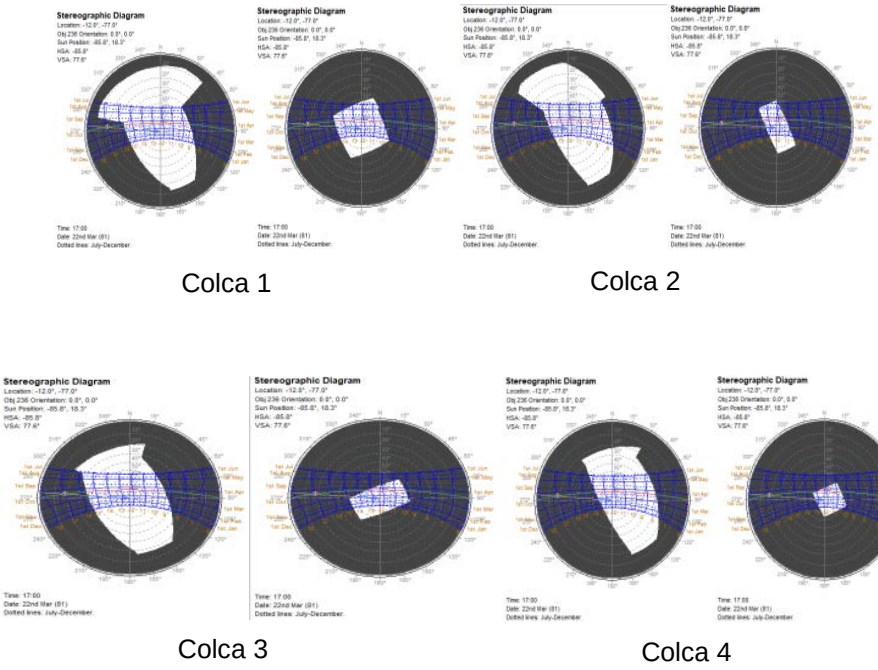


Figura 5. Obstrucción de sol respecto a los muros en la superficie y en el fondo de la colca

Las cuatro colcas tienen impacto de sol a las 12:00 h en la parte superior y en el fondo de la colca, siendo este último menor y su tamaño y forma del ingreso de sol depende de la forma y del tamaño de la abertura.

En la parte superior el impacto en las colcas 1 y 3 es desde las 10:00 h hasta las 15:00 h, y en la colca 2 y 4 desde las 10:00 h hasta las 13:00 h.

En la parte inferior, el impacto en la colca 1 es desde las 11:00 h a 14:00 h; en la colca 2 desde las 11:00 h a 13:00 h en verano y desde las 12:00 h hasta la 13:00 h en invierno; en la colca 3 desde las 11:00 h hasta las 14:00 h en verano, desde mayo a julio no hay sol y en agosto hay sol desde las 11:00 h hasta la 13:00 h; en la colca 4 de mayo a julio no hay sol, el resto del año desde las 11:00 h hasta las 12:00 h.

Se hace el estudio del ingreso solar solamente a las 12:00 h en la que la posibilidad de ingreso es el mayor ya que el sol está completamente vertical. Dependiendo de la abertura el ingreso solar será diferente.

Debido a las dimensiones de las colcas rectangulares y su poca profundidad, el porcentaje de asoleamiento a las 12:00 h es el 100% en todas las colcas.

c) Radiación en piso aledaño

El mayor valor de la radiación se da en los meses de marzo (1.035,80 W/m^2) y octubre (1.018,01 W/m^2) y los valores menores se dan los meses de mayo (340,05 W/m^2) y junio (331,01 W/m^2)

d) Temperatura interna

Se hizo una medición utilizando un termómetro digital laser el día 26 de abril a las 10:45 h Las colcas, dependiendo si están en sombra o impactados por el sol, presentan una menor o mayor diferencia de temperatura entre la parte superior y su piso interior.

d1) Colca circular

Se hizo una medición para evaluar la temperatura de la parte superior de la colca circular comparándolo con el piso interno de la misma. Hay colcas que a la hora de la medición estaban en sombra y se encontró que la temperatura de la parte superior es de 26,9°C y en la parte inferior de la colca la temperatura es de 24,8°C, la diferencia de temperatura entre ambas es de 2,1°C, las colcas ubicadas en la zona asoleada presentaron en su parte superior una temperatura en promedio de 39,2°C y en la parte inferior una temperatura en promedio de 26,6°C, siendo la diferencia de temperaturas de 12,6°C en promedio, la temperatura del piso interno es más estable que en la parte superior que está expuesta al sol y viento.

d2) Colca rectangular

Se hizo una medición para evaluar la temperatura de la parte superior de la colca rectangular comparándolo con el piso interno de la misma, esta última se midió en sol y en sombra.

En zona asoleada externa la temperatura conseguía en promedio un valor de 43,9°C, la zona asoleada interna tiene en promedio un valor de 37,7°C y la zona en sombra un valor de 29,5°C en promedio; la diferencia de temperatura entre el piso exterior de la colca y el piso interior asoleado en promedio es de 6,2°C, la diferencia de temperatura entre el piso exterior de la colca y el piso interior en sombra es en promedio 14,4°C, la temperatura del piso interno es relativamente estable.

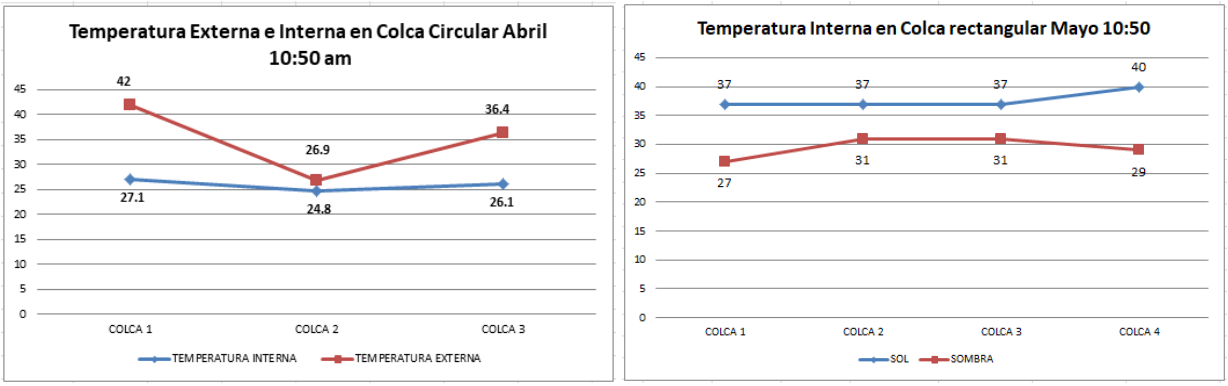


Figura 6. Temperatura externa e interna de las colcas estudiadas

e) Evaluación del impacto del viento sobre las edificaciones

No existe impacto del viento debido a que las colcas son subterráneas por lo tanto no habrá enfriamiento, excepto en la parte superior de la colca que en este caso tiene menor importancia debido a su dimensión.

6. CONCLUSIONES

- Se mostró que la tapia termo regula la edificación generando temperaturas en confort tanto en verano como en invierno.
- La tapia es eficiente conservando el calor que consigue en los momentos de mayor temperatura exterior y reduce el paso del calor en los momentos de mayor temperatura exterior.

- A lo largo del año la ganancia de calor durante el día no es considerable, en especial a las horas en la que la radiación sobre superficie horizontal o levemente inclinada es muy alta, por lo que se deduce que la tapia no es muy eficiente para permitir el ingreso de calor cuando la temperatura exterior es más alta, lo que genera confort al interior de los ambientes.
- En las colcas hay una relación directa entre la forma y profundidad en relación a la temperatura que se quiere lograr, ya que si la superficie es grande y tiene poca profundidad la temperatura será mayor, inclusive se puede lograr que el sol impacte sobre el producto que se almacena si es necesario.
- Al hundir las edificaciones destinadas al almacenaje de productos se logra estabilizar la temperatura independiente de su profundidad.
- Al hundir las edificaciones se logra igualmente un descenso de la temperatura a pesar de que el sol impacte sobre el piso interior de la colca.
- Al reducir el área de ingreso e incrementar la profundidad de la colca la temperatura interna tiende a disminuir en 3,10°C tanto por la mayor profundidad como porque el sol ya no logra ingresar o ingresa en época de sol muy vertical únicamente.
- Se puede concluir que Huaycan de Pariachi estaba también pensado en función a los vientos, ya que las terrazas al ir descendiendo junto con la edificación van quedando en sombra de viento, disminuyendo así el movimiento del aire, pero no eliminándolo, lo que permitía que los productos que estaban siendo procesados para ser almacenados tenían una ventilación adecuada.
- El impacto medio ambiental del centro arqueológico es mínimo ya que está construido con tapia el cual tiene poca energía incorporada en su construcción y por lo tanto emite bajos gases de efecto invernadero.
- El centro arqueológico Huaycán de Pariachi está edificado pensado en función al clima (sol, vientos) a fin de otorgar las mejores condiciones termo físicas. Los antiguos peruanos conocían muy bien el desplazamiento del sol en especial por su actividad económica principal que era la agricultura y que dependía del recurso para su desarrollo.

Se puede concluir además que la arquitectura de Huaycan de Pariachi se relacionaba con las variables climáticas del lugar, con las necesidades físicas, culturales, económicas y sociales de la sociedad Prehispánica Inca.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bernabé Berrospi, L. A. (2011) Distrito Ate perfil demográfico, edad y género a nivel distrital y zonal Boletín Estadístico Nº 001. Disponible en: http://www.muniate.gob.pe/ate/files/documentoEstadistica/2011/boletin_estadistico_n_01_2011.pdf

Bueno, A. (1974). Cajamarquilla y Pachacamac: dos ciudades de la costa central del Perú. Boletín Bibliográfico de Antropología Americana v. 37, n. 46, p. 171-201

Fe Córdova, M. (2009) Arqueología de Lima: Huaycán de Pariachi. Cuaderno de patrimonio cultural 3.INC- Biblioteca Nacional Lima.

Guevara, M.A., Ego Aguirre, B. (2016) Evaluación del comportamiento térmico del palacio de Puruchuco, ubicado en el valle del Rímac, Lima, Perú. 16º Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra. Asunción, Paraguay: FADA-UNA/PROTERRA/CEDES/hábitat

Jiménez Borja, A. (1988). Puruchuco. Serie Perulibros. Lima, Perú: Biblioteca Nacional del Perú

Napan, M., Romero, L. A. (2015). Reflexiones en torno al patrimonio cultural: Huaycán de Pariachi. Disponible: http://annalicemoshist8ria.blogspot.pe/2015/04/reflexiones-en-torno-al-patrimonio_18.html

Rostworowski , M. (1978). Señoríos indígenas de Lima y Canta. Lima: Editorial Instituto de Estudios Peruanos

Santillana, J. (2008). Economía prehispánica en el área andina (período intermedio temprano, horizonte medio y período intermedio tardío). En: Lumbreras L., Kaulicke, P., Santillana, J., Espinoza, W., Compendio de historia económica del Perú. Lima: Banco Central de Reserva del Perú, IEP. p. 231-314. Disponible en http://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/libros/historia/1-economia-prehispanica.pdf

Senamhi, (2018), Oficina de estadística. Disponible en: http://www.senamhi.gob.pe/?p=data-historica

Villacorta L. F. (2003). Palacios y ushnus: curacas del Rímac y gobierno inca en la costa central. Boletín de Arqueología PUCP, n.7. p.151-187

AUTORAS

María Angélica Guevara Lactayo, Arquitecta. Universidad Nacional de Ingeniería, Maestría en Ciencias especialidad Arquitectura en Universidad Nacional de Ingeniería, Docente retirada del Área de Acondicionamiento Ambiental en la Facultad de Arquitectura, Universidad Ricardo Palma, Lima-Perú. Expositora en TerraBrasil 2008, 2012, 2014 y 2016, SIACOT 2009, 2015 y 2016, Ekotectura 2014 y 2016, Secretaria de la Asociación Peruana de Arquitectura Unidos por un Planeta Mejor APAUP, Directora del Proyecto.

Bellice Ego-Aguirre Bazán, Arquitecta Universidad Ricardo Palma. Maestría en Arquitectura Bioecológica y Tecnologías Aplicadas para el Ambiente, Universidad de los Estudios de Florencia-Italia. Docente Facultad de Arquitectura- Universidad Ricardo Palma. Lima, Perú de los cursos Taller 9, Acondicionamiento Ambiental I y Acondicionamiento Ambiental II, Expositora en Ekotectura 2016, Presidenta de la Asociación Peruana de Arquitectura Unidos por un Planeta Mejor APAUP. Gerente General de Bellice Construcción y Proyectos S.A.C.

TerraBrasil 2018
Território e trabalho: a produção da arquitetura com terra no Brasil
VII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Rio de Janeiro-RJ (Brasil), 30 de outubro a 2 de novembro de 2018
http://redeterrabrasil.org

ESTUDO DO DESEMPENHO E CONFORTO TÉRMICO EM EDIFICAÇÃO DE SOLO-CIMENTO EM CAMPO GRANDE, MATO GROSSO DO SUL

Ana Paula da Silva Milani[1]; Jean Vitor Vieira[2]

Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia, UFMS, Campo Grande, MS, Brasil

[1]ana.milani@ufms.br; [2]vieira.jean92@gmail.com

Palavras-chave: índice PMV, índice PPD, transmitância térmica, atraso térmico, fator solar

Resumo

A fim de regulamentar as características necessárias para um material ter um bom desempenho térmico, existem normas as quais garantem valores limites para as características termofísicas dos materiais, relacionando os mesmos ao ambiente, sendo possível identificar se o material em questão é recomendado para a localidade prevista e se irá garantir um desempenho térmico mínimo, no qual seus usuários possam sentir-se em conforto. Neste contexto, o presente estudo avalia o comportamento e o conforto térmico de um ambiente construído com vedação vertical de solo-cimento e verifica a correlação entre as variáveis térmicas, ambientais e o desempenho térmico desta edificação. Para tal, foram seguidas as recomendações do método de medição da NBR 15575 e do método prescritivo da NBR 15220 para avaliação do comportamento térmico da edificação. O conforto térmico seguiu as recomendações e parâmetros da ISO 7730 por meio do cálculo do voto médio estimado e índice de pessoas insatisfeitas, acrescido de um questionário qualitativo sobre a edificação e a sensação térmica do usuário. Em relação ao desempenho e conforto térmico, a utilização do solo-cimento mostrou-se favorável para uso nas vedações verticais, sendo possível estabelecer uma correlação indireta entre o desempenho e conforto térmico das paredes de solo-cimento, uma vez que os critérios verificados, em sua maioria, satisfizeram as recomendações das normas e foram confirmados pela sensação de conforto explanada pelos usuários.

1 INTRODUÇÃO

Conforme o avanço de novos sistemas construtivos surge a necessidade de melhor caracterização de diferentes parâmetros para os materiais que compõem esses sistemas. O comportamento térmico dos materiais difere entre si, necessitando melhor análise quanto às peculiaridades de cada um, principalmente em relação ao aproveitamento das suas potencialidades físico-térmicas diante de climas específicos de cada região. O objetivo de estudos realizados em novos sistemas construtivos vai além de sua estabilidade estrutural, rapidez na execução e baixos custos; eles devem, por sua vez, apresentar desempenho térmico adequado para garantir conforto aos usuários e menor consumo de energia, quando aliado ao condicionamento artificial das edificações.

Segundo Lamberts et al. (2010), os conceitos de comportamento térmico e desempenho térmico apresentam distinções entre eles. O comportamento térmico é a resposta da edificação às variáveis climáticas e desgaste do ambiente. Quando ocorre correlação entre o comportamento térmico e o conforto térmico dos usuários tem-se a avaliação do desempenho térmico. Portanto, é necessária uma análise do comportamento térmico do material, para um conforto térmico adequado à utilização, de forma que se evidencie um bom desempenho térmico.

Gonçalves e Gomes (2012) deram ênfase ao considerável desempenho térmico de paredes de terra, atribuindo, à sua massa térmica, a baixa condutividade térmica e a capacidade de promover uma regulação da umidade relativa entre ambientes, fato este importante para o bom comportamento térmico do material, sendo responsável por maior inércia térmica e isolamento acústico das edificações.

Didoné (2015) comparou o comportamento térmico de uma edificação construída com blocos de solo-cimento com uma de bloco cerâmico, a fim de verificar o atendimento aos requisitos mínimos normativos para o desempenho térmico. Ambas as edificações, localizadas na mesma região climática, contavam com área construída em torno de 100m^2 e semelhantes tipos de aberturas e cobertura. A referida autora comprovou a superioridade da edificação com paredes de solo-cimento. Através de medições in loco e cálculos prescritivos na zona bioclimática ZB6 obteve para o material de solo-cimento as seguintes propriedades físico-térmicas: condutividade térmica de 0,38 W/(m×K), calor específico de 1,30 kJ/(kg×K) e massa específica de 1890 kg/m³; resultando em propriedades de transmitância térmica (U), atraso térmico (Φ), e fator solar (FSo) favoráveis ao material em questão para aplicação em edificações na zona estudada, atendendo as recomendações da NBR 15220 (2005-2008).

A fim de regulamentar as características necessárias para um material garantir adequado desempenho térmico, existem normas que estabelecem valores limites para as propriedades termofísicas dos materiais, relacionando os mesmos ao ambiente, sendo possível identificar se determinado material é recomendado para a localidade prevista e se ele garante um desempenho mínimo, no qual seus usuários possam sentir-se em conforto. Atualmente, está em vigor no Brasil a NBR 15220 (2005-2008) que descreve uma padronização nas características construtivas para diversos materiais, com finalidade de apresentar um método prescritivo de análise do desempenho térmico relacionado a diferentes zonas climáticas do Brasil, para indicação e verificação se o material empregado possui um desempenho térmico adequado a sua utilização. Já a NBR 15575 (2013) dividida em seis partes estabelece níveis mínimos de desempenho e métodos de avaliação para diversos sistemas construtivos, atribuindo parâmetros de comparação e metodologia para análise do desempenho térmico da edificação.

Considerando o desempenho térmico da edificação pela sensibilidade do usuário, há variáveis subjetivas relacionadas diretamente a utilização do meio que não são mensuradas nestas normas brasileiras. As sensações do usuário podem afetar diretamente a percepção ao aspecto térmico do ambiente, sendo necessárias metodologias conjuntas para o estudo mais completo, relacionando o desempenho com o conforto térmico. A ISO 7730 (2005) descreve uma metodologia para estimar o conforto térmico dos usuários por meio de variáveis climáticas e fatores pessoais, estimando a sensação térmica para o corpo como um todo e o índice de pessoas insatisfeitas com o ambiente no quesito conforto térmico.

Para este estudo, foi realizada a análise do desempenho térmico do sistema construtivo taipa de pilão estabilizada com cimento, juntamente com o levantamento da percepção dos usuários da edificação de solo-cimento, a fim de relacionar o conforto térmico dos usuários e o desempenho térmico desta edificação em situações diferentes de uso de ventilação.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Escolha da edificação

A edificação escolhida para este estudo tem 64 m^2 de área construída e está localizada no canteiro experimental do curso de arquitetura, localizado dentro do complexo da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). A edificação é de taipa de pilão estabilizada com cimento, de cor avermelhada, com espessura aproximada de 23 cm e cobertura com telhas metálicas tipo sanduiche (isolamento com isopor). Sua fachada oeste, voltada para a rua da universidade, recebe radiação direta no período da tarde. A edificação é usada por alunos do curso de arquitetura e engenharia civil e por professores da UFMS no horário comercial de segunda-feira a sexta-feira.

Segundo ABNT 15575 (2013), os ambientes considerados para avaliação térmica são dormitórios e salas, por possuírem maior utilização pelos usuários, além de recomendar uma análise da situação mais crítica do ponto de vista térmico. A edificação estudada é dividida em quatro ambientes, com um corredor aberto separando uma sala e um banheiro de outra sala e um depósito, sendo que a sala hachurada na figura 1 se volta para oeste e

recebe maior parte de radiação durante o dia, sendo assim o foco do estudo. A figura 2 apresenta as fachadas oeste e sul da edificação estudada

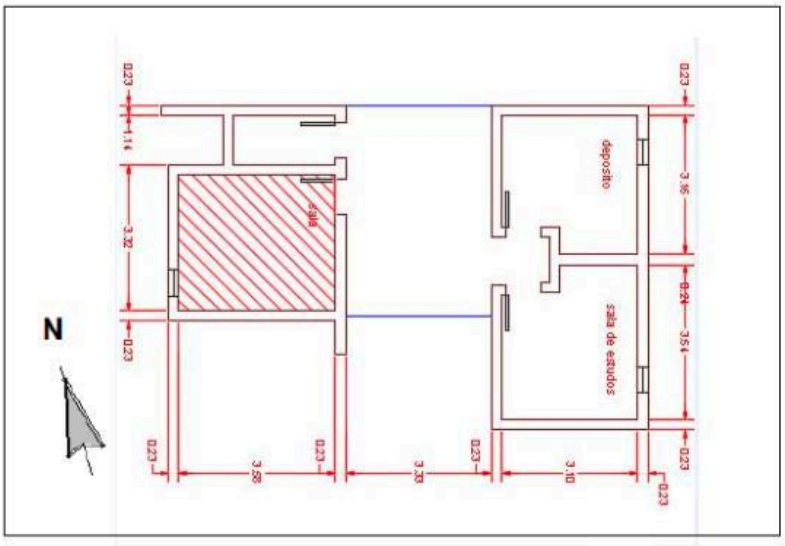


Figura 1. Planta da edificação de solo-cimento (crédito: J. V. Vieira)



Figura 2. Edificação de taipa de pilão estabilizada com cimento: a) Fachada oeste b) Fachada sul (crédito: J. V. Vieira)

2.2 Monitoramento

A análise do desempenho e conforto térmico deu-se em duas diferentes condições de uso para a regulagem da temperatura do ambiente: por ar condicionado ou por ventilação natural através da porta e janela basculante. Seguindo a recomendação da NBR 15575 (2013) os períodos de monitoramento selecionados foram separados em três dias, os quais foram selecionados para uma avaliação específica o terceiro dia de cada período. O ambiente foi analisado com as atividades normais dos usuários em uso. As particularidades do monitoramento efetuado são apresentadas na tabela 1.

Tabela 1 – Período de monitoramento da edificação

Período	Condição do ambiente
29/11/17 a 1/12/17	ar condicionado
5/12/17 a 7/12/17	ventilação natural

2.3 Variáveis climáticas

a) Umidade e temperatura do ar

Para as medições in loco de umidade e temperatura, interna e externa, foram utilizados sensores tipo HOBO[1] com faixa de operação de 0 a 95%. O aparelho foi localizado próximo ao centro do ambiente, a uma altura de 1 m (figura 3).

Após as medições nos períodos determinados, os dados foram transferidos para o software específico do aparelho, exportados para o formato Microsoft Oficce Excel 2010, e posteriormente analisados por meio de gráficos que relacionam temperatura e umidade relativa do ar e que indicam o comportamento térmico ambiente.

b) Temperatura radiante

Para análise da temperatura radiante média foi utilizado um termômetro de globo[2], aferindo a medição de três temperaturas através do bulbo úmido, bulbo seco, e temperatura de globo (figura 3). Seguiu-se a calibração e coleta de dados aferidos no manual do mesmo para posterior cálculo da temperatura radiante média durante o dia em análise.

c) Velocidade do vento

Para aferição da velocidade do vento foi utilizado um termo anemômetro digital portátil de fio quente – TAFR-180 (figura 4), que opera na faixa de 0,2 a 20,0 m/s.



Figura 3. Ambiente internamente monitorado com termômetro de globo (crédito: J. V. Vieira)



Figura 4. Anemômetro digital portátil de fio quente (crédito: J. V. Vieira)

2.4 Avaliação do desempenho térmico

a) Método de medição

Para avaliação do desempenho térmico da edificação de solo-cimento seguiu-se as diretrizes da NBR15575 (2013). Foi aplicado o método de medição das variáveis climáticas nos períodos estabelecidos no presente estudo e posteriormente realizado a análise comparativa entre as temperaturas máximas aferidas, internamente e externamente, obtendo uma classificação relativa ao desempenho térmico do sistema construtivo que compõe a edificação em função da ZB6.

[1] fabricado pela empresa ONSET Computer Corporation

[2] Instrutherm

b) Método prescritivo

Através de uma revisão bibliográfica foram obtidos valores das propriedades físico-térmicas do solo-cimento. Em seguida, foram realizados os cálculos prescritivos, conforme NBR 15220 (2005-2008), para fim de caracterizar o desempenho térmico do material para a ZB6, obtendo valores referentes a transmitância térmica (U), atraso térmico (Φ), e fator solar (FSo) para relacionar com as recomendações desta norma.

2.5 Avaliação do conforto térmico

A sensação térmica para os usuários pode ser prescrita através do cálculo do índice voto médio estimado (PMV). Associado ao PMV pode-se obter o cálculo de pessoas insatisfeitas com o ambiente (PPD), estimando assim, uma porcentagem de usuários que gostariam que o conforto térmico interno da edificação estivesse diferente do calculado.

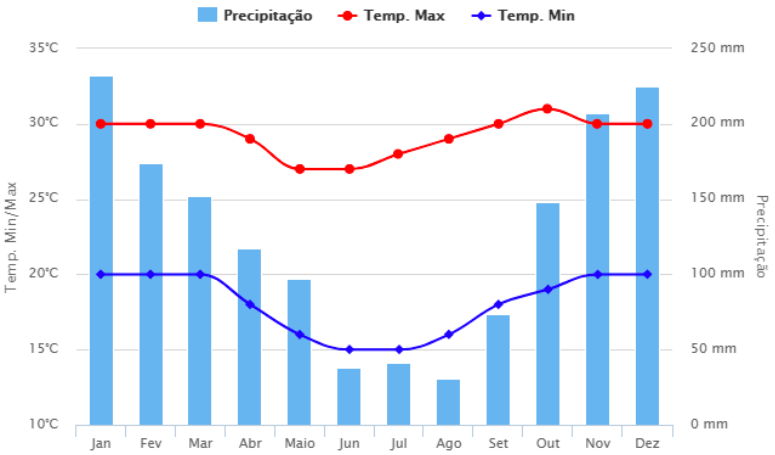
Como método avaliativo do conforto térmico foram utilizados os equipamentos prescritos no método de medição da NBR15575 (2013) para obtenção das variáveis climáticas in loco, juntamente com os parâmetros térmicos da ISO 7730 (2005) para determinação dos índices PMV e PPD. As variáveis pessoais, atividade desempenhada e vestimenta, foram aferidas de acordo com a primeira parte do questionário aplicado aos usuários nos dias escolhidos para análise de desempenho térmico da edificação, ou seja, nos dias 1/12/17 e 7/12/17, no período das 9:30 h às 17:00 h. Já a segunda parte do questionário, de caráter subjetivo, diz respeito à qualificação do ambiente através de perguntas quanto a sensação térmica do usuário, posteriormente comparados com os resultados obtidos pelas normas referidas.

Os dados obtidos foram retirados de equipamentos e adaptação dos métodos prescritos na ISO 7730 (2005) para posterior análise por meio de gráficos gerados pelo software Microsoft excel 2010 e cálculos conforme o software análises 1.5 para determinação dos índices PPD e PMV e posteriormente comparado com o desempenho térmico da edificação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização do período monitorado

Analisando as duas situações em estudo por meio de medições in loco no período de 29/11/17 a 1/12/17 e 5/12/17 a 7/12/17, foram relacionados os parâmetros de temperatura com dados obtidos pelo climatograma da cidade de Campo Grande segundo fonte do INMET em um período de 30 anos (1961-1991) (figura 5) com objetivo de caracterização de dia típico do período com base na temperatura máxima e mínima prevista para a época.



Dia monitorado	T_{max} (°C)	T_{min} (°C)
29/11/17	29,2	22,6
30/11/17	25,2	20,7
1/12/17	27,1	20,1
5/12/17	27,4	25,2
6/12/17	27,9	25,2
7/12/17	29,0	22,4

Figura 5. Normais climatológicas de 30 anos e dias monitorados em 2017 de Campo Grande (crédito: J. V. Vieira)

Conforme os limites prescritos de temperatura máxima (T_{max}) e mínima (T_{min}) tem-se que os dias monitorados no presente estudo caracterizam-se como dia típico de verão para o

período correspondente, os quais respeitam os limites estabelecidos para a cidade de temperatura máxima 30°C e mínima 20°C para o período indicado de novembro e dezembro. Apesar da verificação de dia típico para o período, o dia 30/11/2017 teve amplitude térmica menor e menor temperatura máxima aferida, devido a chuvas torrenciais.

3.2 Método de medição para avaliação do desempenho térmico

Segundo a NBR15575 (2013), o critério de avaliação de desempenho térmico para condições de verão da ZB6 é que a temperatura externa máxima ($T_{e,max}$) nos dias típicos monitorados deve ser maior que a temperatura interna máxima ($T_{i,max}$) medida, e atribui os seguintes níveis de desempenho: mínimo $T_{i,máx} \leq T_{e,máx}$; intermediário $T_{i,máx} \leq (T_{e,máx} - 2°C)$; e superior $T_{i,máx} \leq (T_{e,máx} - 4°C)$.

Assim, tem-se a classificação da edificação com parede de solo-cimento na situação de uso com ar condicionado o nível de desempenho térmico intermediário (figura 6a) e na situação de uso da ventilação natural o nível de desempenho térmico mínimo (figura 6b).

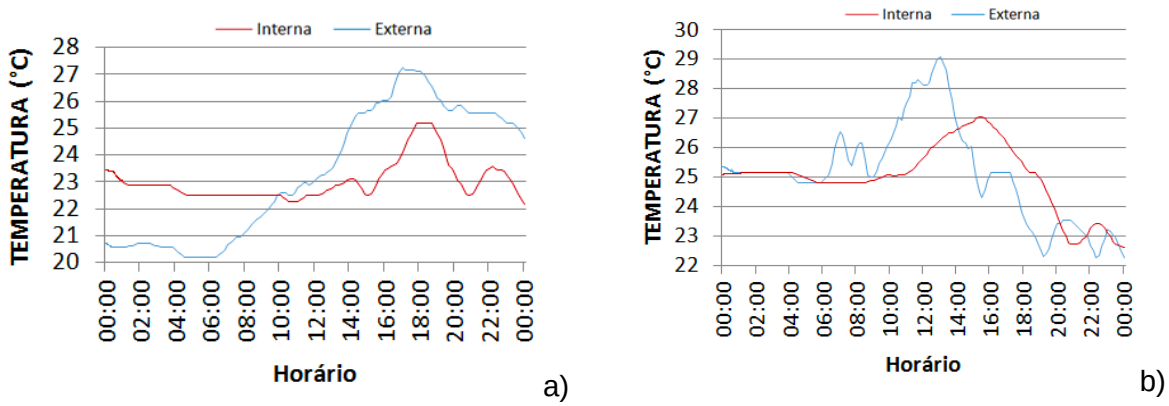


Figura 6. Temperaturas interna e externa: a) Ambiente com ar condicionado – 1/12/17; b) Ambiente com ventilação natural – 7/12/17 (crédito: J. V. Vieira)

3.3 Método prescritivo para avaliação de desempenho térmico

Para cálculos dos parâmetros térmicos transmitância térmica (U), atraso térmico (Φ), e fator solar (FSo) do sistema construtivo taipa de pilão estabilizada com cimento foram utilizadas as equações prescritas e procedimentos de cálculo da NBR 15220 Parte 2 (2008) e Parte 3 (2005). Como propriedades físico-térmicas do material solo-cimento compactado foi utilizado os valores massa específica aparente seca (ρ), condutividade térmica (λ) e calor especifico (c) da análise dos resultados da revisão bibliográfica de Didoné (2015) (tabela 2).

A NBR 15220 (2005-2008) propõe para vedações externas de edificações na ZB6 os valores de U ≤2,20 W/(m².K), de Φ≥6,5 horas e de Fso ≤3,5%. Assim, no aspecto transmitância térmica (U) e atraso térmico (Φ), as propriedades relatadas por Marques, Castro e Isaac (2009), Ferreira (2003) e Adam e Jones (1995) resultaram em uma parede com desempenho térmico satisfatório segundo as recomendações desta norma. Tendo em vista o fator solar (Fso), nenhum dos valores da tabela 2 gerou resultado satisfatório com Fso ≤3,5%, sendo que o uso das propriedades físico-térmicas de Marques, Castro e Isaac (2009) nos cálculos dos parâmetros térmicos foi o que mais se aproximou da recomendação da NBR 15220 (2005-2008).

O desempenho térmico da parede de solo-cimento deu-se de forma satisfatória, exceto no quesito fator solar (tabela 2). O alto fator solar deve-se ao elevado valor da absortância do componente da envoltória, que está relacionado com a cor avermelhada do solo utilizado na execução da taipa de pilão. Milani (2008) observou que o desempenho térmico do material pode variar e, por isso, devem-se considerar características específicas do solo-cimento, tais como massa especifica aparente e cor do solo para obter o desempenho térmico real da edificação estudada.

Tabela 2. Propriedades e parâmetros de desempenho térmico da parede de solo-cimento

Referências citadas por Didoné (2015)	ρ (kg/m³)	λ (W/m×k)	c (kj/kg×K)	U (W/m²×K)	Φ (horas)	FSo (%)
Marques, Castro e Isaac (2009)	1890	0,38	1,30	1,65	13,47	4,89
Meukan et al (2004)	1807	0,95	0,9	4,13	6,93	12,23
Ferreira (2003)	1868	0,49	0,75	2,13	8,96	6,31
Adam e Jones (1995)	1820	0,41	0,83	1,78	10,17	5,28
Adam e Jones (1995)	1920	0,55	0,83	2,39	9,02	7,08
Adam e Jones (1995)	1840	0,51	0,83	2,22	9,17	6,56
Walker e Maniatidis (2003)	1800	0,525	1,83	2,28	13,27	6,76

3.4 Conforto térmico com uso do ar condicionado

Para o dia 1/12/17 foram aplicados seis questionários durante o período de utilização da sala monitorada, sendo o comportamento dos usuários quanto a atividade exercida e vestimenta calculados segundo prescrições da ISO 7730 (2005), no qual se obteve atividade de escritório/sedentária, correspondente a uma taxa metabólica de 1,2 met e parâmetros de vestimenta de 0,27 clo.

Na figura 7 observa-se a tendência do ambiente para o frio até às 13:00 h, a neutro, entre das 13:00 h a 14:00 h, e posteriormente a levemente frio no restante do período analisado. Por meio do questionário relacionado à sensação térmica aplicado aos usuários às 15:30 h, observou-se uma tendência à sensação levemente fria pela maioria dos entrevistados (66%) em relação a temperatura no momento da entrevista, sendo condizente com resultado da análise da figura 7, a qual para o período tem-se PMV=-0,84, correspondente a sensação levemente frio prescrito na ISO 7730 (2005).

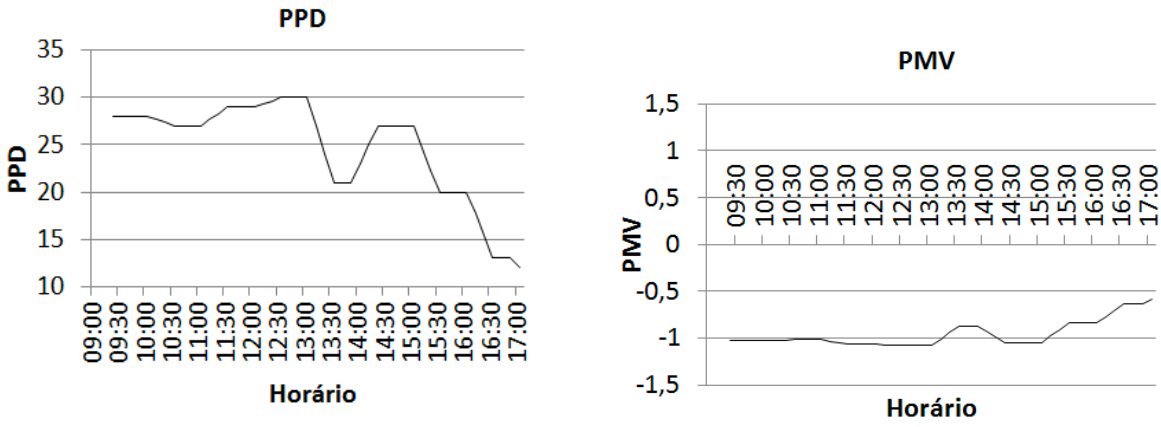


Figura 7. Índice de insatisfação PPD e Voto médio estimado (PMV) do dia 1/12/17 (crédito: J. V. Vieira)

O uso do ar condicionado influenciou diretamente nos resultados obtidos, uma vez que o conforto térmico é de caráter pessoal, cujo percentual de pessoas insatisfeitas atingiu o pico das 12:30 h às 13:00 h de 30% (figura 7).

Como parâmetro, a ISO 7730 (2005) considera que, para um ambiente ser considerável confortável, o índice de insatisfação deve ser menor que 10%, e, portanto, o ambiente não atendeu este quesito. Porém, quando comparado com a resposta dos questionários sobre

como qualificaria o ambiente em relação ao conforto térmico, nota-se que 66% dos usuários classificaram qualitativamente o ambiente como confortável.

3.5 Conforto térmico com uso da ventilação natural

Para o dia 7/12/17 foram aplicados cinco questionários durante o período de utilização da sala monitorada, sendo o comportamento dos usuários quanto a atividade exercida e vestimenta calculados segundo prescrições da ISO 7730 (2005), no qual se obteve atividade de escritório/sedentária, correspondente a uma taxa metabólica de 1,2 met e parâmetros de vestimenta de 0,27 clo.

Por meio do questionário sobre a sensação térmica do usuário em relação a temperatura, foi observado, às 16:30 h, tendência a sensação térmica de levemente quente pela maioria dos entrevistados (75% dos usuários), condizente com resultado da figura 8, a qual para o período tem-se PMV=0,27, correspondente a sensação levemente quente prescrita na ISO 7730 (2005).

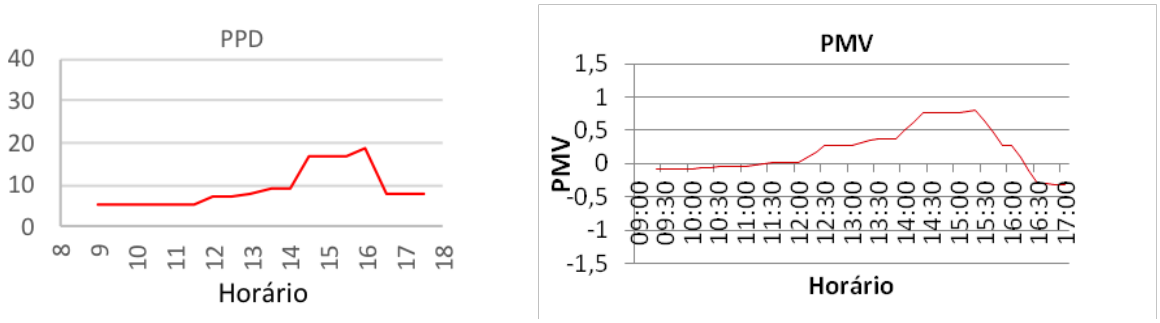


Figura 8. Índice de insatisfação PPD e voto médio estimado (PMV) do dia 7/12/17 (crédito: J. V. Vieira)

Conforme recomendação da ISO 7730 (2005), o PPD não pode ser maior a 10%, o que foi atendido das 9:00 h às 14:00 h e posteriormente das 16:00 h até às 17:00 h, sendo qualificado o ambiente como confortável. Em resposta ao questionário sobre como qualificaria o ambiente em relação ao conforto térmico, todas as pessoas entrevistadas classificaram o ambiente como confortável, estando de acordo com o resultado analisado segundo a norma.

O uso da ventilação natural no ambiente analisado mostrou-se eficiente sobre o aspecto de manutenção de conforto térmico dos usuários. Nesta situação, a edificação com parede de solo-cimento apresentou pouca variação de temperatura e de umidade ao longo do dia e atendeu aos critérios de conforto térmico estabelecidos na ISO 7730 (2005), corroborando que o ambiente apresenta desempenho térmico adequado, necessitando de pouco uso do ar condicionado para manter o mesmo em condições de conforto térmico.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização do solo-cimento mostrou-se favorável para uso como vedações verticais em relação ao desempenho e conforto térmico.

Em relação ao desempenho térmico, a edificação atendeu aos critérios mínimos estabelecidos pelo método de medição da NBR15575 (2013). Em referência aos critérios do método prescritivo da NBR15220 (2005-2008), a taipa de pilão estabilizada com cimento atendeu aos requisitos estabelecidos para a ZB6, com exceção do fator solar, que, principalmente pela cor avermelhada do solo utilizado proporcionou maior valor da absortância.

O conforto térmico da edificação mostrou uma tendência a levemente frio com o uso do ar condicionado e confortável com o uso da ventilação natural de acordo com a ISO 7730 (2005). O resultado dos questionários aplicados aos usuários sobre a sensação térmica

durante o uso do ambiente refletiu os resultados encontrados nas normas de conforto térmico, apontando para uma edificação confortável termicamente.

Logo, evidenciou-se uma correlação entre desempenho térmico e conforto térmico da edificação de solo-cimento, uma vez que os mesmos alcançaram os parâmetros das respectivas normas e houve a confirmação de um ambiente confortável pelos usuários.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Didoné, K. R. (2015). Contribuição no estudo de propriedades do solo cimento para o desempenho térmico das edificações na zona bioclimática 6. Dissertação de mestrado profissional. Campo Grande: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Gonçalves, T. D.; Gomes, M. I. (2012). Construção de terra crua: Potencialidades e questões em Aberto. Atas das Jornadas LNEC Engenharia para a Sociedade, Investigação e Inovação: Cidades e Desenvolvimento. Lisboa: LNEC

ISO 7730 (2005): Moderate thermal environments – Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort. Geneva: International Organization for Standardization

Lamberts, R; Ghisi, E; Pereira, C. D; Bastista, J. O. (2010). Casa eficiente: Bioclimatologia e desempenho térmico. Florianópolis: UFSC/LabEEE, v.1

Milani, A. P. S. (2008). Avaliação física, mecânica e térmica do material solo-cimento-cinza de casca de arroz e seu desempenho como parede monolítica. Tese de doutorado. Campinas: Universidade Estadual de Campinas.

NBR 15220 (2005-2008). Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas

Parte 1 (2005): Definições, símbolos e unidades.
Parte 2 (2008): Métodos de cálculos da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações.
Parte 3 (2005): Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações uni familiares de interesse social.
Parte 4 (2005): Medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo princípio da placa quente protegida
Parte 5 (2005): Medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo método fluximétrico

NBR 15575 (2013). Edificações habitacionais — Desempenho. 6 partes. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas

AUTORES

Ana Paula da Silva Milani, doutora em construções rurais e ambiência, professora associada da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS, membro da Rede PROTERRA e da Rede TerraBrasil; coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Eficiência Energética e Sustentabilidade da UFMS.

Jean Vitor Vieira, acadêmico de engenharia civil na Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul.

ARQUITETURA DE TERRA: EMPREGO ATUAL E DESEMPENHO TÉRMICO

Maria Virgínia Simão Peixoto[1]; Paula Rocha Leite[2]

Centro Universitário de Belo Horizonte - UNIBH/Rede TerraBrasil, Brasil,

[1]ninnaspeixoto@gmail.com; [2]paula.rocha@aresarquitetura.com.br

Palavras-chave: adobe, desempenho térmico de paredes, NBR 15220, NBR 15575, zona bioclimática

Resumo

O mercado da construção civil brasileira muitas vezes utiliza apenas sistemas construtivos convencionais nas suas edificações, seja pela falta de conhecimento técnico do potencial da arquitetura de terra ou pela ausência de regulamentação nacional sobre o tema. Diante disso, foi detectada a necessidade de um estudo mais aprofundado sobre a viabilidade do emprego da terra em edifícios residenciais, considerando as premissas da NBR 15575: Edificações Habitacionais – Desempenho. O objetivo deste trabalho é demonstrar que o adobe, amplamente utilizado ao longo da história da civilização, pode voltar a ser empregado na restauração de edifícios antigos e, também, na construção dos novos. Quando associado a soluções arquitetônicas adequadas ao ambiente, a edificação erguida com terra pode apresentar bom desempenho termo-energético, inclusive atendendo à NBR 15575 e contribuindo para a sustentabilidade ambiental. O trabalho apresenta um breve histórico da tecnologia construtiva com terra e questões relacionadas à desempenho térmico de edificações. A metodologia aplicada visa demonstrar o comportamento térmico do adobe, através de cálculos de transmitância e capacidade térmica, considerando as 8 zonas bioclimáticas brasileiras. Por fim, foi avaliado o nível de atendimento do sistema à NBR 15575 para cada zona, através do método de avaliação prescritivo sugerido pela NBR 15220-2. Foram determinadas as principais características de geometria apresentadas pelos adobes encontrados no comércio local e argamassas empregadas. Os parâmetros de desempenho exigidos pela NBR 15575 deram respaldo técnico no desenvolvimento de diretrizes para obtenção do conforto térmico das edificações. O estudo aponta para a possibilidade real de emprego do adobe nas construções atuais, considerando que o mesmo apresenta capacidade de promover conforto térmico, quando empregado, atendendo a determinados parâmetros construtivos que garantem seu bom desempenho térmico nas diferentes zonas bioclimáticas no país, dentre eles: espessura mínima da parede, diretamente relacionada a dimensões mínimas da peça e espessura mínima das camadas de revestimento.

1 INTRODUÇÃO

O processo civilizatório é necessariamente impactante em nosso planeta. Torna-se necessário observar os limites de potencialidades que podem ser legitimamente utilizados pelo homem. “A sobrevivência da sociedade sempre dependeu da manutenção do equilíbrio entres as variáveis de população, recursos naturais e meio ambiente” (Rogers; Gumuchdjian, 1997, p. 3).

Ao longo da história da civilização, a arquitetura procurava sempre se adequar ao seu meio de inserção, através da utilização de matéria prima local encontrada na própria natureza, como a terra.

A partir da revolução industrial, o modelo de construções e, consequentemente, de cidades passam por um processo de modificação, com a ampliação do emprego de materiais industrializados, propiciando o crescimento da cidade, produção de construções mais arrojadas e de maior porte e, consequentemente, um meio ambiente insustentável. Neste sentido, nosso padrão de comportamento econômico e social pode ser apontado como uma das principais causas da destruição do equilíbrio ecológico. No entanto, pela primeira vez na história da humanidade, nota-se a constituição de uma sociedade globalizada capaz de

perceber a extensão deste problema em todas as suas dimensões: econômica, política, social e ecológica. (Rogers, Gumuchdjian, 1997; Altvater, 1995).

A maior parte do dano ao meio ambiente, causado pela a atividade humana, dentre elas, a construção civil, é irreversível. No entanto, ainda há possibilidade de buscar desenvolver ambientes mais saudáveis, ecologicamente corretos, que propiciem conforto a seus usuários. O retorno ao uso da tecnologia construtiva em terra é uma forma de se alcançar estes objetivos, pois as construções deste material apresentam bom desempenho térmico, especialmente no clima quente seco. Buscando minimizar impactos da construção civil, no meio ambiente, acredita-se que parte das construções necessárias, tais como residências unifamiliares de baixa renda e também de média e alta renda, principalmente em regiões secas e áreas rurais, podem ser erguidas utilizando o solo como matéria-prima.

A tecnologia construtiva com terra é vista como técnica usada em construções antigas, monumentos e arquitetura vernácula, em uma época onde outras técnicas e materiais mais modernos não eram de domínio comum, mas apresenta grande potencial de utilização na produção de novas edificações. A ausência de regulamentações nacionais sobre a produção de edificações com o emprego dessa tecnologia construtiva contribui, sensivelmente, para a sua não utilização. Técnicas como o adobe, a taipa de pilão e pau a pique ou taipa de mão passam a ser vistas como tecnologias construtivas com emprego restrito a obras de conservação e restauração do patrimônio cultural.

A terra, abundante no Brasil e no mundo, vem ressurgindo como material de construção também em países industrializados onde o consumo energético é alto. Atualmente ocorre o aumento da demanda, por parte dos consumidores, por construções que apresentam eficiência econômica e conforto ambiental. Sendo um material construtivo que propicia bom desempenho térmico, pode ser empregada na arquitetura contemporânea como impulsionadora da sustentabilidade ambiental.

2 OBJETIVO

O objetivo dessa pesquisa é verificar a viabilidade de se utilizar a terra como material construtivo nas 8 diferentes zonas bioclimáticas do país, de acordo com a NBR 15575: Edificações Habitacionais – Desempenho. Este trabalho visa avaliar o desempenho térmico de paredes em adobe nessas diferentes zonas, através de cálculos de parâmetros como transmitância e capacidade térmica de vedações, com o emprego de metodologia de cálculo prescritiva, sugerida pela NBR 15220-2.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Breve histórico da tecnologia construtiva em terra

Os sistemas construtivos com terra vêm sendo empregado há mais de 9.000 anos na construção de edificações. Em civilizações como a egípcia há registros de usos desde 5.000 a.C.; este sistema era usado também na Babilônia (terra armada), Pérsia (abóbadas de berço[1], cúpulas), África e Ásia (Oriente, China, Índia). Também na Europa o uso deste material foi muito difundido e ainda é usado (Santiago, 2001). No continente americano encontram-se construções em países como o México, onde são construídas casas de adobe; e, em algumas partes da América Andina, o adobe e a taipa de pilão são empregados (Santiago, 2001).

No Brasil, durante a colonização, os sistemas construtivos com terra foram amplamente utilizados nas edificações, em praticamente todo o território. As principais técnicas construtivas utilizadas foram o adobe, a taipa de pilão e a taipa de mão ou pau a pique. Devido a diferenças de tipos de solo, clima, vegetação, matéria prima disponível para o emprego nas construções, e, também, alguma influência recebida da arquitetura indígena,

[1] Abóboda de seção transversal semicircular (Ching, 1999).

estas técnicas foram sofrendo adaptações ao longo do tempo (Vasconcelos, 1979; Santiago, 2001).

3.2 Vantagens e desvantagens das técnicas construtivas com terra

A arquitetura nasceu da necessidade do homem de se abrigar e se proteger das forças da natureza. A princípio, era desenvolvida a partir do uso de técnicas construtivas mais tradicionais e de materiais locais. Produziam-se, portanto, construções mais baratas e bem adaptadas às condições climáticas locais.

Atualmente, os processos construtivos, que estão sendo usados na produção de novas construções, influenciados, diretamente, pela concepção do projeto arquitetônico, têm como objetivo projetar espaços que apresentem formas que ofereçam maior liberdade, perspectiva de melhorias sociais e desempenhos satisfatórios para um novo padrão de vida exigido pela modernidade. No entanto, estes edifícios, na maioria das vezes frutos de uma arquitetura inadequada às condições climáticas locais, configuram-se como grandes consumidores de energia (por exemplo: uso excessivo de ar condicionado), tornando-se edifícios ineficientes. Diante desta realidade, cabe, aos arquitetos, o desafio de desenvolver edificações que incorporem o uso de técnicas de construção mais sustentáveis, reduzindo os custos de obra e de manutenção e a emissão de resíduos e poluição, e que apresentem bom desempenho térmico, propiciando a conformação de ambientes urbanos mais saudáveis. Segundo Rogers (1997, p. 88 e 91), "... se reduzirmos pela metade a energia gasta pelos edifícios, isto acarretará na redução de 1/4 do consumo global de energia."

Um retorno a antigas técnicas construtivas, especialmente no caso de edificações de pequeno e médio porte, pode ser uma boa opção para fazer uma arquitetura de qualidade e sustentável. Algumas construções feitas em técnicas construtivas vernáculas usam em sua execução, dentre outros materiais, a terra como matéria prima. Além de exibir espaços que apresentam um desempenho térmico satisfatório, tais edificações devem ser erguidas em locais adequados, que apresentem clima propício e próximos ao local da extração da terra, tendo em vista que a combinação destes fatores resultam em ganhos energéticos e econômicos.

A terra, quando empregada em locais de clima frio, "apresenta redução dos gastos com aquecimento (climatização) por causa da inércia térmica que o material propicia (a depender da espessura das paredes)" (Santiago, 2001, p. 12-13). Em geral, as paredes com terra nas edificações possuem espessura maior que as dos sistemas atuais, apresentando capacidade de armazenagem de calor, que posteriormente pode ser cedido ao ambiente, ajudando, assim, a equilibrar o clima interior da edificação (Rivero, 1986).

Trata-se de uma matéria-prima 100% reciclável, portanto não gera resíduo contaminante. Contribui para uma diminuição da contaminação ambiental, pois durante a execução da obra, há uma redução de gasto energético devido à utilização de matéria-prima disponível no próprio local, obtida através da escavação do solo do próprio canteiro ou nas proximidades da obra, evitando assim, o uso sistemático de produtos industrializados, como o cimento que, além de apresentar elevado custo energético em sua produção, também apresenta custo em seu transporte (Santiago, 2001).

As técnicas de construção com terra apresentam, em geral, baixo custo de produção, quando o material é obtido em locais próximos ao canteiro de obras. Esse fator também contribui para tentativa de solução do problema do déficit habitacional (Santiago, 2001). A fabricação dos adobes pode e deve ser aprendida pela comunidade favorecida em geral. Sendo assim, eles se tornam aptos a trabalhar na construção de suas casas, desenvolvendo um sentimento de pertencimento ao local e passando a cuidar melhor e proteger aquele ambiente que ajudaram a construir, além de suprirem a necessidade da casa própria.

Como um material natural, a terra possui características a considerar para seu uso, dentre elas, a alteração volumétrica (retração ao secar) e permeabilidade à água. No entanto, se as devidas precauções forem tomadas durante a execução da obra com relação às estas peculiaridades, e serviços de manutenção preventivas forem realizados durante o uso da

edificação, como a verificação do reboco e da aplicação de pintura adequada para a proteção do substrato, estas condições podem ser controladas.

Ao serem analizados os benefícios apresentados por este material, constata-se que estes superam as possíveis desvantagens que sempre podem ser evitadas, muitas vezes com menores gastos energéticos do que os necessários para a solução dos variados problemas apresentados em construções convencionais.

3.3 Retorno à utilização do sistema construtivo com terra

A terra é um material abundante na Natureza que pode e deve ser usada em construções, seja em trabalhos de restauro ou em edificações novas. Nos trabalhos de restauro, cada vez mais se chega a conclusão de que, para a realização de intervenção em uma edificação concebida com o emprego de técnica construtiva que utiliza a terra como material de construção, sempre que possível, é melhor adotar a mesma técnica. O uso de outra técnica também pode ser interessante e, em muitas vezes, é necessário, mas se traduz em introdução de materiais diferentes, podendo trazer problemas relacionados à estética e, também, problemas com relação à compatibilização entre os novos materiais e o antigo, pois materiais diferentes sempre irão ter comportamentos distintos diante dos diversos fatores ambientais, tais como calor, chuva, etc.

As técnicas construtivas podem e devem ser empregada em regiões que apresentem clima mais seco e áreas onde o acesso ao material é facilitado, ou seja, esteja disponível, tais como em áreas rurais e novos loteamentos que estejam perto dos grandes centros, mas que sejam próximos também do local de extração deste material.

A utilização do sistema construtivo em terra, em edificações novas de uso residencial, por exemplo, poderia produzir construções de qualidade estética, ambiental e de baixo custo. Este material apresenta bom comportamento com relação a parâmetros ambientais, mas para melhorar seu desempenho térmico é necessário aliar a tecnologia construtiva a fatores relacionados à soluções arquitetônicas, tais como portas e janelas posicionadas nos locais certos, de acordo com insolação e direção dos ventos, que apresentem dimensões que atendam às necessidades de iluminação e ventilação dos ambientes internos. Uma boa altura de pé direito também contribui para a criação de um ambiente confortável. No caso do Brasil, por ser um país tropical onde o ganho de calor pela cobertura de uma edificação é alto, o tipo de cobertura a ser usado influencia e muito na qualidade do ambiente interior. É necessário o emprego de um tipo de cobertura que transmita o mínimo de calor possível para o interior da edificação. Os tipos de coberturas mais empregadas na arquitetura colonial mineira eram os telhados, que apresentavam estrutura de madeira e telhas de barro, tipo capa e bica. No interior das construções eram utilizados forros, geral de esteira (feita de material fibroso como taquara sendo esta lisa ou trançada) ou de madeira (Vasconcelos, 1979). O espaço que existia entre o telhado e o forro propiciava a existência de um colchão de ar, diminuindo o ganho de calor no interior da edificação, e contribuindo para o bom desempenho térmico da mesma. Também os beirais, apresentados por este tipo de cobertura, ajudam na questão do sombreamento de pátios e das fachadas, sendo mais uma contribuição para o desempenho térmico destas construções. Portanto, verifica-se a necessidade do retorno ao emprego deste tipo de material em uma edificação, aliado à tipologia arquitetônica associada ao mesmo.

Se o emprego deste sistema construtivo já é interessante em países desenvolvidos, principalmente em termos de sustentabilidade, em países em desenvolvimento e, especialmente nos subdesenvolvidos, torna-se essencial, na tentativa de se resolver problemas de déficit habitacionais e também ambientais, como nos primeiros (Arini; Gallo, 2002; Santiago, 2001).

A arquitetura em terra pode e deve voltar na arquitetura residencial em geral, desde a habitação de interesse social até residências das classes média e média alta. No entanto, a falta de uma normalização específica para construções em terra gera, além do pré-conceito, um medo com relação à sua qualidade e durabilidade, mesmo com a existência de tantos

exemplares de construções, executadas com este material, que já duram séculos e estão ainda aptas a serem utilizadas. A questão é apenas a conservação que, como em qualquer outra construção, deve ser realizada constantemente, apenas com algumas particularidades relativas às características deste material (Santiago, 2001).

3.4 O adobe

Tijolos de barro moldados em fôrmas, secos naturalmente, sem que passem pelo processo da queima. O solo ideal, a ser empregado, deve ser coesivo, podendo ser argiloso ou siltoso, com bastante areia e, durante o processo de moldagem, deve apresentar estado plástico. A composição granulométrica e mineralógica do solo exerce influência direta nos adobes produzidos, atuando nas suas características de expansibilidade, capacidade de estabilização e resistência à compressão. Quantidades excessivas de pedregulho e argila afetam na sua qualidade e durabilidade. Para a produção de um bom adobe, o mesmo deve apresentar uma relação adequada entre os componentes do solo: areia, silte e argila e quantidade mínima de pedregulhos. É sugerido o emprego de solo que apresente de 70% a 80% de areia e 30% a 20% de silte e argila. No entanto, na prática, verifica-se o emprego de diferentes tipos de solos na fabricação do adobe. Apresentam dimensões variadas e podem ser produzidos manualmente ou com auxílio de equipamentos mecânicos (Santiago, 2001).

3.5 Argamassas em alvenarias tradicionais

As argamassas são constituídas por dois componentes: o agregado e o aglomerante. Nas argamassas a base de cal, como aglomerante, o tipo e a composição granulométrica da areia influenciam na cor, textura, resistência e porosidade. Ocasionamente são empregados aditivos, dentre eles: compostos orgânicos (mucilagem vegetal), proteínas (caseína do leite, clara de ovo), óleos animais (peixe etc.), vegetais (linhaça) e gorduras (sebo), fibras vegetais (palha) e animais (crina) e estrume. Os aditivos “contribuem nas propriedades das argamassas, influenciando em sua trabalhabilidade e consistência, no controle das retrações, na absorção e difusão da umidade e, por fim, na durabilidade e resistência final das argamassas às intempéries” (Kanan, 2008, p. 16).

As argamassas de revestimento à base de cal desempenham papel fundamental na estrutura das alvenarias, impedindo sua deterioração, absorvendo tensões, umidade e a agressão dos agentes atmosféricos que atuam nas paredes das edificações. Protegem a estrutura interior e possibilitam, também, a manutenção periódica. De acordo com Kanan (2008, p. 19), os tipos argamassas de cal e seus usos frequentes são:

- Argamassas de assentamento e preenchimento de alvenarias;
- Argamassas de revestimento;
- Argamassas decorativas (acabamento).

3.6 Desempenho térmico de edificações

a) Parâmetros de desempenho térmico segundo a NBR 15220-2 (ABNT, 2008)

De acordo com a norma brasileira de desempenho térmico de edificações, dentre os principais parâmetros de desempenho térmico de paredes podem ser citados: resistência térmica, transmitancia térmica e capacidade térmica, além do atraso térmico e fator de ganho de calor solar (Faria; Pinto; Neves, 2014).

A resistencia térmica (R) de uma camada homogênea de material sólido, segundo a norma, é determinada pela equação 1 (Faria; Pinto; Neves, 2014):

$$R = e / \lambda \qquad (1)$$

Onde:
R: resistência térmica da camada ($m^2 \times K/W$)
e: espessura da camada (m)
λ: condutividade térmica do material ($W/m \times K$)

A resistencia térmica de superfície a superfície de um componente plano (Rt), constituido de camadas homogêneas, perpendiculares ao fluxo de calor, segundo a norma, é determinada pela equação 2:

$$Rt = Rt1 + Rt2 + ...+ Rtn + Rar1 + Rar2 + ...+ Rarn. \quad (2)$$

Onde:
Rt1, Rt1, ..., Rtn : resistência térmica das n camadas homogêneas de um componente (m².K/W)
Rar1 + Rar2 + ... + Rarn: resistência térmica da câmara de ar (m²×K/W)

A resistência térmica do componente, de ambiente a ambiente, ou resistência térmica total (RT), é determinada pela equação 3:

$$RT = Rse + Rt + Rsi \quad (3)$$

Onde:
RT: resistência térmica de ambiente a ambiente (m²×K/W)
Rt : resistência térmica de superfície a superfície do componente (m²×K/W)
Rse e Rsi: resistências superficiais externa e interna respectivamente (m²×K/W)

A resistência térmica de superfície a superfície de um componente plano Rt, constituído por camadas não homogêneas, perpendiculares ao fluxo de calor, é determinada pela equação 4 (Faria; Pinto; Neves, 2014):

$$R_t = \frac{A_a + A_b + . . + A_n}{\frac{A_a}{R_a} + \frac{A_b}{R_b} + . . + \frac{A_n}{R_n}} \quad (4)$$

Onde:
Rt : resistência térmica de ambiente a ambiente (m²×K/W)
Aa, Ab, ... An : áreas de cada seção (m²)
Ra, Rb, ... Rn : resistência térmica de superfície a superfície, para cada seção (m².K/W)

A transmitância térmica de componentes (*U*), ambiente a ambiente, é dada pela equação 5 (Faria; Pinto; Neves, 2014):

$$U = 1/R\ t \quad (5)$$

Onde:
U: transmitância térmica [W/(m²×K)]
Rt: resistência térmica total (m²×K/W)

A capacidade térmica de componentes (CT), com camadas homogêneas é dada pela equação 6 (Faria; Pinto; Neves, 2014):

$$C_T = \sum_{i=1}^{n} e_i \cdot c_i \cdot \rho_i \quad (6)$$

Onde:
C_T: capacidade térmica do componente (kJ/m²K)
ei : espessura da camada iª (m)
ci : calor específico do material da camada iª (kJ/kg×K)
ρi : densidade de massa aparente do material da camada iª (kg/m³)

A capacidade térmica de componentes (CT), com camadas não homogêneas é dada pela equação 7 (Faria; Pinto; Neves, 2014):

$$C_T = \frac{A_a + A_b + . . + A_n}{\frac{A_a}{C_{T\ a}} + \frac{A_b}{C_{T\ b}} + . . + \frac{A_n}{C_{T\ n}}} \quad (7)$$

Onde:
C_T: capacidade térmica de ambiente a ambiente (kJ/m²×K)
Aa, Ab, ... An: áreas de cada seção (m²)
Cta, Ctb, ... , Ctn: capacidades térmicas do componente, para cada seção (kJ/m²×K)

3.7 Desempenho de vedações de edificações habitacionais

A NBR15575 trabalha aspectos de desempenho térmico baseados na NBR 15220. Nessa norma, o território brasileiro é dividido em 8 zonas que possuem características climáticas semelhantes. A sua aplicação tem como objetivo garantir o desempenho térmico da edificação analisada de acordo com o tipo de clima na qual a mesma está inserida.

A norma foi elaborada de forma a atender às exigências relacionadas ao conforto dos usuários e às condições de exposição as quais a edificação está submetida.

3.7.1 Parâmetros de desempenho térmico segundo a NBR 15575-4 (2013)

A NBR 15575-4 (2013) "apresenta requisitos e critérios para a verificação dos níveis mínimos de desempenho térmico de vedações verticais externas, conforme definições, símbolos e unidades das NBR 15220-1 a NBR 15220-5." (NBR 15575-4, 2013, p. 26)

De acordo com o Requisito 1 da NBR 15575-4 (2013) relacionado à adequação de paredes externas, as mesmas devem apresentar transmitancia térmica e capacidade térmica que proporcionem pelo menos o desempenho térmico mínimo para cada zona bioclimática estabelecida na NBR 15220-3 (2005).

Os valores máximos admissíveis para a transmitância térmica (*U*) e os valores mínimos admissíveis para a capacidade térmica (C_T) de paredes externas são apresentados na tabela 1.

Tabela 1 – Transmitancia térmica e capacidade térmica de paredes externas (NBR 15575-4, 2013)

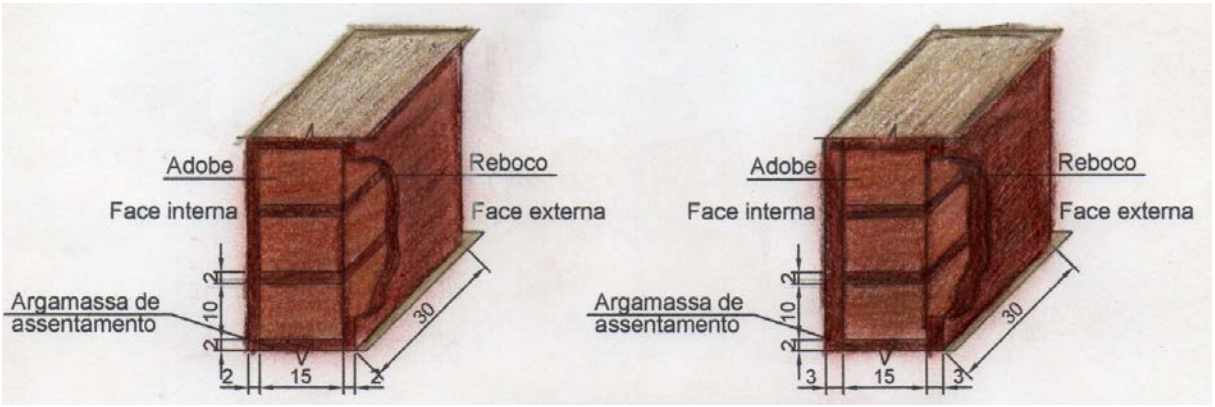
<table>
<tr><td colspan="3">Transmitância térmica U (W/m²×K)</td></tr>
<tr><td>Zonas 1 e 2</td><td colspan="2">Zonas 3, 4, 5, 6, 7 e 8</td></tr>
<tr><td rowspan="2">U ≤ 2,5</td><td>α[a] ≤ 0,6</td><td>α[a] > 0,6</td></tr>
<tr><td>U ≤ 3,7</td><td>U ≤ 2,5</td></tr>
<tr><td colspan="3">Capacidade térmica (CT) (kJ/m²×K)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Zonas 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7</td><td>Zona 8</td></tr>
<tr><td colspan="2">C_T ≥ 130</td><td>Sem requisito</td></tr>
</table>

[a] α é absortância à radiação solar da superfície externa da parede

4 ESTRATÉGIA METODOLÓGICA

Para a avaliação de desempenho de paredes externas de edificação erguida em adobe, foram realizados cálculos dos seguintes parâmetros: transmitância térmica e capacidade térmica.

Esse estudo foi realizado a partir do emprego do método prescritivo descrito na NBR 15220-2 (item 3.6 do presente artigo), para cálculo de desempenho térmico de paredes erguidas em adobe. Em função da metodologia de cálculo empregada, foram consideradas duas paredes apresentado adobes com dimensões existentes no mercado e argamassas de assentamento e revestimento em terra e cal, com expessuras consideradas mínimas e ausência de qualquer tipo de material de acabamento (pinturas, azulejos etc). A figura 1 apresenta as características geométricas dos adobes para execução das paredes.



Parede 1 Parede 2

Figura 1: Esquema das paredes em adobe e revestimento em argamassa de terra e cal. (crédito: M. V. S. Peixoto, 2018)

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Cálculo dos parâmetros de desempenho térmico das paredes de adobe

Como não há valores das variáveis de condutividade térmica (λ), densidade de massa (ρ) e calor específico (c) para o adobe, foram utilizados valores encontrados em pesquisas de dois diferentes autores: Faria, Pinto e Neves (2014) e Stulz (2000, *apud* Faria, Pinto e Neves, 2014).

Situação 1:

Os parâmetros da Parede 1, ao serem calculados, utilizando as equações da NBR 15220-2 (2005), e, considerando-se, $\lambda = 1;\ \rho = 1700;\ c = 0{,}92$, apresentaram os seguintes resultados:

Transmitância média da parede: *U* = 2,59 W/(m²×K)

Capacidade térmica: C_T = 256,32 kJ/m²×K

Situação 2:

Os parâmetros da Parede 1, ao serem calculados, utilizando as equações da NBR 15220-2 (ABNT, 2005), e, considerando-se, $\lambda = 0{,}8;\ \rho = 1800;\ c = 0{,}26$, apresentaram os seguintes resultados:

Transmitância média da parede: *U* = 2,39 W/(m²×K)

Capacidade térmica: C_T = 118,90 kJ/m²×K

Situação 3:

Os parâmetros da Parede 2, ao serem calculados, utilizando as equações da NBR 15220-2 (2005), e, considerando-se, $\lambda = 1;\ \rho = 1700;\ c = 0{,}92$, apresentaram os seguintes resultados:

Transmitância média da parede: *U* = 2,41 W/(m²×K)

Capacidade térmica: C_T = 276,90 kJ/m²×K

Situação 4:

Os parâmetros da Parede 2, ao serem calculados, utilizando as equações da NBR 15220-2 (ABNT, 2005), e, considerando-se, $\lambda = 0{,}8;\ \rho = 1800;\ c = 0{,}26$, apresentaram os seguintes resultados:

Transmitância média da parede: *U* = 2,24 W/(m²×K)

Capacidade térmica: C_T = 139,58 kJ/m²

Tabela 2 – Avaliação do desempenho térmico das paredes de adobe

Condição	Transmitância	Capacidade térmica
Situação 1 ($\lambda = 1;\ \rho = 1700;\ c = 0{,}92$)	Não atende às zonas 1 e 2 e só atende às zonas 3 a 8 se paredes pintadas de clores claras (α < ou = 0,6)	Atende à todas as zonas
Situação 2 ($\lambda = 0{,}8;\ \rho = 1800;\ c = 0{,}26$)	Atende à todas as zonas	Não atende às zonas de 1 a 7. Atende apenas à zona 8 pois é sem requisitos.
Situação 3 ($\lambda = 1;\ \rho = 1700;\ c = 0{,}92$)	Atende à todas as zonas	Atende à todas as zonas
Situação 4 ($\lambda = 0{,}8;\ \rho = 1800;\ c = 0{,}26$)	Atende à todas as zonas	Atende à todas as zonas

Verifica-se, nesse estudo, que nas paredes apresentando adobes com as dimensões existentes no mercado, quando usadas as camadas de revestimento interno e externo com apenas dois centímetros de espessura, as mesmas não atendem aos requisitos mínimos de conforto de acordo com parâmetros da NBR 15575-4 (2013). No entanto, quando as camadas de revestimento interno e externo tem sua espessura aumentada para três centímetros, essas paredes já apresentam um desempenho térmico satisfatório em todas as zonas bioclimáticas brasileiras.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É comum encontrar a seguinte afirmação: “a casa de terra apresenta clima interior confortável”. Em geral, a arquitetura de terra apresenta paredes mais grossas, além de soluções arquitetônicas que também atuam de forma a contribuir positivamente para esse conforto térmico, dentre elas: pé direito alto, janelas amplas, presença de forro e telhado etc.

Esse é um primeiro estudo sobre o desempenho térmico do adobe, sendo avaliado a partir do emprego do método prescritivo. Não envolve construção de protótipos. A peça descrita apresenta dimensões próximas aos tijolos convencionais. Verificou-se que, esse material, quando apresenta argamassa de revestimento interno e externo com espessura mínima de 3 cm, exibe bom desempenho térmico em todas as zonas bioclimáticas do país.

Percebeu-se, no entanto, que para obtenção de resultados mais exatos, é importante a normalização do adobe, indicando, de maneira mais correta, parâmetros relacionados às suas características físicas e mecânicas, tipo de solo a ser empregado, definindo também parâmetros relacionados à umidade ideal e resistência, tendo como suporte a definição de variáveis como condutividade térmica, densidade de massa e calor específico.

Portanto, não apenas para a confecção de adobes que apresentem características físicas e mecânicas adequadas ao seu emprego, mas também para um estudo mais preciso de seu desempenho térmico, torna-se fundamental a publicação da norma para execução de adobes, que já se encontra em tramitação na Associação Brasileira de Normas Técnicas.

REFERÊNCIAS

Altvater, E. (1995). O preço da riqueza. Berlin: UNESP

Arini, R.; Gallo, H. (2002). A arquitetura da terra (solo, cimento e cal) como possível fator de sustentabilidade. NUTAU’2002. São Paulo. p. 1270-1277. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/biblioteca_resultado.aspx>.

Ching, F. D. K. (1999). Dicionário visual de arquitetura. São Paulo: Martins Fontes.

Faria, O. B.; Pinto, E. S.; Neves, C. (2014). Avaliação de desempenho térmico de paredes de adobe, blocos de concreto e blocos cerâmicos de acordo com a norma ABNT NBR 15220:2005. In: V Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil. TerraBrasil 2014: Anais... Viçosa: Rede TerraBrasil; UFV/Rede TerraBrasil. Disponível em: http://redeterrabrasil.org/publicacoes

Kanan. M. I. (2008). Manual de conservação e intervenção em argamassas e revestimentos à base de cal. Brasília: IPHAN / Programa Monumenta.

NBR 15220 (2005-2008). Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas

Parte 1 (2005): Definições, símbolos e unidades.
Parte 2 (2008): Métodos de cálculos da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações.
Parte 3 (2005): Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações uni familiares de interesse social.
Parte 4 (2005): Medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo princípio da placa quente protegida
Parte 5 (2005): Medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo método fluximétrico

NBR 15575 (2013). Edificações habitacionais — Desempenho. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas

Parte 1: Requisitos gerais
Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais
Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos
Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas — SVVIE
Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas
Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários

Rivero, R. (1986). Arquitetura e clima: acondicionamento térmico natural. Porto Alegre: D.C. Luzzatto Editores.

Rogers, R.; Gumuchdjian, P. (1997). Cidades para um pequeno planeta. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.

Santiago, C. C. (2001). O solo como material de construção. Salvador: EDUFBA.

Vasconcellos, S. (1979). Arquitetura no Brasil: sistemas construtivos. Belo Horizonte: UFMG.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem a Célia Neves e Obede Borges Farias pelo envio de material com dados importantes para o desenvolvimento desse estudo.

AUTORES

Maria Virgínia Simão Peixoto. Graduada em Arquitetura e Urbanismo pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (2000). Experiência na área de Arquitetura e Urbanismo, com ênfase em projetos de arquitetura. Especialização em Revitalização Urbana e Arquitetônica pela Escola de Arquitetura - UFMG. Mestre no Programa de Pós-Graduação da Escola de Arquitetura da UFMG - Mestrado em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável. Doutora em Artes no Programa de Pós-Graduação da Escola de Belas Artes da UFMG. Membro da Rede TerraBrasil. Professora adjunta no Instituto Mineiro de Educação e Cultura - UNI-BH. Atua como arquiteta autônoma na área de Patrimônio Cultural - diagnóstico de bens culturais.

Paula Rocha Leite. Arquiteta e Urbanista pela Universidade Federal de Minas Gerais (2008). É Especialista em Sistemas Tecnológicos e Sustentabilidade Aplicados ao Ambiente Construído pela UFMG (2010). Mestre em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável pela UFMG (2013). Título de LEED AP BD+C (Accredited Professional - Building Design and Construction) pelo Green Building Certification Institute (2013). Sócia do escritório ARES Arquitetura Ltda e Professora da Universidade UniBH. Presta consultoria em eficiência energética, conforto ambiental e sustentabilidade em edificações, com ênfase nas certificações LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), AQUA (Alta Qualidade Ambiental) e PBE EDIFICA (Programa Brasileiro de Etiquetagem de Edificações). Ganhadora do Concurso OTEC de Eficiência Energética para Edifícios Existentes - Edição IBOPE 2010/SP.

TerraBrasil 2018
Território e trabalho: a produção da arquitetura com terra no Brasil
VII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Rio de Janeiro-RJ (Brasil), 30 de outubro a 2 de novembro de 2018
http://redeterrabrasil.org

ANÁLISE DO DESEMPENHO HIGROTÉRMICO DE UMA EDIFICAÇÃO DE ADOBE, CEARÁ, BRASIL

Michael Lima Silva[1]; Matheus de Assis Alcântara[2]; Levi Teixeira Pinheiro[3]; Bárbara Rangel Carvalho[4]; Adeildo Cabral da Silva[5]

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Ceará, Brasil. [1]ifcetga@gmail.com; [2]assis4002@gmail.com; [3]levi.pinheiro@yahoo.com; [5]adeildocabral@gmail.com

[4] Departamento de Engenharia Civil, FEUP, Porto, Portugal. brangel@fe.up.pt

Palavras-chave: umidade relativa do ar, temperatura exterior, temperatura interior, estação meteorológica

Resumo

Desde a crise do petróleo na década de 1970, diversos países têm se preocupado em resolver problemas eficiência energética na construção civil, utilizando-se de energias alternativas ou tentando redução do consumo energético. Porém, grande parte da construção contemporânea ainda está associada a materiais que criam impactos negativos ao meio ambiente e ao conforto térmico, além de utilizar técnicas construtivas que não consideram a eficiência energética. É nesse contexto que a construção com terra destaca-se, pois, ela tem a capacidade de absorver e liberar, de forma eficaz, a umidade no interior das edificações. Outra característica importante desse material é a capacidade absorver e perder calor lentamente, por conta da sua massa volúmica e espessura elevada normalmente utilizada nas paredes, que lhe confere maior inércia térmica. O objetivo do artigo é analisar o desempenho térmico de uma edificação construída com adobe no município de Ibiapina, Ceará. Para tal, foi realizado um monitoramento térmico in situ durante cinco meses. Para isto, foram utilizados uma estação meteorológica no exterior e sete sensores HOBO de temperatura no interior da edificação distribuídos nos cômodos da casa. Os dados de temperatura do ambiente internos e externos foram comparados para se observar o comportamento térmico da construção monitorada. Verificou-se que a temperatura interna, no período diurno, se manteve igual ou ligeiramente abaixo das externas nos horários de pico de temperatura na maioria dos dias de monitoramento. Observou-se também que durante os períodos noturnos e mais frios, a temperatura externa caia bruscamente, enquanto a interna se mantinha constante, sem quedas. Isso demonstra que a técnica construtiva empregada conserva, em seu interior, parte do calor recebido durante o dia.

1. INTRODUÇÃO

Em meio à diversidade climática mundial, pode-se observar na arquitetura popular estratégias de abrigo de garantir a proteção do homem a intempéries do meio. Deste modo, em cada região do mundo, observa-se uma arquitetura vernácula que procura, a partir dos materiais disponíveis e do seu desenho, adaptar-se ao clima. Quanto mais extremas são as condições climáticas, mais limitadas e fixas são as soluções (Florensa, 1989).

Na década de 1970 notou-se um tímido retorno às construções com terra, principalmente com a alvenaria de adobe e a taipa de pilão por conta do conforto térmico oferecido por estes materiais, e também devido à crise do petróleo e à escassez de energia para produção industrial de material de construção convencional (Parra-Saldivar; Batty, 2006).

A utilização das técnicas passivas de aquecimento ou de resfriamento no projeto de edifício é uma estratégia para reduzir o consumo de energia nas edificações, pois tende a eliminar ou reduzir bastante a utilização de sistemas artificiais para atingir o conforto térmico. O desenvolvimento dos sistemas de simulação higrotérmica, como as paredes de terra ao longo dos anos, permitiu a avaliação dos sistemas passivos tradicionais, possibilitando a adaptação destes para o mundo moderno.

Estudar as soluções da arquitetura popular é interessante, pois permite que se tome consciência das diversas formas de adaptação que diferentes culturas resolvem seus problemas climáticos (Florensa, 1989). Dentre as técnicas vernáculas presentes no mundo inteiro destaca-se a construção em terra que, segundo Parra-Saldivar e Batty (2006), seu uso declinou no fim do século 19 com advento de novos materiais e consequentemente outras tecnologias construtivas.

Pinheiro et al (2017) afirma que as pesquisas sobre conforto térmico aumentaram nos últimos anos e este fato deve-se ao reconhecimento da relevância do desempenho térmico das edificações em relação ao conforto do usuário e também pela redução do consumo de energia para que o ambiente se mantenha agradável termicamente.

Dessa forma, no momento de realizar o projeto e executar obras de edificações, pensa-se cada vez mais em se utilizar materiais que oferecem baixo custo, bom desempenho térmico e sustentabilidade. Nesse aspecto, o adobe preenche esses requisitos.

2. OBJETIVO

Analisar o desempenho higrotérmico de uma edificação construída com adobe no município de Ibiapina, Ceará, através de medições *in situ*.

3. METODOLOGIA ADOTADA

Inicialmente foram realizadas buscas e leituras de arquivos virtuais e impressos sobre o tema principal da pesquisa: desempenho higrotérmico de edificações em adobe. Essa fase teve como principal objetivo aumentar a compreensão sobre o assunto, e o material consultado (artigos, monografias, dissertações, teses, normas, manuais etc.) permitiu construir uma base inicial de conhecimento.

Em seguida, foi escolhido o objeto de estudo, uma edificação construída exclusivamente de adobe. A coleta de dados foi realizada por meio de um monitoramento realizado durante cinco meses (dezembro 2017 a abril 2018).

A comunidade onde se situa a construção, Lagoa da Moitinga, está localizada na Rodovia CE – 187, município de Ibiapina, estado do Ceará (figura 1).

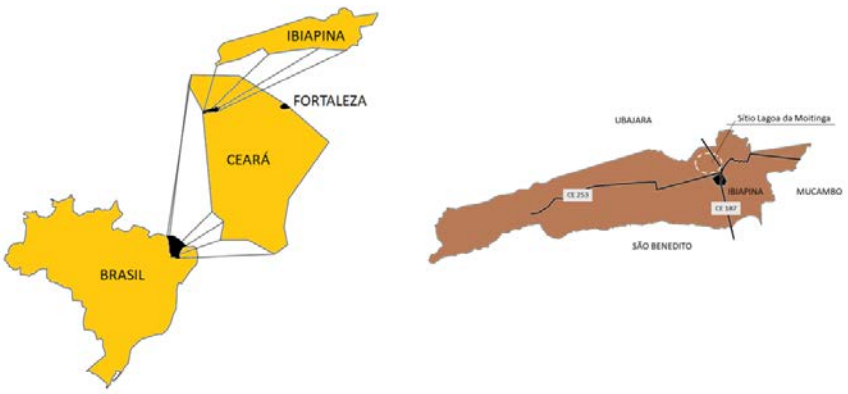


Figura 1 – Localização da área de estudo (Crédito: L. Teixeira)

O clima em Ibiapina caracteriza-se como tropical, com inverno apresentando menos pluviosidade que no verão. Considerando a Köppen e Geiger o clima é classificado como Aw, com temperatura média e 21,5 °C e pluviosidade média anual de 1491 mm[1], cujas ocorrências mensais são apresentadas na tabela 1.

[1] https://goo.gl/Z4JVdG

Tabela 1. Dados climáticos do município de Ibiapina (fonte: https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/ceara/ibiapina-44100/

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Temperatura Média (°C)	22,2	21,6	20,7	20,7	20,6	20,8	21	21,4	22,1	22,4	22,6	22,4
Temperatura mínima (°C)	16,6	16,5	16,3	16,3	16	15,3	14,9	14,9	15,5	15,8	16,1	16,4
Temperatura máxima (°C)	27,9	26,7	25,1	25,1	25,3	26,3	27,1	28	28,8	29,1	29,1	28,5
Chuva (mm)	151	242	356	334	202	74	31	11	10	10	15	55

Para a realização do estudo, foi instalada uma estação meteorológica *Vantage Pro2 PlusTM* da marca *Davis Instruments* no ambiente externo da edificação e sete sensores *HOBO H8 RH/Temp Loggers* da marca *Onset* no ambiente interno, distribuídos nos cômodos da construção (figura 2). A Estação foi acoplada em cima de um banheiro de alvenaria de bloco cerâmico externo à casa de adobe, cerca de 3 metros de altura.



Figura 2 – Localização dos equipamentos na edificação (Crédito: L. Teixeira)

Em cada visita à edificação, foram coletados os dados registrados pela estação e sensores, criando-se um banco de dados sobre temperatura e umidade da construção. Na ocasião, também foram realizadas as medições da casa e produzidas as plantas.

Os dados coletados no lado externo foram comparados com aqueles verificados no ambiente interno, a fim de se avaliar o comportamento higrotérmico da construção monitorada.

Após as visitas ao campo, procedeu-se com o tratamento dos dados e informações obtidas. Posteriormente, foi realizada a análise e discussão dos resultados, simultaneamente com a revisão da literatura.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A habitação que fora monitorada é habitada por quatro adultos, que a utilizam no período noturno a partir das 18:00 h para jantar e dormir. A cozinha e banheiro apresentados na planta da figura 2 ainda não são utilizados devido à falta de instalações sanitárias; as atividades de cozinha e as necessidades sanitárias são realizadas no exterior da residência. Durante o dia a casa permanece com portas e janelas abertas, inabitada, e, durante a noite, com as esquadrias fechadas com todos os moradores dentro, dormindo ou assistindo televisão.

O município de Ibiapina não está dentro da lista de cidades mapeados no zoneamento bioclimático brasileiro presentes na NBR 15220 (2005-2008), mas o seu comportamento climático, nos últimos cinco meses analisados, é semelhante ao do município de Guaramiranga, também no Ceará, que pertence a pertence a zona bioclimática 5, utilizada

como referência. Dentro desta zona climática no período de verão a temperatura interna máxima ($T_{i,máx}$) da edificação tem que ser menor ou igual à temperatura externa máxima (tabela 2). Já no período do inverno, a temperatura interna mínima da edificação tem que ser maior ou igual a temperatura externa mais 3°C.

Tabela 2 - Critério de avaliação de desempenho térmico para condições de verão (NBR 15575, 2013)

Nível de desempenho	Verão	Inverno
M	$T_{i,max} \leq T_{e,max}$	$T_{i,max} \geq (T_{e,min} + 3°C)$
I	$T_{i,max} \leq (T_{e,max} - 2° C)$	$T_{i,max} \geq (T_{e,min} + 5°C)$
S	$T_{i,max} \leq (T_{e,max} - 4°C)$	$T_{i,max} \geq (T_{e,min} + 7°C)$

Os dados recolhidos com o monitoramento da temperatura exterior e interior *in situ*, indicam o comportamento dessa variável na edificação estudada. A figura 3 mostra a variação da temperatura do ar interna e externa durante os meses de medições.

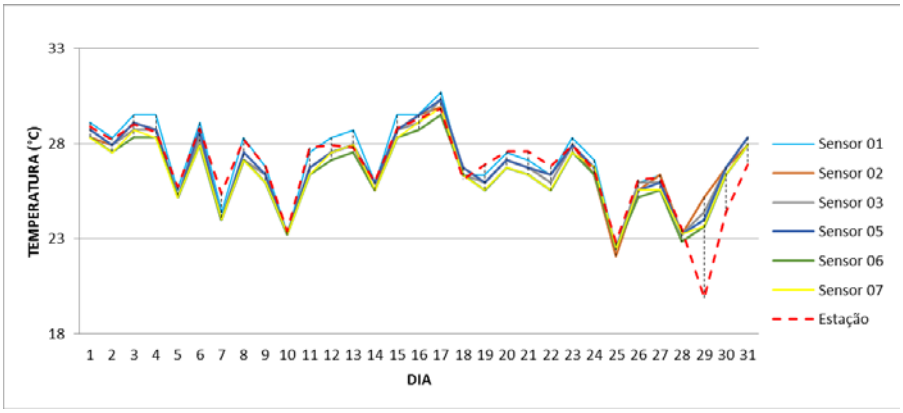


Figura 3 – Máximas diárias de temperatura do mês de janeiro de 2018

Analisando a figura 3, verificam-se oscilações nos registros de temperatura, onde alguns dias destacam-se apresentando registros de temperatura máxima e outros com temperatura mínima. No dia 17 de janeiro de 2018, foi registrada a máxima temperatura externa no valor de 29,9°C.

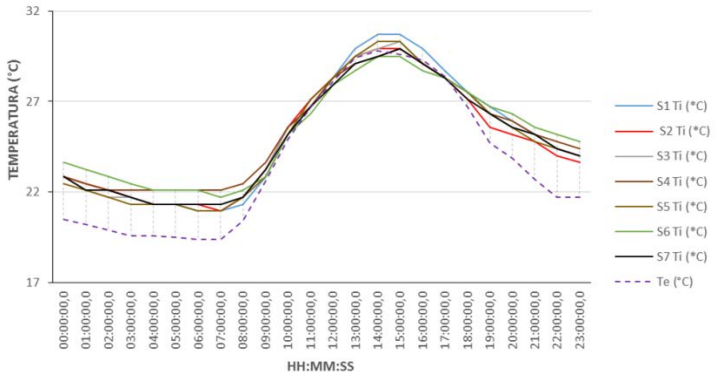


Figura 4 – Episódio de temperatura máxima no dia 17/01/2018

Com a figura 4, observa-se que, no início do dia, as temperaturas dos sensores mostraram-se superiores à da estação meteorológica e igualaram-se no início de tarde, momento em que ocorre o pico de temperatura do dia às 14:00 h; após esse episódio, a temperatura interna volta a apresentar-se mais elevada do que externa. A tabela 3 mostra a variação entre as temperaturas dos dois ambientes verificadas no dia 17 de janeiro em dois horários: às 14:00 h e 22:00 h.

Tabela 3 – Variação das temperaturas externa e internas (17/01/2018).

17/01/2018 14:00			
Sensores	Temperatura	Estação	Variação
Sensor 1	30,71°C	29,9°C	0,81°C
Sensor 2	29,90°C		0°C
Sensor 3	29,90°C		0°C
Sensor 5	30,31°C		0,41°C
Sensor 6	29,50°C		- 0,40°C
Sensor 7	29,50°C		- 0,40°C
17/01/2018 22:00			
Sensores	Temperatura	Estação	Variação
Sensor 1	24,40°C	21,7°C	2,70°C
Sensor 2	24,01°C		2,31°C
Sensor 3	24,40°C		2,70°C
Sensor 5	24,40°C		2,70°C
Sensor 6	25,17°C		4,07°C
Sensor 7	24,40°C		2,70°C

Durante a manhã, percebe-se que as temperaturas internas são iguais ou um pouco superiores que a externa, com variações de -0,40 a 0,81 °C. Já durante a noite, as medições internas se mostram superiores à externa, com diferenças na ordem de 2,31 a 4,07°C.

No episódio de temperatura mínima ocorrido no dia 28 de fevereiro de 2018, o registro máximo de temperatura externa foi de 25,7°C.

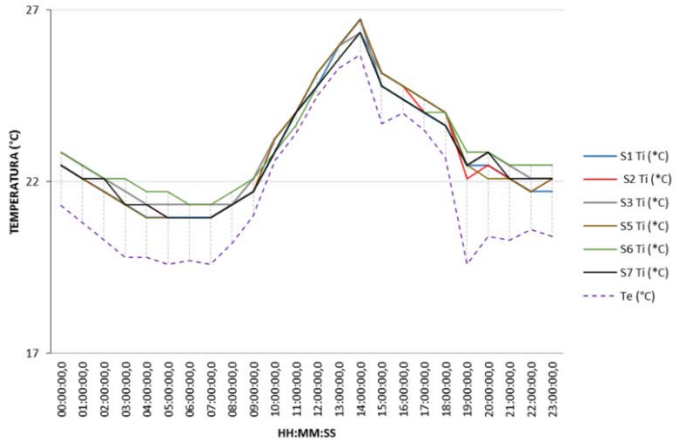


Figura 5 – Episódio de temperatura mínima no dia 28/02/2018

Neste dia de medição o sensor 4 apresentou defeito nas medições de temperatura, e por conta disso, seus registros não foram analisados nesse episódio.

O comportamento da temperatura verificado neste episódio assemelha-se ao observado no dia 17 de janeiro, começando o dia com as temperaturas internas mais elevadas do que a externa, até haver um pico as 14:00 h, momento em que os registros de temperatura dos dois ambientes aproximam-se.

No fim da tarde, as temperaturas começam a cair. Nota-se nesse momento uma queda brusca na temperatura externa das 18:00 h para as 19:00 h. Neste horário, a estação

meteorológica registrou chuva de 18,2 mm e ventos com velocidade de 1,6 m/s, contudo as temperaturas no interior da edificação mostraram-se estáveis e mais elevadas.

Tabela 4 – Variação das temperaturas externa e internas (28/02/2018).

28/02/2018 14:00			
	Sensores	Estação	Variação
Sensor 1	26,73°C	25,7°C	1,03°C
Sensor 2	26,73°C		1,03°C
Sensor 3	26,34°C		0,64°C
Sensor 5	26,73°C		1,03°C
Sensor 6	26,34°C		-0,64°C
Sensor 7	26,34°C		0,64°C
28/02/2018 19:00			
	Sensores	Estação	Variação
Sensor 1	22,48°C	19,6°C	2,88°C
Sensor 2	22,09°C		2,49°C
Sensor 3	22,48°C		2,88°C
Sensor 5	22,48°C		2,88°C
Sensor 6	22,86°C		3,26°C
Sensor 7	22,48°C		2,88°C

Verificou-se temperatura interna um pouco maior que a externa logo de manhã, com variações entre 0,64 e 1,03°C. Já à noite, observou-se variação maior entre o ambiente interno (mais aquecido) e o ambiente externo (mais frio), com diferenças variando de 2,49 a 3,26°C.

Considerando Rempel e Rempel (2016) quanto maior a esbeltez da envoltória, mais rápido é o resfriamento por evaporação sobre a cobertura. Assim, a cobertura pode estar contribuindo para o resfriamento da casa, nos períodos de alternância de chuva e sol. Já as paredes como elementos mais espessos fornecem inércia térmica, no caso as paredes têm contribuído para inércia térmica no turno da noite, pois durante o dia as esquadrias estão abertas, o que permite as trocas de calor diretas com ambiente.

Temperatura interna mais elevada que a externa durante a noite é esperada para construções feitas em adobe (Rempel; Rempel, 2016). Entretanto, para esse tipo de construção esperam-se também temperaturas interiores mais amenas durante o período mais quente do dia, o que não foi observado na edificação objeto de estudo, pois os registros de temperatura dos cômodos da casa durante o fim da manhã e início da tarde mostraram-se superiores à temperatura observada no ambiente externo.

Os resultados, que parecem contraditórios, podem ser explicados pelo fato do uso do edifício. Durante o dia as portas e janelas mantêm-se abertas, permitindo a entrada de radiação; à noite as mesmas mantêm-se fechadas com a presença de quatro pessoas no ambiente. Tais práticas permitem a entrada de calor diurno e seu armazenamento, pois, segundo (Parra-Saldiva; Batty 2006), as janelas abertas durante o dia contribuem para o ganho de calor do edifício. Outro fator que contribui para o conforto térmico é a espessura da parede. Heathcote (2011) afirma que a espessura de uma parede de terra para ter uma boa inércia térmica deve ter pelo menos 45 cm, principalmente quando se trata em climas frios no norte da Europa. Por outro lado (Rempel; Rempel 2013) aponta que para climas temperados, as paredes estreitas (30 cm) permitem o aquecimento noturno e o resfriamento

diurno, sendo o pico de fornecimento às 22:00 h. Na residência analisada as paredes possuíam 21 cm. Segundo Francisco (2009) uma casa construída alvenaria de adobe com 14 cm e com camadas 2 cm de revestimento do mesmo material para cada lado, espessura final de 18 cm, apresenta uma transmitância térmica 2,92W/m^2×K e um fator de inércia de 0,8, apresenta um desempenho satisfatório para um clima quente de verões chuvosos e invernos secos, com temperatura que variam entre 14,5 a 33,2 °C.

Os mesmos atingiram valores diurnos que não indicam boa inércia térmica, como aponta a literatura, os resultados atingidos estão muitos próximos dos parâmetros esperados da ABNT 15220 (2005-2008) e a zona bioclimática que as mesmas se enquadram, pois, nos dias mais quentes as suas temperaturas internas máximas ($T_{imáx}$) estavam praticamente iguais a temperatura externa máxima. Já nos dias mais frios a temperatura interna mínima em alguns cômodos fora igual ou próxima a temperatura externa mais 3°C.

No que se refere à umidade relativa do ar, a figura 6 mostra os registos obtidos durante fevereiro de 2018, mês em que foram registrados os maiores teores de umidade.

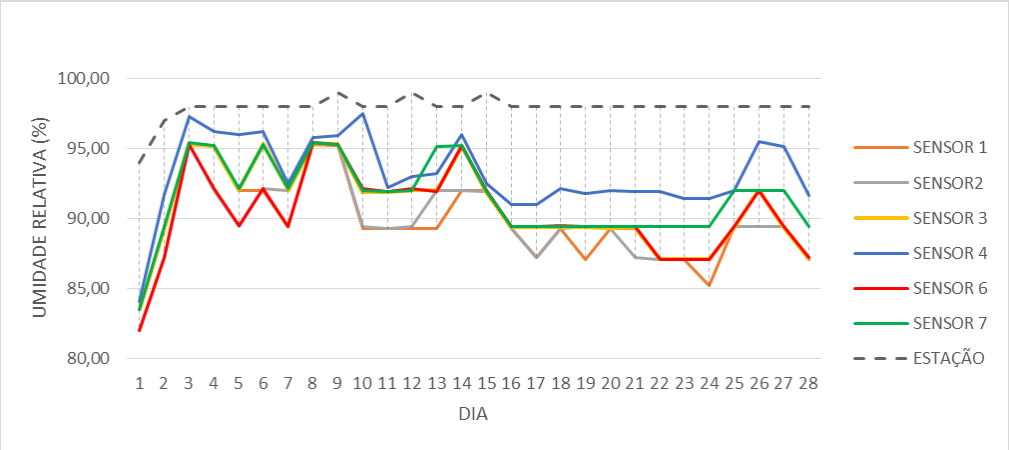


Figura 6 – Máximas diárias dos teores de umidade do mês de fevereiro 2018

Verifica-se que as medições efetuadas *in situ* mostram diferenças entre os dois ambientes analisados, com o externo apresentando maiores teores de umidade. Um dos dias que apresentaram maior registro dessa variável foi o 9 de janeiro de 2018, onde a máxima diária captada pela estação meteorológica foi de 99%.

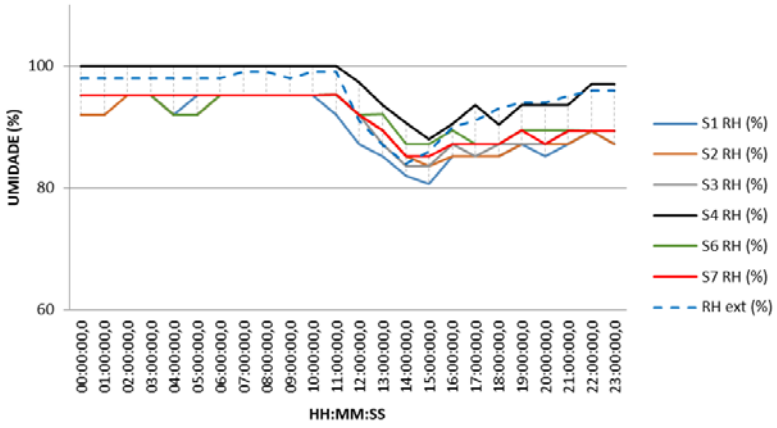


Figura 7 – Teores de umidade relativa do ar no dia 9/2/2018

A figura 7 mostra que os teores de umidade tanto do ambiente externo, quanto do interno, mostraram-se próximos durante todo o dia. Durante esse episódio, ocorreu um erro nos registros de umidade do ar realizados pelo sensor 5, por isso seus valores foram desconsiderados na análise desse dia.

Tabela 5 – Variação dos teores de umidade externo e internos (9/02/2018).

9/02/2018 7:00			
Sensores	Umidade	Estação	Variação
Sensor 1	95,10%	99%	-3,90%
Sensor 2	95,10%		-3,90%
Sensor 3	95,10%		-3,90%
Sensor 6	95,10%		-3,90%
Sensor 7	95,10%		-3,90%
9/02/2018 14:00			
Sensores	Umidade	Estação	Variação
Sensor 1	81,90%	84%	-2,10%
Sensor 2	85,2%		1,20%
Sensor 3	83,5%		-0,50%
Sensor 6	87,2%		3,20%
Sensor 7	85,2%		1,20%

Pela manhã, verificam-se teores de umidade bem próximos entre os dois ambientes. No momento de maior umidade externa ocorrido à 7:00 h, a interna se apresenta menor, com diferença de -3,9%. Já no momento de menor umidade externa ocorrido à tarde, a interna se apresenta maior ou menor, dependendo do cômodo, com diferenças de 3,20 a - 2,10%.

Já o episódio de teor de umidade mínimo foi observado no dia 16 de janeiro de 2018, onde a média diária registrada foi de 67,66% (figura 8).

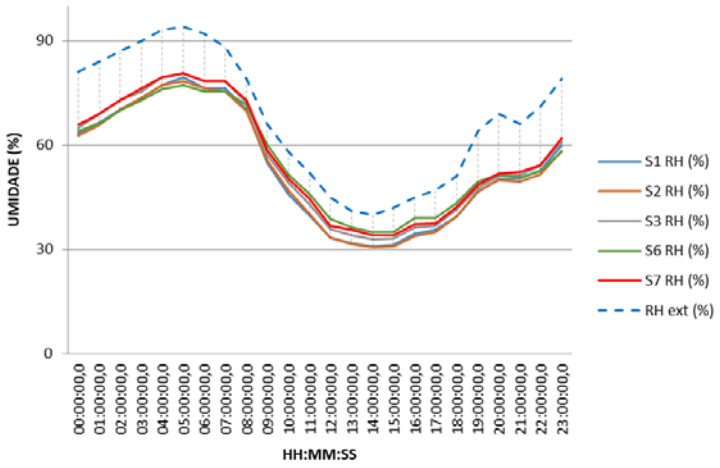


Figura 8 – Teores de umidade relativa do ar no dia 16/01/2018

Observa-se uma oscilação grande dos teores ao longo do dia, apresentando registros de 94% às 5:00 h da manhã e 30% às 14:00 h. Convém salientar que o teor de umidade de 30% classifica-se como estado de atenção pela escala psicrométrica estabelecida pelo Centro de Gerenciamento de Emergências Climáticas[2].

[2] https://www.cgesp.org/v3/umidade-relativa-do-ar.jsp

Tabela 6 – Variação dos teores de umidade externo e internos (16/01/2018).

16/01/2018 5:00:00			
Sensores	Umidade	Estação	Variação
Sensor 1	79,4%	94%	-14,6%
Sensor 2	78,3%		-15,7%
Sensor 3	80,6%		-13,4%
Sensor 6	77,2%		-16,8%
Sensor 7	80,6%		-13,4%
16/01/2018 14:00:00			
Sensores	Umidade	Estação	Variação
Sensor 1	30,8%	40%	-9,2%
Sensor 2	30,6%		-9,4%
Sensor 3	32,8%		-7,2%
Sensor 6	34,9%		-5,1%
Sensor 7	34%		-6%

No momento de maior umidade externa durante o dia, a interna apresenta-se menor, com diferenças de -13% a -16%. A diferença à noite varia de 9,2% a 6,0%, com teor de umidade registrado pelos sensores inferior ao da estação.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido às janelas e portas da edificação ficarem abertas durante o dia, a entrada da radiação solar acarreta temperaturas e umidade do ar no interior da construção próximas às observadas no ambiente externo. A espessura da parede também contribui para a passagem de calor para o interior da edificação.

Contudo, durante a noite, madrugada, e início do dia, observou-se que o calor recebido ao longo do dia foi conservado pela edificação, de modo que as temperaturas no ambiente interno mostraram-se superiores ao do ambiente externo nesses horários do dia.

Com relação à umidade relativa do ar, verificou-se que os teores de umidade do ambiente interno mostram-se abaixo do ambiente externo.

De modo a validar melhor os resultados, propôs-se, aos moradores, manter as janelas e portas fechadas durante um dia inteiro, ou se possível uma semana para se compreender o comportamento do interior do edifício frente à temperatura e à umidade relativa do ar externas. Resultados estes que serão avaliados em trabalhos futuros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Centro de Gerenciamento de Emergências Climáticas de São Paulo. Umidade relativa do ar. Disponível em: < https://goo.gl/pqzBKg >.

Climate-Data.org. Ibiapina: Clima. Disponível em < https://goo.gl/Z4JVdG>. Acesso em: 04 de set. 2018.

Florensa, R. S. (1989). Clima, lugar y arquitectura. Manual de diseño bioclimático. España: Centro de Investigaciones Energéticas

Francisco, M. L. (2009). Recomendações de conforto térmico para projeto arquitetônico e implantação de unidades habitacionais em assentamentos rurais. Caso: Assentamento rural Sepé Tiaraju, Serra Azul-SP. Dissertação de mestrado. São Carlos: Universidade de São Paulo

Heathcote, K. (2011). The thermal performance of earth buildings. Informes de la construción, vol. 63, n. 523, p.117-126.

NBR 15220 (2005-2008). Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas

Parte 1 (2005): Definições, símbolos e unidades.
Parte 2 (2008): Métodos de cálculos da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações.
Parte 3 (2005): Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações uni familiares de interesse social.
Parte 4 (2005): Medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo princípio da placa quente protegida
Parte 5 (2005): Medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo método fluximétrico

NBR 15575 (2013). Edificações habitacionais - Desempenho. Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas

Parra-Saldivar, M. L.; Batty L. (2006). Thermal behaviour of adobe constructions. Building and Environment, vol. 41, p.1892-1904

Pinheiro, L.P.; Santos, K.H.J; Lima, M.B; Silva, L.F.G. (2017). Comparação do desempenho térmico entre protótipos construídos com blocos de alvenaria de solo-cimento com lodo incorporado e materiais sustentáveis convencionais. Jornada de Iniciação Científica e Extensão, 8, Palmas. Anais do VIII JICE. Palmas, Brasil: Instituto Federal do Tocantins.

Rempel, A. R.; Rempel, A. W. (2013). Rocks, clays, water, and salts: highly durable, infinitely rechargeable, eminently controllable thermal batteries for buildings. Geoscience, Vol. 3, n. 1, p. 63-101

Rempel, A. R.; Rempel, A. W. (2016). Intrinsic evaporative cooling by hygroscopic earth materials. Geoscience, Vol. 6, n. 38, p. 1-38

Souza, H. M. P. (2012). O conforto ambiental na arquitetura colonial brasileira: heranças muçulmanas. Architecton Revista de Arquitetura e Urbanismo, vol. 2, n. 2, p. 41-54

AUTORES

Michael Lima Silva, graduado em Tecnologia em Gestão Ambiental pelo IFCE Fortaleza. Cursando Técnico em Edificações IFCE Fortaleza e Pesquisador do Laboratório de Energias Renováveis e Conforto Ambiental do IFCE Fortaleza.

Matheus de Assis, graduando em Engenharia Civil e Técnico em Edificações pelo IFCE Fortaleza. Estagiando em desenhista de Cálculo Estrutural pela empresa A3 Cálculo estrutural.

Adeildo Cabral, Professor do Instituto Federal do Ceará, Campus Fortaleza. Geografo pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Mestre e doutor em Ciências da Engenharia Ambiental pela Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo (USP) e Pós-doutorado (2015) na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP).

Levi Teixeira Pinheiro Professor do Instituto Federal do Ceará, campus Quixadá. Graduado em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal do Ceará, Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Ceará. Doutorando da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Barbara Rangel Professora da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Graduada em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade do Porto. Mestre e Doutora pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

ANÁLISE DE SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS PARA ARQUITETURA VERNÁCULA EM ADOBE

Matheus de Assis Alcântara[1]; Michael Lima Silva[2]; Levi Teixeira Pinheiro[3]; Jean Marcell Parente[4]; Davi Teixeira Pinheiro[5]

IFCE - campus Fortaleza, CE, Brasil, [1]assis4002@gmail.com; [2] michaellima441@gmail.com

[3] Departamento de Ensino, IFCE - campus Quixadá, CE, Brasil, levi.pinheiro@yahoo.com;

[4] Departamento de Engenharia Civil, INTA - campus Sobral, CE, Brasil, jmnparente@gmail.com.

[5] Departamento de construção civil, IFCE - campus Fortaleza, CE, Brasil, davi@ifce.edu.br.

Palavras-chave: adobe, construções vernáculas, sistema construtivo.

Resumo

Devido à falta de recursos e informações, as técnicas construtivas com adobe aplicadas pelos habitantes dos arredores do município de Ibiapina, no estado do Ceará, divergem das usuais soluções encontradas no âmbito das construções contemporâneas. Tais técnicas estão sujeitas a utilização de recursos disponíveis próximos ao local de sua execução, produzindo assim edificaçõesde caráter regional, onde se mesclam materiais locais e industriais. Todavia, estes mecanismos possuem um desempenho averiguado pelos próprios moradores e continuamente são aplicados no decorrer das gerações. Diante disso, o estudo tem como objetivo analisar, classificar e apurar o desempenho das soluções construtivas vernáculas em adobe do município em questão. Para isso, foram realizados os seguintes procedimentos: pesquisa bibliográfica sobre o assunto; coleta de dados em campo, observações de edifícios em adobe existentes no local e recolhimento de amostra de solos e de tijolos; análises em laboratório fundamentando a posterior análise dos sistemas construtivos de três edifícios construídos nos últimos 10 anos. Por fim, foi possível elucidar os mecanismos utilizados e as alternativas encontradas pelos habitantes do local para construir em adobe. Com blocos feitos em regime de mutirão, paredes erguidas por pedreiros da comunidade, uso de cimento nos componentes estruturais como vergas e contravergas, nas fundações e revestimentos, os elementos das edificações analisadas neste estudo, de fato, demonstraram-se eficientes quando comparados aos materiais comuns da construção civil. Alvenaria de vedação atingindo uma resistência mecânica dentro dos padrões esperados (1,5 MPa) e características dos solos, como dimensão dos grãos, limite de plasticidade e teor de umidade ótimo correspondentes aos valores encontrados em normas e artigos de referência, são alguns aspectos encontrados neste estudo que corroboram isto.

1 INTRODUÇÃO

A terra como material de construção tem sido retomada por apresentar baixo custo, financeiro, energético e transporte. Além de ser um material de implementação sustentável, apresenta como um bom moderador térmico; atóxico; renovável, que pode ser facilmente reciclado; apresenta baixo risco de incêndio; apresenta boa qualidade acústica; possui forte apelo estético, devido a cores e formas. Porém, a mesma apresenta suas desvantagens: necessidade de controle de qualidade do solo, devido à variabilidade das características que cada tipo de solo pode apresentar; período de construção mais longo e dependente do clima (North, 2008).

No tocante à qualidade do solo, inicialmente deve-se fazer a seleção da terra, avaliando as seguintes propriedades: composição granulométrica, plasticidade, retração (Neves et al., 2009) e a avaliação da presença, matéria orgânica e sais (Delgado; Cañas, 2007). Depois, definida a tecnologia, realizar o controle da execução avaliando as propriedades como: umidade e grau de compactação (Neves et al., 2009).A granulometria do solo são as proporções adequadas de silte, areia e argila, presentes. Cada grupo de grãos apresentam

suas características próprias que irão influenciar nas características mecânicas do solo (Neves et al., 2009). A plasticidade é a habilidade dos materiais de resistir a deformação sem quebrar, isto é o limite de consistência do solo, que depende do teor de água, da quantidade de argila e do tipo argila. São padrões de teste de laboratório, e na construção de terra os mais usados são o limite de liquidez, o limite de plasticidadee o índice de plasticidade (Delgado; Cañas, 2007). Quanto ao grau de compactação, ele mede capacidade dos solos de reduzir o seu volume, diminuindo o tamanho dos poros e aumentando a densidade, pela aplicação da força de compactação (Delgado; Cañas, 2007). O grau de compacidade de um solo está ligado diretamente a sua resistência mecânica, quando com este é adensado por um determinado esforço. Assim, quando mais compacto o solo menos poroso e mais resistente ele é (Neves et al., 2005). Para uma determinada energia de compactação, há um teor de umidade, este corresponde a densidade máxima que o solo pode atingir, e para determiná-lo utiliza-se o teste de controle.

No Brasil, as técnicas com terra, como adobe, pau a pique e taipa de pilão fora trazida pelos portugueses no período colonial. No século XIX com advento de novas tecnologias começaram a desaparecer. Porém, no Brasil, ainda pode se encontrar a sua produção tradicional em regiões rurais ou periféricas, como nos estados do Piauí(Alexandria; Lopes, 2008)e Ceará (Carvalho, 2012), principalmente as técnicas de a pau a pique e adobe.No estado do Ceará ainda se tem a produção de casas de adobe tradicionais, principalmente da região norte do Estado concentradas nos municípios: Alcântaras, Araquém, Coreaú, Granja, Ipueiras, Marco, Moraújo, Sobral, Tianguá, Uruburetama, Ubajara, Ventura e Viçosa do Ceará (Carvalho, 2012). Os municípios, onde se encontram a produção de obras tradicionais, estão localizados, em sua maioria, em regiões de serra e em zonas rurais de difícil acesso.

Nas construções tradicionais do Ceará,observa-se o uso de argamassa de assentamento do próprio adobe, uso de pedras ou tijolos cerâmicos nas fundações, vergas e contravergas feitas em madeira ou concreto. Os adobes apresentam uma resistência a compressão de 1,0 a 1,7 MPa e possuem dimensões variadas, mas predominando a dimensão de 40x22x7 centímetros (Carvalho;Varum;Bertini, 2010). Nas periferias urbanas dos municípios de Coreaú e Araquém observa-se o uso de alvenarias de adobe com fundações com tijolos cerâmicos. Em viçosa observa-se a demolição das casas de pau a pique para construção de casas de adobe e registra-se que a maioria dos construtores são oriundos do Estado Maranhão, famílias especializadas na técnica que vêm habitar a cidade. Em Uruburetama, existem localidades de difícil acesso construídas totalmente em adobe (Carvalho;Varum;Bertini, 2010).As construções em adobe podem ser 20% a 40% mais baratas que as construções em alvenaria cerâmica. De modo atingir um custo mais baixo caso haja uma reestruturação de coberta, esquadrias de fabricação local, ou um pequeno centro de beneficiamento de madeira e o uso da mão de obra em regime de autoconstrução em todo o processo (Carvalho, 2012)

Este estudo parte da premissa do baixo custo, da sustentabilidade e da valorização da identidade cultural atrelada ao adobe e às suas formas de construção para analisar, classificar e apurar o desempenho das soluções construtivas vernáculas em adobe do município de Ibiapina, no Ceará, mediante observações em campo, realização de ensaios técnicos em laboratório e síntese com discussão de resultados.

2 METODOLOGIA

O presente estudo desenvolveu-se em quatro etapas: levantamento bibliográfico sobre soluções construtivas em construções de adobe e delimitação da área e objeto de estudo; coleta de dados em campo por meio de visitas periódicas; caracterização do solo e do adobe no laboratório; e análise e discussão dos resultados obtidos.

2.1 Levantamento bibliográfico e delimitação da área e do objeto de estudo

Com o intuito de embasar a pesquisa e adquirir conhecimento específico do assunto abordado no estudo, foi realizada uma revisão bibliográfica, através de buscas e leituras de arquivos impressos e virtuais em plataformas como o Google Acadêmico, Science Direct, Scielo e anais de congressos, eventos e revistas científicas.Posteriormente, para escolher a localidade onde o estudo seria realizado baseou-se nas informações colhidas entre os materiais bibliográficos de apoio e também nos conhecimentos dos próprios autores a despeito da ocorrência de construções de residências a partir da utilização de adobe no Ceará. Assim, foram escolhidas para serem analisadas três edificações na comunidade rural "Sítio Lagoa da Moitinga", município de Ibiapina, estado do Ceará.

2.2 Aquisição de dados

A coleta de dados e informações deram-se durante uma campanha experimental de cinco meses, compreendida entre dezembro de 2017 e abril de 2018. Foram realizadas incursões mensais para a localidade do estudo, onde primeiramente foram observados parâmetros sociais da comunidade e dos arredores para entender o contexto no qual foi necessário ou optado a construção das residências familiares em adobe. Em seguida, foi realizado um levantamento arquitetônico nas três edificações estudadas, atentando-se para as soluções e detalhes construtivos empregados em cada uma. A partir disso, foi realizado um levantamento arquitetônico das residências para um melhor entendimento quanto às soluções construtivas em uso. De modo a auxiliar o levantamento arquitetônico, aplicou-se formulários estruturados contemplando os detalhes visíveis e não visíveis, os quais foram submetidos aos moradores e aos construtores das edificações, obtendo referências indiretas do processo construtivo, as quais só poderiam ter conhecimento através de entrevistas.

2.3 Caracterização do solo e do adobe em laboratório

Paralelamente às visitas ao local de estudo, foi utilizado o aparato técnico e o espaço disponível do Laboratório de Materiais de Construção Civil e do Laboratório de Mecânica dos Solos do IFCE campus Fortaleza para realizar os devidos ensaios de caracterização dos materiais (amostras de solo e adobes) coletados em campo. Os ensaios realizados foram: densidade real dos grãos (DNER-ME 093/94), granulometria (NBR 7181, 2016), limites de Atterberg (NBR 6459, 2017; NBR 7180, 2016) e compactação (NBR 7182, 2016). Quanto ao ensaio de resistência à compressão do adobe, foi usado como fundamento o projeto da norma de adobe ainda não publicado.

3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

O estudo de caso é uma amostra de residências unifamiliares localizadas na zona rural do município de Ibiapina, que localiza a 300 km de Fortaleza, capital do Estado do Ceará e 97 km do município de Sobral, maior centro econômico da região (IPECE, 2016). As residências analisadas estão situadas na zona rural de Ibiapina distando 5,6 km da sede municipal na comunidade rural denominada Sítio Lagoa da Moitinga (figura 1), um grande latifúndio, onde o proprietário concedeu a famílias que trabalham no mesmo o direito de construir suas casas. Dentro da propriedade, segundo os moradores, não é permitido se construir casas de alvenaria de tijolos cerâmicos, apenas adobe ou pau a pique. Nesta região observa-se o processo natural dos moradores de construir inicialmente a casa de pau a pique, de uma forma rápida e prática, sem se preocupar com sua qualidade, para depois substituir, quando degradadas, por casa de adobe, como é o caso de uma das residências estudadas.

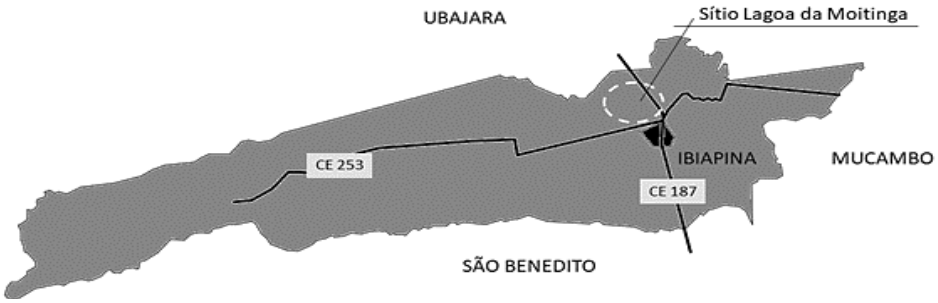
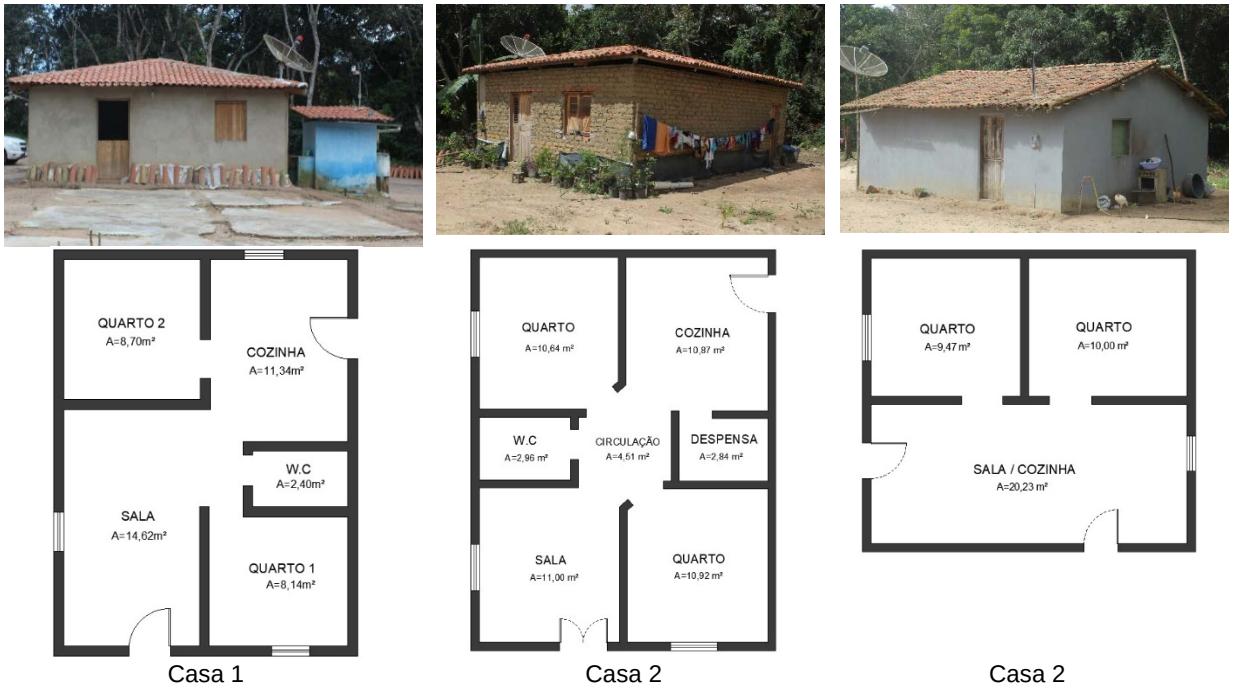


Figura 1. Localização do estudo de caso (adaptado de IPECE 2016)

Nesta região foram encontradas, até o presente momento, 12 casas de adobe, a maioria construída na década de 2000, e um único exemplar que os moradores consideram ter sido construída no ano de 1920. As três edificações analisadas no estudo foram construídas durante os últimos dez anos. Cada uma apresenta uma peculiaridade e diversas alternativas de soluções construtivas. Para efeitos de explicação, no decorrer da discussão dos resultados, será adotada uma nomenclatura para cada casa, conforme apresentado na figura 2.



Casa 1 Casa 2 Casa 2

Figura 2. Casas de adobe estudadas (crédito: M. de Assis)

3.1 Caracterização do solo e do adobe

Para caracterização do solo e determinação das resistências à compressão dos adobes utilizou-se uma amostra de 2,5 kg de solo local e uma amostra de 100 adobes, os quais foram produzidos utilizando o mesmo solo e mão de obra da Casa 1. Os resultados dos ensaios são apresentados nas tabelas 1 a 3.

Tabela 1 – Composição granulométrica e densidade real do solo

Dimensão dos grãos (mm)		Resultado	Procedimento	Recomendação (Delgado; Guerreiro, 2007)
Areia	0,06–2	64%	NBR 7181/2016	55–70%
Silte	0,002–0,06	19%		15–20%

Argila	Abaixo de < 0,002	17%		10–20%
Densidade real dos grãos (g/cm^3)		2,612	DNER-ME 093/94	

Tabela 2 – Limites de Atterberg e compactação

Propriedades	Resultado	Procedimento	Recomendação (Delgado; Guerreiro, 2007)
Limite de liquidez	18%	NBR 6459/2017	31% a 50%
Limite de plasticidade	15%	NBR 7180/2016	--
Índice de liquidez	3%		16% a 32%
Massa específica máxima	1840 kg/m^3	NBR 7182/2016	900-1840* kg/m^3

* recomendação Houben; Guillard, 1994

Os resultados dos ensaios demonstram que se trata de um solo arenoso, pouco plástico, o que pode apresentar alguma dificuldade na moldagem de adobe, o que é comprovado ao observar o acabamento dos adobes, que apresentam irregularidades, principalmente nos cantos.

No ensaio de resistência à compressão, devido a irregularidade dos adobes, não se conseguiu produzir corpos de provas de tamanho regulares, que pode ter afetado os resultados, os quais apresentaram uma variação em seis corpos de prova de 0,85 MPa a 2,12 MPa (tabela 3).

Tabela 3 – Resistência à compressão simples

Corpo de Prova	Área (cm²)	Resistência à compressão (MPa)	Média (MPa)
1	10104,22	2,12	1,43
2	8000,931	0,85	
3	10541,13	1,00	
4	7353,619	1,70	
5	7197,22	1,51	
6	5040,00	1,40	

3.2 Características dos elementos construtivo e suas soluções

A fase inicial de construção das três casas correspondeu à produção de adobes, convergente em seus procedimentos com o processo tradicional, que parte da: seleção da terra, escavação do barreiro, preparação do barro, moldagem dos adobes e, por fim, a secagem (figura 3).

Somente na etapa de preparação do barro é que houve uma diferença: na Casa 2 foi utilizada uma betoneira para acelerar o processo da mistura. A despeito disso, não foi possível obter mais informações quanto à produtividade para realizar uma comparação deste procedimento ao método tradicional de produção (pisagem). Os adobes apresentam algumas irregularidades, provavelmente pelo fato de serem produzidos em regime de mutirão sem orientação e controle de qualidade, em que os mutirantes trabalhavam embriagados em alguns casos. Isto foi comprovado quando se realizou uma oficina de

adobe com o mesmo solo local e com a participação de um experiente profissional que também foi o construtor da Casa 1, os adobes produzidos apresentaram melhor acabamento. Não se determinou ainda a resistência à compressão destes adobes para comparar com os obtidos anteriormente.




Figura 3. Preparação do barro e moldagem de adobes (crédito: L. Teixeira)

As fundações das três casas apresentam soluções similares. A fundação da Casa 1 foi executada com pedras e argamassa cimentícia, com largura de 25 cm e altura total de 80 cm – profundidade de 50 cm e elevação de 30 cm acima do terreno; o nivelamento da fundação foi feito com argamassa de cimento. A fundação das Casa 2 e Casa 3 foi executada com pedras e argamassa de terra, a mesma utilizada na produção de adobes, com largura de 30 cm e profundidade de 40cm. Já a elevação da fundação em relação ao terreno teve alturas variáveis, pois também funcionou como a camada de nivelação das fundações. Assim, ao contrário da Casa 1, a elevação do solo das Casa 2 e a Casa 3 não apresentou nenhum caráter de proteção à chuva. Além disso, a execução da fundação da Casa 3 foi realizada num período chuvoso e sem nenhum tipo de proteção ou cobertura provisória, o que provavelmente ocasionou recalque e resultou no aparecimento de fissuras na parede (figura 4).




Figura 4. Casa 3 - parede com fissura vertical (crédito: L. Teixeira)

Após a execução da fundação, inicia-se diretamente a execução da alvenaria. Este procedimento difere da tradição portuguesa, mais comum em casa antigas da região, em que se colocava elementos cerâmicos, como lajotas de “barro vermelho cozido” (peças cerâmicas) com espessuras entre 3,5 cm a 4 cm entre a fundação e parede para absorver esforços mecânicos. Fernandes e Tavares (2016) relatam que nas construções portuguesas mais recentes é possível ver cacos de telhas ou de tijolos maciços, com 7 cm de altura.

Durante a execução das paredes, foram utilizados instrumentos de uma obra convencional como andaimes, linha, prumo e colher de pedreiro. Os andaimes foram feitos no local com madeira roliça nativa, com os apoios amarrados com arame de um lado e engastados na parede do outro (figura 5).

A alvenaria foi construída com adobes produzidos no local. Os adobes foram assentados com juntas contra-fiadas com argamassa de terra, a mesma utilizada na produção de adobes. Este procedimento está de acordo com a recomendação de Varum et al. (2005) que apontam o uso da argamassa de assentamento compatível com os materiais que compõem

os componentes da alvenaria. Foram observados três tipos de amarração entre paredes, em L, X e T. A única diferença observada entre as três casas foi as dimensões dos adobes indicados na tabela 4.



Figura 5. Andaimes de madeira roliça nativa amarrados com arame na Casa 1 (crédito: L. Teixeira)

Tabela 4 - Dimensões dos adobes

Casas	Largura (cm)	Comprimento (cm)	Altura (cm)
1	20	17	17
2	27	32	32
3	10	10	10

Em todas as três casas, sobre os vãos de portas e janelas foram colocadas vergas de bloco cerâmico com concreto armado (figura 6); as dimensões das vergas ultrapassam o vão da esquadria de 10 cm a 20 cm, o que representa uma inovação, tendo visto que em outras construções de adobe no Ceará, segundo Carvalho, Vahum e Bertini (2009), constatou-se o uso de madeira e de concreto armado como verga. Varum et al. (2005) comenta que na tradição portuguesa utilizavam-se também arcos elaborados realizados com materiais diversos, como pedra, madeira, tijolo e até em adobe para vencer os vãos das aberturas. Para a fixação das molduras de madeira (portais), foi utilizado uma argamassa de areia e cimento. Ademais, notou-se a ausência de contra-vergas nas janelas: nas Casa 2 e Casa 3 foram assentados tijolos cerâmicos parte inferior da janela (figura 7).



Figura 6. Vergas de bloco cerâmico e concreto armado (crédito: L. Teixeira)



Figura 7. Tijolos cerâmico na base das janelas e fixação das molduras (Crédito: Levi Teixeira)

Para o revestimento, em geral, utiliza-se argamassa com cimento. As paredes da Casa 1 foram revestidas com uma única camada de reboco sem aplicação do chapisco, com traço em volume de 1 parte de terra, 3 partes de areia e 1 de cimento. Veado (2008) e Fernandes e Tavares (2016) não indicam o uso de argamassa com cimento e recomendam a argamassa de cal e areia para o revestimento. O próprio construtor local durante os anos vem percebendo a inadequação da argamassa com cimento, e tem adotado uma argamassa mista de terra, areia e cimento.

As paredes da Casa 3 foram revestidas com uma única camada de reboco sem aplicação de chapisco, com um traço em volume de 2 partes de areia e 1 parte de cimento (figura 8). Provavelmente pelo uso da argamassa cimentícia, foram observadas pequenas fissuras nas paredes, evidenciando a falta de aderência entre a alvenaria de adobe e o reboco utilizado.



Figura 8. Aplicação do reboco sem chapisco (crédito: L. Teixeira)

A cobertura da Casa 1 e da Casa 2 é de quatro águas com beiral de 50 cm, estrutura de madeira trabalhada e telha cerâmica, assim como recomendam Fernandes e Tavares (2016) (figuras 9 e 10).



Figura 9. Cobertura da Casa 1 (crédito: L. Teixeira)



Figura 10. Cobertura da Casa 2 (crédito: L. Teixeira)

Na Casa 1, sobre as paredes internas, foram executados pontaletes de adobe para apoiar a estrutura de madeira e entre o adobe e a estrutura de madeira tem calço de madeira. Nas paredes externas observam-se os caibros apoiados diretamente na parede, sem cinta de amarração; nos cantos das paredes externas observam-se linhas engastadas.

Na Casa 2, foi feita uma cinta de amarração de concreto para distribuir o peso da estrutura de madeira da cobertura (figura 11). A cobertura da Casa 3 é de duas águas com beiral de 50 cm, estrutura de madeira roliça da região e madeira trabalhada (figura 12). Percebe-se que a estrutura de madeira foi incorretamente dimensionada, precisando posteriormente de outros apoios, os quais foram instalados de maneira improvisada (figuras 13 e 14).



Figura 11. Cinta de amarração da Casa 2 (crédito: L. Teixeira)



Figura 12. Cobertura da Casa 3 (crédito: L. Teixeira)

Observam-se também fissuras inclinadas na parede sob terças da estrutura de madeira do telhado, provavelmente devido a ausência da cinta de amarração sobre as paredes para a devida distribuição da carga do telhado (figura 15).



Figura 13. Apoios improvisados na Casa 3 (crédito: L. Teixeira)



Figura 14. Apoios improvisados na Casa 3 (crédito: L. Teixeira)



Figura 15. Fissura no sentido do apoio na Casa 3 (crédito: Levi Teixeira)

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em termos de resistência, os adobes das construções tradicionais do município de Ibiapiana, Estado do Ceará, apresentaram resistência à compressão abaixo das recomendações indicadas na literatura. Acredita-se que a irregularidade dos blocos e a dificuldade de capeamento dos mesmos contribuíram para o resultado, cujos valores variaram de 0,85 MPa a 2,12 MPa. É provável que se obtenha valores mais homogêneos e talvez mais elevados com adobes mais regulares.

Quanto às práticas construtivas, elas apresentaram-se de acordo com as recomendações da literatura, tais como uso do beiral, a fundação e a alvenaria, com a exceção do uso do cimento no revestimento.

Em relação às manifestações patológicas, elas têm origem basicamente devido à má execução, negligência ou uso de material impróprio. São exemplos disso, execução das fundações durante o período chuvoso, uso de mão de obra sem qualificação e utilização de cimento no revestimento.

Por fim, para trabalhos futuros recomenda-se: refazer o ensaio de resistência compressão, procurando moldar melhor os corpos de prova; conscientizar sobre o processo de produção de adobes e da casa, pois segundo depoimentos, em muitos casos há um desleixo da mão de obra trabalhar embriagada; uso de revestimento em cal e areia ou cal, areia e terra e uso de madeiras nativas para a estrutura do telhado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alexandria, S. S. S. d.; Lopes, W. G. R. (2008) A terra na construção civil: Edificações de adobe no município de Pedro II, Piauí. Fortaleza: XII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, ENTAC 2008. Disponível em http://www.infohab.org.br/entac2014/2008/artigos/A2112.pdf

Carvalho, R. (2012). Soluções para a construção de habitação em adobe a custos controlados. Tede de doutorado. Portugal: Universidade de Aveiro. Disponível em https://core.ac.uk/download/pdf/15569817.pdf

Carvalho, R.; Varum; H.; Bertini, A. (2009) Mapeamento das construções existentes em adobe no Estado do Ceará, Brasil: Expedição Caminhos da Terra.8º Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra. San Miguel de Tucumán, Argentina: CRIATIC/FAU/UNT – PROTERRA. p. 15-20. Disponível em http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/4910

Carvalho, R.; Varum; H.; Bertini, A. (2010). Expedição caminhos da terra: levantamento final das construções em adobe na região norte e nordeste do estado do Ceará. II Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil TerraBrasil 2010. Campo Grande: TerraBrasil/UFMS. p. 157-165.

Delgado, C.; Cañas, I. (2007). The selection of soils for unstabilised earth building: A normative review. Constructionandbuildingmaterials 21 (2):237-251.

DNER-ME 093/94. Solos – determinação da densidade real. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem

Fernandes, M;. Tavares, A. (2106). O adobe. Lisboa, Portugal: ARGUMENTUM

Houben, H.; Guillaud, H. (1994). Earth construction: a comprehensive guide.London: Intermediate Technology Publications

IPECE (2016). Perfil básico municipal 2016 - Ibiapina. Ceará: Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará.

NBR 6457 (2016). Amostras de solo – Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR 6459 (2017). Solo – Determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR 7180 (2016). Solo – Determinação do limite de plasticidade Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR 7181 (2016). Solo – Análise granulométrica. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas.

NBR 7182 (2016). Solo – Ensaio de compactação. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Neves, C., Faria, O.B., Rotondaro, R., Cevallos, P.S., Hoffmann V., M. (2009). Selección de suelos y métodos de control en la construcción con tierra – prácticas de campo. Disponibleen http://www.redproterra.org.

North, G. (2008). Waitakere City Council's Sustainable Home Guidelines. Earth Building.Disponívelem http://www.waitakere.govt.nz/abtcit/ec/bldsus/pdf/materials/earthbuilding.pdf

Varum, H.; Costa, A.; Velosa, A.; Martins, T.; Pereira, H.; Almeida, J. (2005). Caracterização mecânica e patológica das construções em adobe no distrito de Aveiro como suporte em intervenções de reabilitação. Education and Culture Program: Culture 2000. Monsaraz, Portugal.

Veado, F. R. de C. (2008). Resgate das técnicas construtivas e a importância dos materiais remanescentes das argamassas utilizadas nas confecções das paredes de barro e dos revestimentos das edificações históricas – uma abordagem epistêmica. Dissertação de mestrado. Belo Horizonte: Biblioteca Digital, UFMG.

AUTORES

Matheus de Assis Alcântara: Estudante de técnico em Edificações no Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, campus Fortaleza.

Michael Lima Silva: Estudante de técnico em Edificações no Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, campus Fortaleza.

Levi Teixeira Pinheiro: Professor do Instituto Federal do Ceará. Arquiteto e Urbanista pela Universidade Federal do Ceará. Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Ceará. Doutorando em Engenharia Civil na Universidade do Porto Portugal.

Davi Teixeira Pinheiro: Professor do Instituto Federal do Ceará. Arquiteto e Urbanista pela Universidade Federal do Ceará. Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Ceará. Doutorando em Engenharia Civil na Universidade do Porto Portugal.

Jean Marcell Nunes Parente. Professor do Instituto Superior de Teologia Aplicada, Sobral – Ce. Arquiteto e Urbanista pela Universidade Federal do Ceará. Especialista em Gerenciamento de Projetos pela Fundação Getúlio Vargas. Doutorando em Engenharia Civil na Universidade do Porto Portugal.

TerraBrasil 2018
Território e trabalho: a produção da arquitetura com terra no Brasil
VII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Rio de Janeiro-RJ (Brasil), 30 de outubro a 2 de novembro de 2018
http://redeterrabrasil.org

MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA TIERRA PARA SU EMPLEO EN LA ELABORACIÓN DE MUEBLES

Maria Teresa Mendez Landa[1]; Julio Vásquez Salas[2]; Ana Cristina Barraza[2]

Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú,

[1]maria.mendez@urp.edu.pe; [2]cecos@urp.edu.pe

Palabras clave: estabilizante, mobiliario, compactación

Resumen

El Perú posee una rica herencia cultural de construcciones en tierra. Actualmente el 47% del total de viviendas están construidas de tierra, piedra y/o madera, equivalente a más de 3,6 millones de casas, lo que da a este material un gran arraigo sociocultural. Uno de los mayores problemas que presenta el Perú es el déficit de infraestructura escolar, en especial en las zonas rurales alto andinas, debido a la poca atención que les brinda el estado, sumado a su aislamiento geográfico respecto a las zonas urbanas. La tierra es el único material constructivo empleado en estas zonas, debido a que se obtiene sin costo alguno, es fácil de trabajar y, con propiedades térmicas adecuadas al clima de las zonas. A partir de estas premisas se concibe un mobiliario escolar construido con tierra, como parte integrante de un sistema de aulas. Con este fin, se buscó un estabilizante natural que, al mezclarse con la tierra, incremente su resistencia para una mayor durabilidad. Se empleó pruebas de campo para selección de la tierra como “cinta de barro”, “presencia de arcilla” y “resistencia seca” y la prueba “contenido de humedad” para la construcción con tapial; ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura mínimos para medir la resistencia del material tierra a la compresión (ensayo de compresión en cubos). Se analizaron mezclas de suelo con materiales cuyas características permitían su empleo como estabilizante. Luego, en trabajo de gabinete se obtuvo el mejor resultado con la Muestra4, compuesta por tierra, arena, agua, periódico y mucílago de linaza, la que sometida a pruebas de resistencia a la compresión soportó una fuerza máxima de 2MPa. En conclusión, la mezcla es idónea para su empleo en la construcción del mobiliario escolar, considerándose para una posterior transferencia tecnológica a las poblaciones que lo requieran.

1 INTRODUCCIÓN

El Perú posee una valiosa herencia cultural de construcciones en tierra, como son los distintos centros arqueológicos pre cerámico, en los cuales se evidencia el uso de la tierra como material constructivo de edificaciones y de elementos complementarios.

El enfoque general en la mayoría de los estudios en tierra, se centra en el uso de ésta para construcción de edificaciones, mas no de elementos complementarios. Sin embargo, en los restos arqueológicos de la ciudadela de Chan Chan, ubicada en la costa norte de Perú, se observa el empleo de la tierra, tanto para la construcción de las edificaciones como de mobiliario, por ejemplo, la Sala de Audiencias[1] (figura 1) en la que se observan asientos construidos de tierra. La escaza información sobre las posibilidades del uso de la tierra en la construcción de mobiliario, dio origen al presente estudio.

Según el INEI (2017), el 47 % del total de viviendas están construidas de tierra, piedra y/o madera, equivalente a más de 3,6 millones de casas, haciendo que este material tenga un alto arraigo socio cultural. Por otro lado, el Perú es un país que, al tener pocos recursos

1 Lugar donde era recibido quien llegaba a tributar al Curaca de Chan Chan

económicos, presenta un déficit de infraestructura escolar, en especial en las zonas rurales alto andinas. En estos poblados, la tierra es el material constructivo más empleado, debido a la baja economía de los habitantes, así como por las escazas vías de acceso que dificultan la comunicación con las zonas urbanas.



Figura 1. Sala de Audiencias Chan Chan (Fuente: Locuraviajes.com)

La tierra, como material constructivo, tiene muchas cualidades, entre las que se mencionan: es amigable con el medioambiente porque no contamina, se economiza en medios de transporte, pues la materia prima se extrae in situ, es un producto reutilizable, porque se puede mojar, triturar y volver a moldear, es fácil de trabajar, pues su plasticidad permite moldear con facilidad logrando diversas formas, al secarse se contrae, generando una estructura monolítica. Así como tiene bondades, la tierra presenta algunos inconvenientes, puesto que es permeable, se debe ser proteger de la humedad y tratar para evitar su erosión en el tiempo (Corporación de Desarrollo Tecnológico, 2012). Por otro lado, Guerrero (2007, p. 186) llama atención que “una tierra arcillosa tiene una alta cohesión, pero, cuando se presentan fenómenos de humidificación y secado continuos, sufre cambios volumétricos capaces de generar fuertes agrietamientos en su constitución…”

Conocidas las bondades y defectos de este valioso material, se permite considerarlo apropiado para su empleo en la elaboración de elementos complementarios del mobiliario escolar, como parte de un proyecto de aulas escolares. Para un adecuado uso, la tierra requiere someterse a lo que se conoce como proceso de estabilización, con un estabilizante que, por sus propiedades, compense sus características adversas (permeabilidad y propensión a la erosión). El estabilizante debe ser natural para que, con la tierra, la mezcla no pierda sus cualidades medioambientales.

Es así que se asume, como fundamento de la investigación, la búsqueda de un estabilizante natural que, al mezclarse con la tierra, incremente su resistencia y con ella su dureza para una mayor durabilidad, permitiendo una utilización apropiada en la elaboración de mobiliario escolar, motivo del presente estudio.

2 OBJETIVOS

Mejorar la resistencia a la compresión para su empleo en mobiliario escolar, mediante la identificación de una mezcla con estabilizantes naturales, buscando una solución socioeconómica sostenible.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

Se empleó una metodología experimental con ensayos de laboratorio siguiendo la Norma E.080 (2017): a) pruebas de campo de acuerdo a los Anexos 1, 2 y 3; b) en laboratorio, los ensayos de resistencia a la compresión presente en el inciso 8.1.

Al encontrar las proporciones en que la tierra contenga adecuada presencia de arcilla mediante las pruebas indicadas, se buscó mejorar su resistencia añadiendo estabilizantes que reduzcan la porosidad del material y mejoren su durabilidad. Para eso se buscó identificar un estabilizante que permita obtener mejor comportamiento de la tierra como material constructivo.

En relación a los estabilizantes, se consideran algunas importantes informaciones. Guerrero (2007, p.188-189) menciona:

> su forma de actuación sobre el suelo: los estabilizantes por consolidación, los estabilizantes por fricción y los estabilizantes por impermeabilización…Los estabilizantes por consolidación proporcionan ayuda a las arcillas en la acción aglutinante que ejercen sobre las partículas inertes del suelo…el mejor estabilizante por consolidación con que se cuenta y cuya eficacia ha sido probada a lo largo de los siglos en todo el mundo, es la cal… En una serie de estudios llevados a cabo en la Universidad Federal de Bahía (Brasil) con miras a determinar el efecto de la composición mineralógica de las arcillas dentro de sistemas compactados de suelo-cal, se han logrado establecer interesantes comparaciones entre tipos de mezclas con distribuciones granulométricas similares. En esas investigaciones se desarrollaron diversos ensayos con probetas en las que se agregaron como estabilizantes fracciones de cal que variaban entre 0 y 12%. Entre los resultados obtenidos destaca el hecho de que, para determinados tipos de suelos, se pudieron obtener incrementos en la resistencia de la compresión simple que pasó de 0,6 hasta 1,5 MPa. Además, se puso en evidencia la disminución de la contracción de las mezclas debido al secado, así como la limitación en la acumulación de agua. Las mejores respuestas se consiguieron agregando solamente entre 4 y 8% de cal…En el caso de los polímeros extraídos de vegetales, o proteínas como el huevo son productos que se han utilizado desde la antigüedad, pero debido a la escasez de información documental y de trabajos experimentales en su aplicación, es difícil proponer su manejo

Existe la tradición acerca del uso del huevo como aglomerante en morteros con cal llamada calicanto. Se empleaba para mejorar las propiedades mecánicas (Leiva, 2012).

Otro estabilizante que es empleado para incrementar propiedades de los suelos es comentado por Pérez (2012, p.18) "…la ceniza volante estabiliza el suelo mejorando sus propiedades mecánicas para su utilización en pavimentación…"

La adición de fibras como celulosa, fibras naturales o sintéticas incrementan la resistencia y el modulo elástico de los suelos. Vargas (2007, p.28) afirma que "la estructura del papel está compuesta básicamente por fibras en su mayoría, por arcilla y pigmentos, y además a su peso se le añade la humedad". Así también menciona que:

> La pulpa de celulosa posee características que no están relacionadas con el proceso de fabricación y son: propiedades químicas, como es el contenido de lignina y hemicelulosas, y las condiciones mismas de la celulosa en la fibra; y propiedades físicas como la resistencia a tensión y a la flexión (p.28).

Basados en estos conceptos, se decidió considerar el papel como un aditivo a analizar.

Así mismo, Guerrero (2007, p.190) menciona que "los estabilizantes por impermeabilización tienen la función de conformar una especie de capa protectora en torno a las partículas de arcilla que regula su contacto con el agua… las de origen vegetal son los aceites de girasol, linaza y oliva".

Es por ello que se eligió estudiar como estabilizantes a la cal, ceniza, clara de huevo y mucilago de linaza con papel periódico, por sus características físicas (fácil maniobrabilidad), y propiedades químicas (evita la corrosión, aumenta la adhesión intermolecular), por su abundancia en el entorno y, por no ser nocivos para la tierra.

Se elaboraron cubos de 10 cm x 10 cm x 10 cm con los diferentes tipos de estabilizantes naturales y, uno de suelo natural. Basados en la Norma E.080 (2017, p.15), se elaboraron seis muestras con cada mezcla, según tabla 1, las que fueron sometidas a pruebas de compresión simple para medir su resistencia.

Tabla 1- Volumen de materiales analizados en porcentaje

Muestra	Tierra (%)	Arena (%)	Agua (%)	Estabilizante	
				Material	Cantidad (%)
0	64	32	4	-	-
1	57	29	9	cal	5
2	57	29	3	ceniza	11
3	58	29	0	clara de huevo	13
4	61	30	0	mucílago de linaza	8
				papel periódico	1

Siguiendo indicaciones de los anexos 1 al 4 de la Norma E.080 (2017) se realizaron las pruebas de campo[2]: cinta de barro, presencia de arcilla y resistencia seca para la selección de la tierra y se procedió con la prueba de control de fisuras y dosificación suelo-arena gruesa para encontrar la proporción adecuada de mezclas de tierra y arena, teniendo en cuenta la prueba contenido de humedad para la construcción con tapial.

La muestra 0 contiene tierra, arena y agua, en conclusión, es un tapial convencional, que se considera para tener como comparación con las demás muestras.

La muestra 1, con cal, se considera como indicador ya que posee estudios realizados (muestra informativa) "…El empleo de cal incrementa la capacidad portante de los suelos aumentando su índice C.B.R. También aumenta las resistencias a tracción y a flexión. Por lo tanto, la mejora producida en las capas y explanadas estabilizadas permite reducir espesores y las posibilidades de fallo durante su vida útil" (Sampedro, 2005, p. 13)

La muestra 2 contiene como estabilizante la ceniza de la combustión de una combinación entre leña, hojas, ramas, etc.; esta base vegetal produce dos tipos de ceniza, una que permanece en la primera cámara de combustión y se deposita en la parte inferior de la caldera denominada ceniza de fondo o escoria húmeda y otro tipo que está compuesto por las partículas que son arrastradas por los gases de combustión y se depositan en filtros. Por tanto, los científicos se han centrado en las cenizas de fondo, ya que proporcionan mejores propiedades a los materiales de construcción (SINC, 2014).

La muestra 3 tiene como estabilizante la clara de huevo considerada como un sistema proteico compuesto por fibras de ovomucina (proteína fibrosa), que permite cohesión fibrosa al reaccionar con la tierra y arena provocando que esta aumente su módulo elástico y su resistencia (Araneda, 2018).

La muestra 4 contiene como estabilizante mucílago de linaza y papel periódico picado. Las propiedades físicas y sus componentes químicos actúan activamente en la mezcla, el papel humedecido en el mucílago actúa como celulosa triturada y el mucílago ejecuta un papel semejante a la clara del huevo, dando en conjunto una mayor resistencia y elasticidad.

Se evalúa los resultados obtenidos para obtener el estabilizante y la mezcla óptima para su empleo en la elaboración del mobiliario escolar, siguiendo el procedimiento indicado en la Norma E.080 (2017).

4 RESULTADOS Y DISCUSIONES

Generalmente la tierra necesaria para una edificación se puede obtener directamente mediante la excavación en el propio terreno del proyecto. Pero, no siempre se realiza la

2 Testes realizados sin herramientas a pie de obra o en outro sitio, basados en conocimientos comprobados a través de métodos de ensayos de laboratorio, que permitem tomar decisiones de selección de canteras y dosificaciones.

elección de material apropiado, por lo que es necesario hacer pruebas o ensayos de campo para comprobar su calidad (Corporación de Desarrollo Tecnológico, 2012).

Tabla 2. Resultado promedio de ensayos de resistencia a la compresión

Muestra		Edad de ensayo (días)	Resistencia a compresión simple (MPa)
0	sin estabilizante	28	1,9
1	cal	5	0,7
2	ceniza	28	1,0
3	clara de huevo		0,6
4	papel y linaza		2,0

La cal es el estabilizante que brinda una mediana resistencia con un porcentaje mínimo y tiempo de secado mínima a diferencia del resto de las muestras con estabilizantes. El 5% es la proporción más uno del mínimo porcentaje a agregar, de acuerdo a los estudios y pruebas previas realizadas por Guerrero (2007, p.188-189). Con esta información se optó por considerarla como muestra informativa.



Figura 2. Pruebas de compresión a las muestras (Crédito: CECOS-BRIGURP en 2018)

5. CONSIDERACIONES FINALES

Los resultados de las pruebas de compresión simple en laboratorio, realizadas a los cubos de tierra con estabilizantes en las proporciones definidas en la tabla 1, con un rango de entre 5-13% de estos, se concluye que:

a) La muestra 0 sin estabilizante, tiene una resistencia óptima sin embargo al momento de producirse la falla, esta posee rupturas muy notorias;

b) La muestra 2, con estabilizante de ceniza, es la segunda con mejor resultado;

c) La muestra 3, con estabilizante de clara huevo, no tiene una buena resistencia a diferencia del resto, sin embargo, esta posee características semejantes a la muestra 4 respecto a su elasticidad. Al momento de realizar la prueba de compresión simple esta mezcla indicaba la resistencia última, pero el cubo en prueba no presentaba deformaciones ni rupturas, solo fisuras finas;

d) La muestra 4, con estabilizante de periódico con mucílago de linaza, es la que ofrece el mejor comportamiento a los requerimientos del estudio.

A pesar de tener resultados similares al obtenido en la muestra 0, la muestra 4 presenta mejor consistencia. Al pasar por su fuerza última, en cuanto que la muestra 0 sufre fisuras muy marcadas y la muestra falla totalmente, la muestra 4 solo presenta ligeras fisuras, por lo

cual aun teniendo resultados a la compactación similares, su grado de consistencia es mu y diferente y útil en el estudio

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Araneda, M. (2018). Huevos y derivados. Composición y propiedades. Disponible en: http://www.edualimentaria.com/huevos-composicion-y-propiedades.

Corporación de Desarrollo Tecnológico (2012). Manual de terreno. Evaluación de daños y soluciones para construcciones en tierra cruda. Santiago, Chile: Corporación de Desarrollo Tecnológico.

Guerrero, L. (2007). Arquitectura en tierra. Hacia la recuperación de una cultura constructiva. Colombia: APUNTES, v.20, n.2, p.182-201. Disponible en http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/revApuntesArq/article/view/8976

INEI (2017). Población y vivienda. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Disponible en: www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/poblacion-y-vivienda/

Leiva, L. (2012). Piden declarar Monumento Histórico a puente colonial. La Tercera. Disponible en: http://diario.latercera.com/edicionimpresa/piden-declarar-monumento-historico-a-puente-colonial.

Norma E.080 (2017). Diseño y construcción con tierra reforzada. Perú: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Disponible en: https://www.sencico.gob.pe/descargar.php?idFile=3478

Pérez, R. (2012, p.18) Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como subrasante mejorada y/o sub base de pavimentos. Tesis de maestría. Lima: Iniversidad Nacional de Ingeniería. Disponible en: http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1313/1/perez_cr.pdf

Sampedro R., A. (2005). Tratamientos de suelos con cal. Planteamiento general, diseño e control de calidad. España: Asociación Nacional de fabricantes de Cales y Derivados de España, Disponible en http://anfacal.org/media/Biblioteca_Digital/Construccion/Estabilizacion_de_Suelos/JM-Tratamiento_de_suelos_con_cal_-ANCADE.pdf

SINC (2014). La ceniza de la combustión de biomasa se puede usar en bloques de construcción. Disponible en https://www.agenciasinc.es/Noticias/Las-cenizas-de-la-combustion-de-biomasa-se-pueden-usar-en-bloques-de-construccion

Vargas R., L. A. (2007). Uso de fibras de papel periódico, cal hidratada y alumbre, en la elaboración de un material compuesto. Tesis de maestría. Coquimatlán: Universidad de Colima. Disponible en: http://digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/Pdf/VARGAS_ROBLES_LUIS_ARTURO.pdf

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Centro de Estudios para Comunidades Saludables de la Universidad Ricardo Palma, CECOS-BRIGURP por apoyarnos con el desarrollo de esta investigación y brindarnos la oportunidad de desenvolvernos como profesionales, a la directora y técnicos encargados del laboratorio de mecánica de materiales, y a nuestros compañeros voluntarios del CECOS-BRIGURP por las horas compartidas.

AUTORES

María Teresa Méndez Landa, Doctora en Educación por la Universidad San Martín de Porres. Arquitecta por la Universidad Nacional de Ingeniería. Profesora Asociada en facultades de Arquitectura e Ingeniería de la Universidad Ricardo Palma, Lima-Perú. Coordinadora y directora de proyectos de investigación del Centro de Estudios para Comunidades Saludables y jefe del Taller de Construcción de la Facultad de Ingeniería. Universidad Ricardo Palma. Directora de ponencias presentadas al TerraBrasil 2008, 2010 y 2012, 2014 y 2016; SIACOT 2009, 2015, 2016, NOCMAT 2013, Ekotectura 20014 y CICIC 2018.

Julio Cesar Vásquez Salas, alumno de la escuela de Ingeniería Civil. Universidad Ricardo Palma. Miembro voluntario, Coordinador de alumnos del Centro de Estudios para Comunidades Saludables CECOS-BRIGURP

Ana Cristina Barraza Antezana, alumna de la escuela de Ingeniería Civil. Universidad Ricardo Palma. Miembro voluntario, co-coordinadora de alumnos del Centro de Estudios para Comunidades Saludables CECOS-BRIGURP.

TERRA BRASIL 2014

Viçosa - Minas Gerais

PATRIMÔNIO E VALORIZAÇÃO SABERES, CONHECIMENTOS E TÉCNICAS

TerraBrasil 2018
Território e trabalho: a produção da arquitetura com terra no Brasil
VII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Rio de Janeiro-RJ (Brasil), 30 de outubro a 2 de novembro de 2018
http://redeterrabrasil.org

ATLAS DA ARQUITETURA COM TERRA NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO

Bruna Cid Silva[1]; Rafael Amorim[2]; Andrea Cavicchioli[3]

Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH-USP)l, Brasil, [1]brunacid@usp.br; [2]rafael.amorim@usp.br; [3]andrecav@usp.br

Palavras-chave: taipa de pilão, pau a pique, mapeamento, patrimônio histórico

Resumo

As edificações históricas construídas com terra e as técnicas tradicionais de taipa de pilão, pau a pique e adobe constituem um excepcional conjunto de bens da cultura material no Brasil e, em particular, no Estado de São Paulo. Esse patrimônio corre o risco de desaparecer e precisa urgentemente ser amparado por adequadas estratégias de preservação. Essas, por sua vez, demandam várias ações de pesquisa que começam pela identificação e mapeamento dos remanescentes das edificações históricas construídas com essas técnicas entre os séculos XVI e XX (não sempre catalogadas ou protegidas pelos órgãos de patrimônio). Nesse trabalho, é apresentado o primeiro conjunto de resultados consolidados de um projeto que teve como objetivo geral reunir, complementar e sistematizar conhecimentos formais e informais sobre a existência, distribuição e modelos de produção de construções de arquitetura com terra (século XVI-XX) na região metropolitana de São Paulo, visando criar as condições para a elaboração de estratégias de conservação.

1. INTRODUÇÃO

Desde os primórdios a terra foi utilizada como material de construção de monumentos, abrigos e casas. De pirâmides no Egito a casarões de fazendas no interior de São Paulo, a forma de construir com barro foi passada através dos tempos (Pisani, 2004). As edificações construídas com terra em São Paulo remontam da época de sua primeira colonização, no século XVI, em que construções tais como abrigos, escolas e capelas eram realizadas em colaboração entre indígenas e padres jesuítas (Toledo, 2003). Apesar desse contato direto e embora alguns autores mencionem o sincretismo arquitetônico proveniente da interação entre indígenas e portugueses (Augusto, 2010), ainda não parece haver consenso sobre o nível de contaminação sofrida pelos colonizadores no processo de adaptação de seus conhecimento de construção por parte das populações indígenas..

É fato, contudo, que na sua origem, a vila de São Paulo era isolada e as casas de seus primeiros moradores foram construídas de forma a proteger seus habitantes. A percepção do ambiente e do clima, bem como os costumes da vida cotidiana também foram primordiais para definir os padrões das construções e isso, juntamente com certo isolamento do local e escassez de materiais alternativos à terra, fizeram com que a taipa de pilão se tornasse a principal técnica de construção civil na capitania (e na província, posteriormente). Nos primeiros séculos, até mesmo o pau a pique era raro e estruturas de madeira eram utilizadas nos telhados e alpendres (Lemos, 1999). Sucessivamente, a taipa de mão foi mais utilizada em paredes internas ou divisórias em São Paulo, sobretudo em zonas rurais e em edificações mais humildes (Canteiro; Pisani, 2006).

A cidade de São Paulo só começou a ter alguma relevância no contexto pós-colonial, no período cafeeiro (século XIX). As condições de maior circulação de riquezas e a ampliação dos contatos com os países europeus e norte-americanos, num momento de afirmação das ideias positivistas, juntamente com as maciças ondas de imigração posteriores à abolição da escravatura, são elementos que marcaram o início do abandono da utilização de técnicas construtivas baseadas na terra crua e gradativamente elementos industrializados se

impuseram como matérias primas. Até a câmara municipal começou a impor restrições à arquitetura e aos sistemas construtivos tradicionais e as edificações em taipa foram gradativamente demolidas e substituídas por tijolos e alvenaria argamassada. Além disso, as construções de taipa comprometiam a imagem da cidade, sendo consideradas antiquadas (Pereira, 1998). Com o passar dos anos a velocidade da ocupação do território e a falta de planejamento urbano marcaram a deterioração de diversos remanescentes desse passado colonial na metrópole (Morcelli, 2013).

Ainda que as iniciativas empreendidas pelo grupo capitaneado por Mario de Andrade à frente da delegacia do antigo SPHAN a partir dos anos de 1930, privilegiando a valorização de edifícios construídos no período pré-imperial, tenham contribuído para um progressivo resgate de parte desse patrimônio (Mayumi, 2005), é claro que a perda continuou durante toda a segunda metade do século XX. Cabe destacar que os ideais daquele grupo e da geração que se seguiu foram pautados pelo pensamento modernista de construir a memória nacional a partir de vestígios coloniais, do sincretismo luso-brasileiro, muito mais que a preservação dos elementos de terra dessas modalidades construtivas. Por exemplo, é bem verdade que o sucessor de Mario de Andrade, Luis Saia, encabeçou um projeto de catalogação e restauração das casas bandeiristas de taipa de pilão, mas sabe-se também que seu interesse sobre elas não o impediu de modificar o formato das casas tanto quanto introduzir componentes modernos durante os restauros (Mayumi, 2005).

Em suma, hoje o patrimônio histórico da arquitetura com terra no estado de São Paulo continua ameaçado e corre o risco de desaparecer permanentemente. Esse cenário, por outro lado, fica amenizado pelo fato de a temática da arquitetura com terra ter experimentado, nas últimas décadas, um renovado interesse por parte de algumas organizações ligadas à preservação cultural, da academia e do setor comercial, até em função da tentativa de resgatar as técnicas de construção em terra na perspectiva de formas mais sustentáveis de construção civil na contemporaneidade.

2. OBJETIVO

Nesse trabalho, são apresentados os resultados de um projeto que teve como objetivo geral reunir, complementar e sistematizar conhecimentos formais e informais sobre a existência, distribuição e modelos de produção de construções de arquitetura com terra (séc. XVI-XX) na região metropolitana de São Paulo (RMSP), visando criar as condições para a elaboração de estratégias de conservação.

3. METODOLOGIA

Os resultados discutidos nesse artigo surgiram da construção de um banco de dados de construções de taipa de pilão, pau a pique e adobe, bem como algumas outras variantes mais esporádicas, compilado com base nos seguintes procedimentos. i) Levantamento de informações bibliográficas e organização de registros existentes (livros, artigos, teses acadêmicas, matérias jornalísticas, informes disponíveis na internet, documentação técnica de órgãos de proteção do patrimônio cultural e de outros: por exemplo, os estudos e relatórios de impacto ambiental (EIA-RIMA) elaborados para a construção do anel rodoviário e o plano de manejo da área de preservação ambiental da Várzea do Rio Tietê); ii) Contatos com especialistas da área (arquitetos, arqueólogos, agentes de órgãos de proteção patrimonial, acadêmicos, restauradores); iii) Visitas de campo, georreferenciamento, conversas com atores locais. O enfoque da pesquisa foram os 39 municípios da RMSP.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Devido à sua centralidade como ponto de partida no processo de penetração da capitania/província de São Paulo, inclusive por conta da função primordial do rio Tietê como eixo de expansão para o interior do continente, a região que hoje corresponde à RMSP tem uma trajetória de ocupação particularmente antiga que está refletida na quantidade,

relativamente expressiva, de edificações históricas construídas com terra ainda presentes no território e na variedade de soluções adotadas no emprego dessa matéria prima.

O quadro geral do atlas na RMSP inclui um conjunto de 74 construções ainda existentes e das quais há certeza da presença de elementos originais de terra. A distribuição nos diferentes municípios está ilustrada no mapa da figura 1.

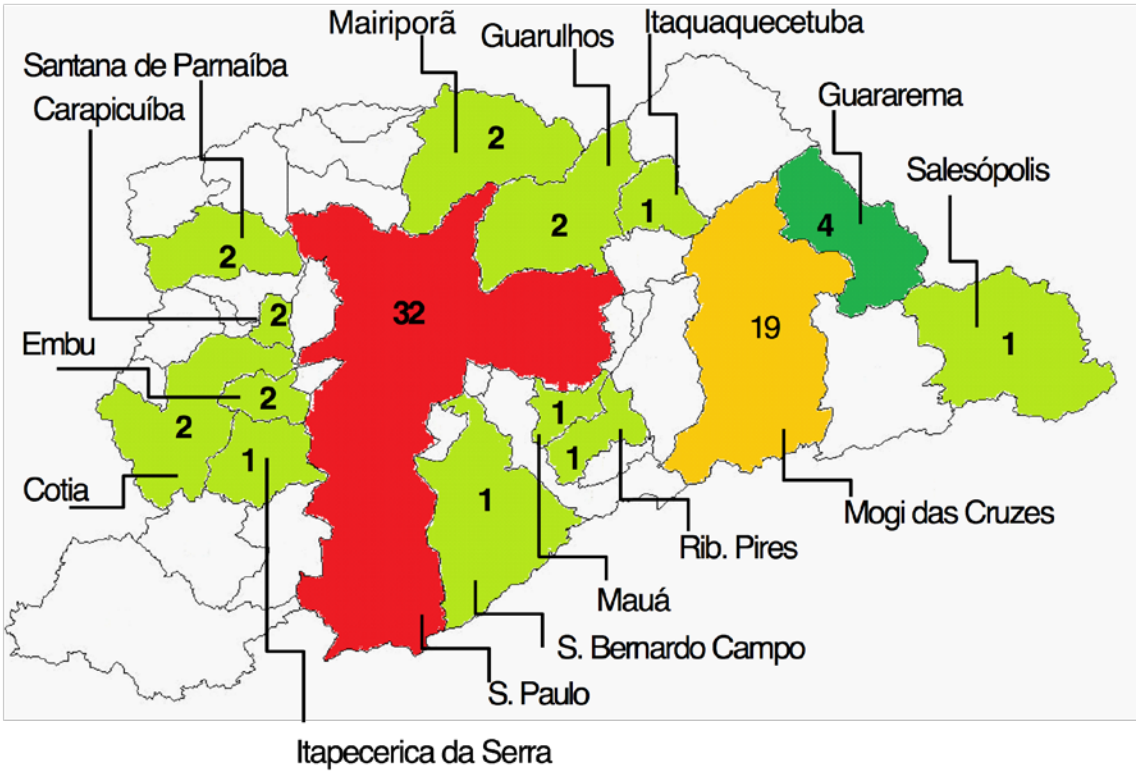


Figura 1. Mapa da distribuição das construções históricas com terra nos municípios da RMSP (Fonte: dados primários)

Tais informações não pretendem ser definitivas e completas, embora o banco de dados construído até o momento inclua todas as construções inscritas nos livros do tombo do Condephaat e do Iphan e abranja os dados disponíveis em todos os principais especialistas em matéria em seus livros, dissertações e teses e fornecidos a título de comunicação pessoal, inclusive por atores ligados ao setor da arqueologia e do restauro. Por essas mesmas fontes, sabe-se que existem itens desse banco de dados que ainda precisam ser confirmados com relação tanto à presença de elementos construtivos feitos de terra como à sua permanência nos dias de hoje. Assim, o mapa da figura 2 indica em quais municípios se concentram tais construções e, portanto, onde há maiores probabilidade de haver uma ampliação de entradas no banco de dados (Santana de Parnaíba sendo uma exceção, pois as lacunas ainda existentes no atlas decorrem da amplitude do patrimônio arquitetônico em terra naquele município).

Nas construções, foram identificados 95 elementos arquitetônicos feitos com terra (figura 3A), predominando sobretudo a taipa de pilão (70%) e com ocorrência menor de pau a pique em todas suas diversas variantes (27%). O adobe foi encontrado somente em 2 edificações (o Mosteiro da Imaculada Conceição da Luz e a Igreja de São Cristóvão), tratando-se provavelmente sempre de modificações introduzidas posteriormente e, portanto, não se mostrando como técnica que tenha adquirido uma real presença no panorama da construção civil dessa região.

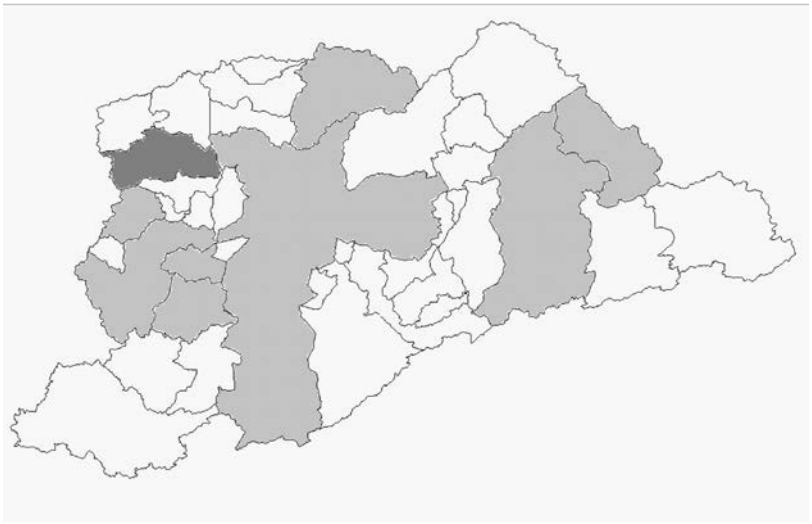


Figura 2. Mapa com o destaque dos municípios da RMSP há indicações da existência de construções históricas com terra que precisam ser confirmadas (Fonte: dados primários)

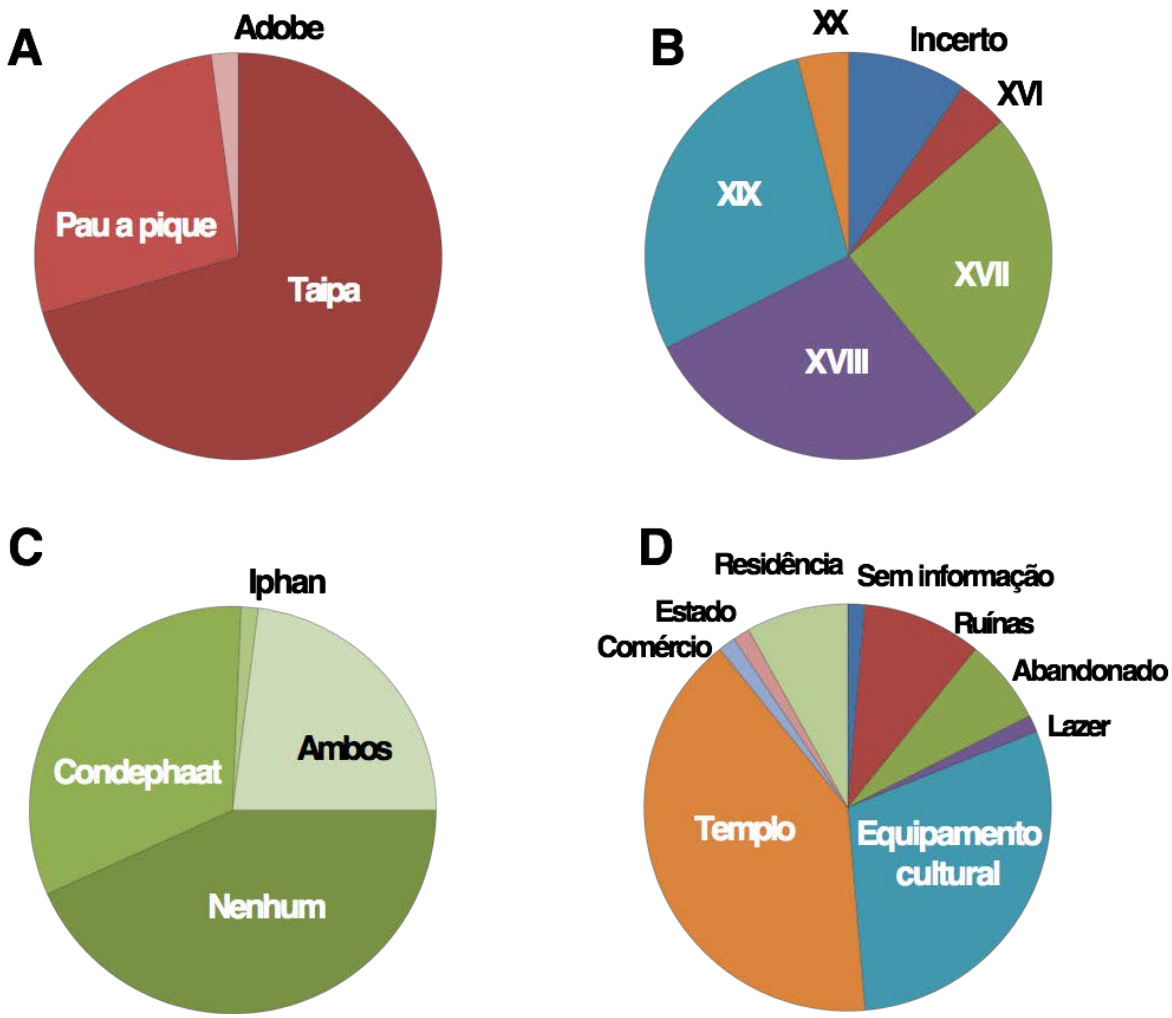


Figura 3. Gráficos sobre as diferentes categorias de construções históricas com terra na RMSP. A: distribuição por técnica; B: distribuição da datação; distribuição por nível de proteção institucional; distribuição por uso atual (Fonte: dados primários)

Outros dados ilustrados nas estatísticas apresentadas na figura 3 mostram algumas características importantes desse patrimônio. Primeiramente, a amplitude do intervalo de idade histórica das construções (ou suas partes) ainda presentes nesse território, que abrangem todos os cinco séculos desde a fundação das primeiras vilas no planalto do Piratininga, com os muros do Pátio do Colégio *in primis*, datados da segunda metade do século XVI. Faz-se mister especificar que, nesse quadro, se considera uma datação oficial cuja confirmação extrapolou os objetivos imediatos do trabalho, assim como o fato que tal estimativa desconsidera que, eventualmente, alguns dos elementos hoje presentes no corpo de determinada construção podem ter data distinta daquela oficial da edificação. Por exemplo, o casarão do Afonso Sardinha, no extremo oeste do município de São Paulo é uma construção de 1580, de acordo com a placa informativa afixada na sua frente; contudo, as feições atuais do casarão, distantes em vários aspectos do padrão bandeirista, indicam claramente ter havido modificações posteriores não detalhadas em nenhuma das fontes escritas ou orais consultadas. Tampouco, pode-se ter certeza que o belo muro de cerca em taipa de pilão ainda presente na sua frente possa ser atribuído ao mesmo período de construção do prédio principal. Para 7 construções (9%), não há nenhum indício disponível de datação, são elas: a casa de taipa de pilão situada no terreno da antiga chácara Tangará, atual parque Burle Marx, em São Paulo (figura 4A); duas ruínas na estrada do beija-flor, no topo da Serra do Itapeti, em Mogi das Cruzes (uma delas mostrada na fotografia da Figura 4B[1]); as casas bandeirista do Grito, em São Paulo, e do terreno da Ford, em São Bernardo do Campo; a casa 417, em Mogi das Cruzes; e a fazenda Bananal, em Guarulhos.

Destacam-se também os dados sobre as proporções de inclusão nas listas de bens protegidos pelos órgãos estaduais e federais de proteção (43% sem nenhum tipo de tombamento *versus* 57% tombadas em nível estadual, federal ou ambos). Essa distinção não é necessariamente discriminadora de grupos de bens com diferentes graus de real proteção, mas é reveladora de como a presença de técnicas tradicionais de construção com terra não seja, em si, um elemento suficiente para um reconhecimento quantitativamente expressivo do valor histórico e cultural do imóvel por parte do Estado. Assim, por um lado, é significativo notar que existem bens tombados em ambas as esferas que estão, de fato, expostos à ação do intemperismo e do vandalismo, como o sítio Mirim (figura 4C). Por outro, constata-se que há construções em ruínas (9%) ou em estado de abandono (7%, figura 3D) para as quais uma chancela de proteção oficial estimularia de estudos e pesquisas, proporcionando ao menos a coleta centralizada de dados, o registro de notícias e sua sistematização: um imperativo urgente do ponto de vista histórico, na ausência de ações de conservação física, (nem, por isso, menos importantes). Nessa categoria podem ser incluídas as ruínas do sítio Calu, em Embu (figura 4D), uma construção descrita nos anos de 1970 pelo Katinsky (1973) e hoje um conjunto de paredes expostas ao relento às quais, sequer, são possibilitados a aproximação e o registro fotográfico devido a algum tipo de receio dos proprietários/gestores do motel em cuja propriedade as paredes estão situadas.

Merecem menção especial as paredes de taipa de pilão do Vau Novo (IPHAN, 2017), um sítio localizado no interior das instalações de uma grande mineradora em Santana de Parnaíba, onde ocorreu um processo particularmente significativo do ponto de vista da manutenção do patrimônio de construções com terra. Aqui, por iniciativa do proprietário do empreendimento, o local onde foram encontradas as ruínas (figura 5A) e que era destinado ao depósito de inertes, foi delimitado e apontado para um estudo arqueológico, se tornando em seguida uma proposta de tombamento junto ao IPHAN. A presença desse esqueleto de casa de taipa, no fundo de uma grande vala cravada na paisagem desoladamente lunar

[1] Pela população local, essas ruinas são atribuídas vez a antigo quilombo vez a construção de escravos, fato que curiosamente indica como – mesmo num distrito onde a taipa de pilão foi uma técnica de construção até a segunda metade do século XX – as técnicas de construção com terra não parecem estar associadas à herança luso-hispânica deixada pelos colonizadores portugueses, mas sim a um legado das populações afrodescendentes.

daquilo que um dia foi uma exuberante mata atlântica – ainda visível ao longe para além das margens do rio Tietê – assume a fisionomia de uma imagem profundamente simbólica.

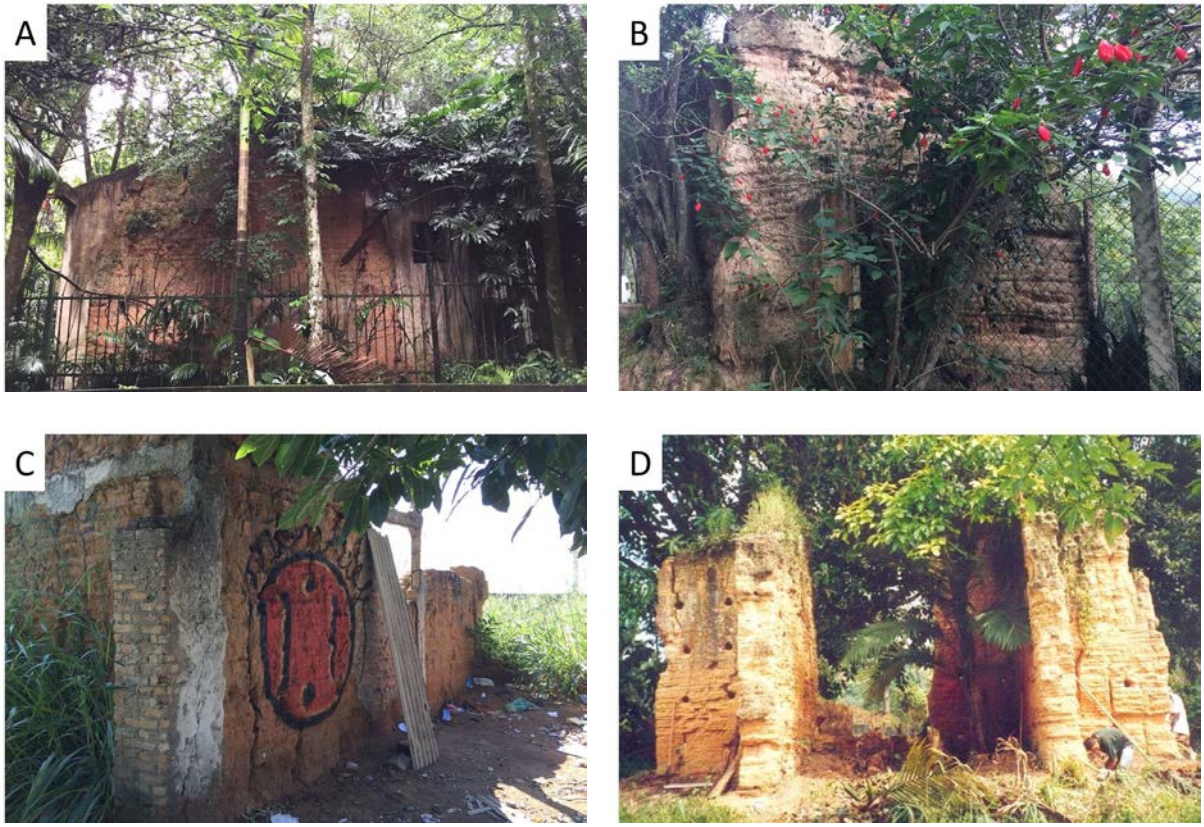


Figura 4. Remanescentes arruinados de construções históricas com terra na RMSP. A: casa de taipa de pilão situada no terreno da antiga chácara Tangará, atual parque Burle Marx, em São Paulo (foto de 2017, não tombado); B: parede de taipa de pilão na estrada do beija-flor, no topo da serra do Itapeti, em Mogi das Cruzes (foto de 2017, não tombado); C: sítio Mirim, em São Paulo (foto de 2015, tombado pelo Condephaat e pelo IPHAN), D: Sítio Calu, em Embu (foto de aprox. 2005, não tombado). (Fonte: acervo dos autores (A-C) e Zanettini, 2005 (D).

Cabe destacar que a realização do atlas da arquitetura com terra na RMSP ofereceu também o ensejo para resgatar a memória de edificações presentes na região ainda há alguns anos e que foram perdidas em tempos relativamente recentes sem deixar no território quaisquer testemunhos de sua existência pregressa. Os registros atuais apontam para o casarão conhecido como Casa Grande Velha, em Itaquaquecetuba (figura 5), fotografada em processo de desmanche em 2004, e o sítio do Piraquara, no bairro de Ermelino Matarazzo, em São Paulo. Alguns desses registros estão disponíveis graças ao primoroso trabalho de Dalton e Tiago Sala no site www.casasbandeiristas.com.br.

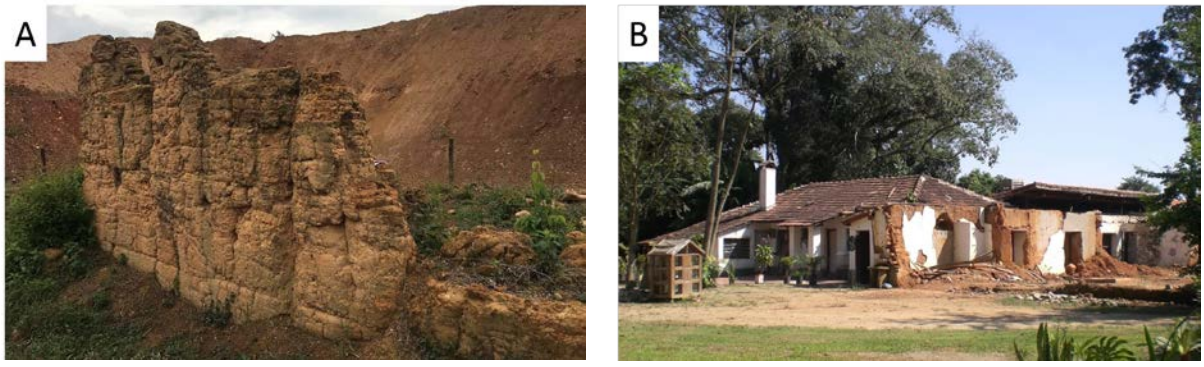


Figura 5. A: sítio Vau Novo, em Santana de Parnaíba (foto de 2018), em processo de tombamento junto ao IPHAN; B: Casa Grande Velha, em Itaquaquecetuba (foto de 2004), presumivelmente desaparecida (Fonte: acervo dos autores (A) e http://historiasdeitaquaquecetuba.blogspot.com/2017/04/patrimonio-historico-destruido.html (B)

Por fim, salienta-se o aparecimento, no levantamento realizado no âmbito do atlas, de versões menos convencionais de técnicas de construção com terra, tais como a técnica do enxaimel e da taipa francesa.

O primeiro desses modelos certamente não é característico da tradição paulista, embora tenha sido encontrado ao longo dessa mesma pesquisa em sedes de fazendas no vale do Paraíba (fazenda São Miguel, São José do Barreiro) e no município de Limeira (fazenda Ibicama). É particularmente comum em construções de influência alemã no estado de Santa Catarina, por exemplo Kanan e Polli (2006), e Lima (2008) mencione exemplos no nordeste brasileiro e em Minas Gerais. Na RMSP, essa modalidade foi encontrada na estrutura da Igreja de São Cristóvão, construção que fez parte do antigo seminário episcopal da cidade de São Paulo. Nessa construção de 1856, o enxaimel com preenchimento de blocos de adobe aparece tanto em fotografia preliminar a seu restauro de 1998-2002 numa parede lateral externa ao lado de uma janela (figura 6A), como na estrutura da nave central, hoje perceptível por todo visitante por meio de um recorte no reboco. Contudo, sabe-se que a estrutura principal é de taipa de pilão.

Na mesma construção, relatos fornecidos sobre seu restauro pelo arquiteto Julio Moraes indicam a presença de painéis de taipa francesa, a mesma encontrada em paredes do Solar da Marquesa, em São Paulo (figura 6B), nas torres do prédio do Museu Paulista e nas paredes divisórias de algumas outras construções do período de transição entre os séculos XIX e XX, como o Palacete do Barão do Rio Pardo (1905)[2].

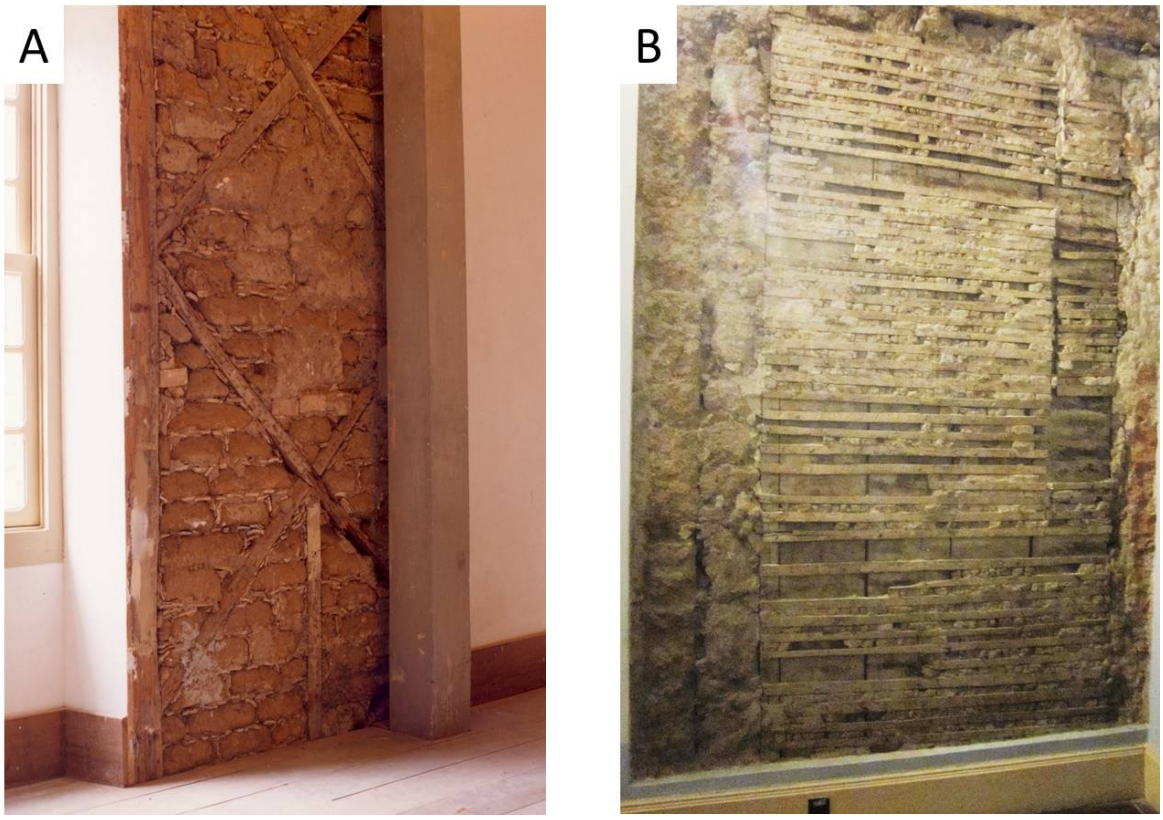


Figura 6. Variantes de técnicas tradicionais de construção com terra encontradas em edificações da RMSP. A: parede realizada com a técnica do enxaimel, igreja de São Cristóvão, em São Paulo (foto de aprox. 1998); B: parede realizada com a técnica da taipa francesa, Solar da Marquesa, em São Paulo (foto de 2017) (Fonte: cortesia de Julio Moraes (A) e acervo dos autores (B))

[2] A indicação de outros imóveis com a presença desse elemento divisório ainda está sendo averiguada, no entanto é possível que o levantamento da real amplitude da ocorrência dessa modalidade construtiva na capital paulista (ao que parece nunca realmente empreendido) venha a representar uma tarefa particularmente desafiadora.

Essa mesma variante de pau a pique é observada nas paredes internas do Solar Aguiar Valim, em Bananal e na sede da fazenda do Pinhal, em São Carlos. Em Bananal, foi possível evidenciar com clareza um maior processamento da terra para a obtenção da formulação final usada para o preenchimento – certamente com o uso de cal – denotando claramente um momento de transição entre as técnicas tradicionais e as novas tendências no uso de matérias primas. Essa mistura de velho com o novo foi destacada no depoimento do arq. Júlio Moraes com relação à taipa francesa estudada por sua equipe na igreja de São Cristóvão, com talvez o primeiro registro (tido como original) de uso de pregos na amarração das tábuas para a composição da estrutura de madeira.

5. CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho constitui uma apresentação do andamento do processo de realização do atlas da arquitetura com terra nos 39 municípios da região metropolitana de São Paulo, parte de um processo mais amplo que pretende abranger todo o estado de São Paulo. Mesmo que o levantamento ainda precise de importantes complementações, sobretudo com relação a exemplares de imóveis (ou fragmento deles) de menor visibilidade – sobretudo no meio rural – o quadro atual mostra que a taipa é a técnica mais presente nesse território, seja em construções íntegras seja na forma de ruínas.

Um problema que se põe nessa investigação são os elementos de terra ocultos ainda existentes, seja de taipa de pilão (o fenômeno do encamisamento das taipas por estruturas de tijolos ocorrido para o reaproveitamento de prédios mais antigos, sobretudo igrejas, representa uma complexidade específica desse problema) seja de formas de taipa de mão. Em particular, essa última questão pode ter desdobramentos importantes para o atlas já que, como foi destacado, a taipa francesa parece ter sido uma solução comum e de boa estabilidade em construções de tijolo na transição entre os séculos XIX e XX.

Não há dúvida de que esse patrimônio esteja ameaçado de desaparecer, como indica a situação de importantes testemunhos de antigas construções de taipa de pilão largadas ao relento em vários pontos da RMSP sem que tenham sido avançadas, até agora, propostas de conservação. Apontam para a mesma direção os relatos e as constatações, certamente incompletos, de construções derrubadas propositalmente ou perdidas por causa do abandono e da ação de agentes naturais, em tempos muito recentes.

Espera-se que a ampliação e o aprimoramento dos registos, dos dados e das notícias, como aqueles que se deseja obter a partir da iniciativa do atlas, possa contribuir para dar suporte a ações e programas públicos e privados voltados para a reversão do processo de desvalorização do patrimônio material e imaterial da construção com terra, conforme preconizado por várias instituições de preservação dos bens culturais (como a UNESCO), e o seu definitivo resgate para as gerações atuais e futuras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Augusto, M. G. (2010). As transformações na arquitetura rural paulista pré-moderna. In: VI EHA – Encontro de História da Arte – UNICAMP.

Canteiro, F.; Pisani, M. A. J. (2006). Taipa de mão: história e contemporaneidade. Terra Brasil 2006. I Seminário de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil e IV Seminário de Arquitectura de Terra em Portugal. Ouro Preto: UFMG, 2006. p. 16-25. Disponível em http://redeterrabrasil.org/sobre/

IPHAN (2017). Relatório de avaliação de impacto ao patrimônio arqueológico da ampliação da lavra e depósito de estéril geocal minerações ltda. Santana de Parnaíba – SP. Processo IPHAN Nº 01506.005055/2016-53

Kanan, M. I.; Polli, J. (2006). Tipologias arquitetônicas tradicionais no vale do Itajaí, Santa Catarina, Brasil: diretrizes para futuros projetos de preservação das técnicas construtivas em terra crua, Terra Brasil 2006. I Seminário de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil e IV Seminário de Arquitectura de Terra em Portugal. Ouro Preto: UFMG, 2006. p. 177-185. Disponível em http://redeterrabrasil.org/sobre/

Katinsky, J. R. (1973). Casas bandeiristas. Tese de doutorado. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, USP

Lemos, C. A. C. (1999). Casa Paulista. História das moradias anteriores ao ecletismo trazido pelo café. São Paulo: Edusp.

Lima, H. C. (2008). A exemplaridade dos sistemas construtivos tradicionais para a inovação em sustentabilidade na arquitetura. In: NUTAU, 7, 2008, São Paulo. Anais... São Paulo: USP, 2008. p. 1-7.

Mayumi, L. (2005). Taipa, canela preta e concreto. Um estudo sobre a restauração das casas bandeiristas em São Paulo. Tese de doutorado. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, USP

Morcelli, D. C. (2013). Paisagens paulistanas, memória e patrimônio às margens do rio Tietê. Dissertação de mestrado. São Paulo: Escola de Artes, Ciências e Humanidades, USP

Pereira, P. C. X. (1998). A modernização de São Paulo no final do século XIX - da demolição da cidade de taipa à sua reconstrução com tijolos. Em: Sampaio, M. R. A. (Org.). Habitação e Cidade. São Paulo: FAU/USP - FAPESP. p. 53-66.

Pisani, M. A. J. (2004). Taipas: A arquitetura de terra. Sinergia (CEFETSP), São Paulo, SP, v. 5, n.1,

Toledo, R. P. A. (2003). A Capital da solidão. Uma história de São Paulo das origens a 1900. Rio de Janeiro: Objetiva. p. 61-79.

Zanettini, P. E. (2005). Maloqueiros e seus palácios de barro: o cotidiano doméstico na casa bandeirista. Tese de doutorado. São Paulo: Museu de Arqueologia e Etnologia USP

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem Antonio Sarasá, Claudemir Ignácio, Julio Moraes, Maria Keiko Yamauchi e Mateus Rosada e Paula Nishida. O projeto Atlas da Arquitetura com Terra no Estado de São Paulo foi patrocinado pelo Instituto de Estudos Avançados da USP no âmbito do Programa Ano Sabático 2017. Bruna Cid e Rafael Amorim foram bolsistas do Programa Unificado de Bolsas da USP. A participação no Terra Brasil 2018 recebeu o apoio da FAPESP (projeto Nº 2017/03071-7).

AUTORES

Andrea Cavicchioli, doutor em química pela Universidade de São Paulo e especialista em química analítica, é docente e pesquisador da mesma instituição. Sua principal linha de pesquisa é o estudo de estratégias de diagnóstico e conservação do patrimônio cultural e natural. Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/2583862022834436

Bruna Cid possui licenciatura plena em História e bacharelanda em Gestão de Políticas Públicas na Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH-USP) e integrante, como bolsista de iniciação científica, da equipe do projeto Atlas da Arquitetura com Terra no Estado de São Paulo.

Rafael Amorim é bacharel em Química e bacharelando em Gestão de Políticas Públicas na Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH-USP) e integrante, como bolsista de iniciação científica, da equipe do projeto Atlas da Arquitetura com Terra no Estado de São Paulo.

DINÂMICAS DE DESAPARECIMENTO DE CONSTRUÇÕES HISTÓRICAS COM TERRA NO VALE DO PARAÍBA, SÃO PAULO

Julia do Nascimento de Sá[1]; Jucyara de Souza Gama Santos[2]; Andrea Cavicchioli[3]

Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH-USP)l, Brasil

[1]julia.nascimento.sa@usp.br; [2]jucyaragama@usp.br; [3]andrecav@usp.br

Palavras-chave: atlas, perda, esquecimento, patrimônio imaterial, patrimônio histórico.

Resumo

Num território de extrema riqueza de construções históricas construídas com terra como o setor paulista do vale do rio Paraíba do sul, as perdas de elementos arquitetônicos e de inteiras edificações ao longo do século XX foram dramáticas. Esse processo vem continuando nas últimas décadas, apesar do aumento na preocupação com a preservação dos bens culturais como um todo e uma maior sensibilidade com o tema do patrimônio imaterial da arquitetura com terra, impulsionado por várias iniciativas supranacionais. Nesse trabalho, sistematizaram-se informações e dados levantados durante a realização de um amplo atlas de construções históricas com terra no estado de São Paulo para refletir sobre as dinâmicas envolvidas no desaparecimento desse patrimônio e registrar casos emblemáticos, tendo sido enfatizadas três principais tendências: abandono ou falta de manutenção; agentes naturais (com destaque para os processos de biodeterioração); desvalorização e perdas de conhecimentos técnicos. Tais mecanismos atuam de forma cooperativa e redundam em fenômenos de certa complexidade, nos quais não estão excluídos outros fatores determinantes nesses processos, tais como a falta de sistematização nas informações, a ausência de políticas públicas e de investimentos de recursos humanos e financeiros; a incipiência das pesquisas; a escassez de oportunidade de formação de recursos humanos adequadamente preparados do ponto de vista técnico.

1 INTRODUÇÃO

O Vale do Paraíba foi uma das regiões pioneiras no interior brasileiro a ser desbravada e explorada pelos portugueses, em busca de índios e metais preciosos. O início do processo de seu povoamento se deu a partir de 1628, entre os municípios de Pindamonhangaba e Tremembé. Seus primeiros habitantes desenvolveram nos primeiros tempos, uma economia de subsistência e se instalaram em sítios afastados, às margens dos caminhos que levavam aos portos do litoral ou ribeirões que banhavam as sesmarias (Pasin, 1992).

A ocupação territorial do Vale do Paraíba se relacionou diretamente com a expansão paulista dos primeiros séculos coloniais, devido também a procura de fontes naturais de riquezas minerais (Andrade, 1984, p. 25). Já a descoberta, a partir de 1695, das jazidas auríferas nas Minas Gerais, no Mato Grosso e em Goiás, tornaram o Vale do Paraíba na encruzilhada de caminhos que possibilitavam as transações comerciais (Tirapeli, 2014).

Foi nas margens de um desses canais de escoamento do ouro, o Caminho Novo da Piedade entre as províncias de São Paulo e Rio de Janeiro, que em meados do século XVIII, foi progressivamente se desenvolvendo a cultura do café, um processo que foi responsável por transformar profundamente essa região e trazer a oportunidade de imensas riquezas (Andrade, 1984; Carrilho, 2006). O ápice da produção cafeeira, que substituiu rapidamente a de cana-de-açúcar em grande parte dos municípios do vale no Vale do Paraíba, ocorreu na década de 1850 a 1860, (Pasin, 1992). Na época, cerca de ⅔ da produção paulista de café era decorrente de fazendas do Vale o Paraíba, sendo Areias e Bananal os principais municípios produtores (Benincasa, 2007).

O vale do Paraíba paulista foi transformado pelo café na principal região econômica da Província de São Paulo e uma das mais importantes regiões política e econômica do Brasil-

Império (Pasin, 1992), fato que teve entre seus efeitos a adaptação parcial da arquitetura bandeirista ao gosto europeu (Lemos, 2015). O efeito foi profundamente transformador para o patrimônio edificado do vale, mas não impediu que a partir do final do século XIX, a região tenha sofrido um profundo e inexorável processo de declínio (Maia; Holanda, 1975), provocado por um conjunto de fatores tais como o esgotamento progressivo das terras e as mudanças nas relações de trabalho impostas pelas leis abolicionistas (Benincasa, 2007; Pasin, 1992). A instalação, desde então, de uma situação economicamente deprimida e de uma paisagem desolada, no lugar das grandes propriedades, que agora estão em meio do abandono, é descrita por vários autores, sendo talvez o mais emblemático o próprio Monteiro Lobato em seu Cidades Mortas (Lobato, 1995).

2 OBJETIVO

Neste trabalho, são apresentados os resultados de um projeto que teve como objetivo geral reunir, complementar e sistematizar conhecimentos formais e informais sobre a existência, distribuição e modelos de produção de construções de arquitetura com terra (séc. XVI-XIX) no Vale do Paraíba. Em especial, discute-se o progressivo processo de desaparecimento dos elementos originais e suas dinâmicas, buscando evidenciar alguns dos fatores que são determinantes na perda desse patrimônio.

3 METODOLOGIA

Os resultados da pesquisa descrita nesse artigo foram obtidos por meio de uma análise crítica de dados coletados das seguintes formas: i) Consulta de registros bibliográficos (livros, artigos, teses acadêmicas, matérias jornalísticas, informes disponíveis na internet, documentação técnica de órgãos de proteção do patrimônio cultural) e iconográficos (em particular, os diapositivos do acervo Thereza Maia do Museu Paulista e os desenho de Tom Maia (Maia; Hollanda, 1975)); ii) Contatos com especialistas da área; iii) Visitas de campo, georreferenciamento, registros fotográficos originais, conversas com atores locais.

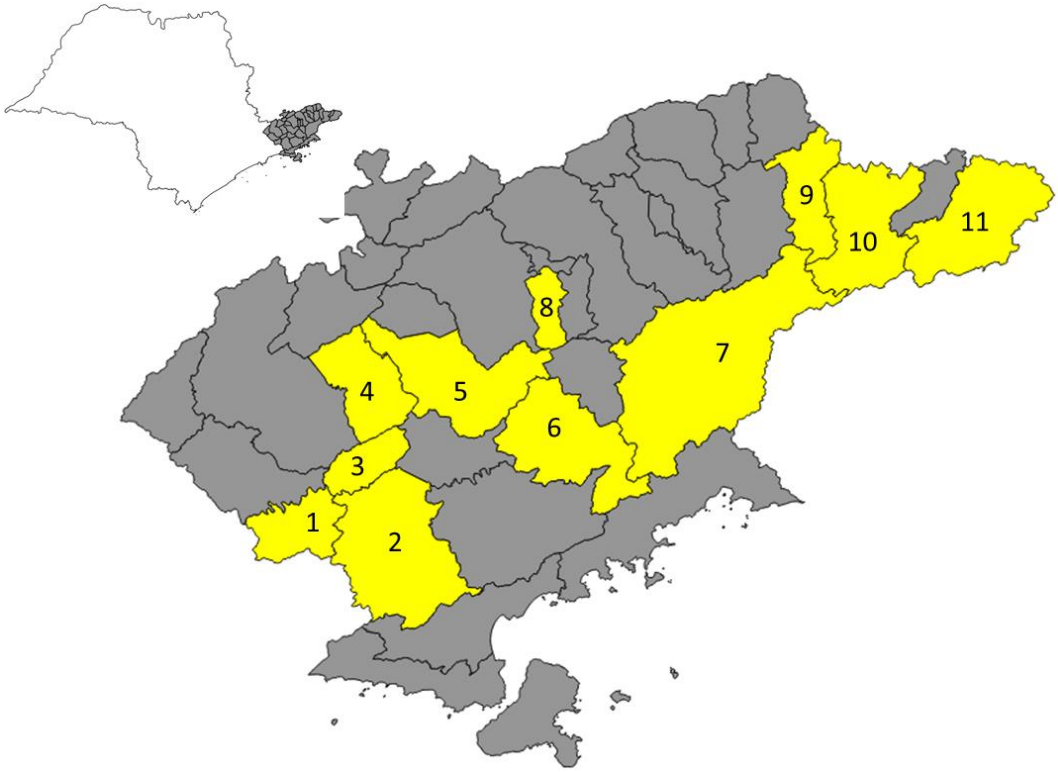


Figura 1. Localização da mesorregião do Vale do Paraíba no estado de São Paulo e limites municipais, com destaque para aqueles mencionados no texto: Santa Branca (1), Paraibuna (2), Jambeiro (3), Caçapava (4), Taubaté (5), São Luis do Paraitinga (6), Cunha (7), Roseira (8), Areias (9), São José do Barreiro (10) e Bananal (11) (Fonte: produção dos autores).

O enfoque da pesquisa foram 35 dos 39 municípios da região do Vale do Paraíba Paulista, isto é, todos os municípios da chamada Região Metropolitana do Vale do Paraíba com exclusão dos quatros que estão no litoral norte (São Sebastião, Caraguatatuba, Ilhabela e Ubatuba) (figura 1). Esse território se estende desde a região metropolitana de São Paulo, com os municípios de Jacareí, Santa Branca, Igaratá e Paraibuna, até a divisa com o estado do Rio de Janeiro (Bananal).

Os diapositivos de Thereza Maia fazem parte do acervo homônimo do Museu Paulista.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O atlas da arquitetura com terra no vale do Paraíba paulista apresenta um quadro, ainda incompleto, de 272 identificados e mapeados, incluindo tanto construções urbanas (103 construções, 38%) como rurais (169 construções, 6%). Esse conjunto arquitetônico é constituído por edificações que mantêm as estruturas originais em diferentes proporções, já que em muitos casos os elementos de terra foram em parte substituídos ou integrados com componentes industrializados modernos, uma informação – essa – nem sempre disponível ou de fácil verificação.

O banco de dados abrange também ruínas de adobe (2) e de taipa (21), mas também fundações de pedra (3) que foram de fazendas hoje ruídas e das quais não permanece mais nenhum elementos construtivo de terra.

4.1 Abandono, degradação, depredação e colapso

Não há dúvidas de que um dos fatores primários do desaparecimento de construções com terra em todo o vale do Paraíba paulista consiste na degradação material provocada por agentes externos de intemperismos físico ou de agressão biológica atuando em situações de abandono ou carência de manutenção. O acervo fotográfico/iconográfico de Tom e Thereza Maia da década de 1970 mostra vários exemplos de edificações, hoje desaparecidas, que então estavam afetadas por níveis avançados de patologias arquitetônicas. Em particular, as imagens das fazendas Conceição (Paraibuna), Bom Sucesso (Roseira), Nossa Senhora da Conceição (ou do Registro, Cunha), Vargem Grande (Santa Branca) e do Tanque (Caçapava), sinalizam com muita clareza problemas que, independente das causas desse estado de coisas, são bastante típicos de falhas de cuidados básicos. Destacam-se o descolamento do reboco nas porções mais próximas ao solo das paredes de taipa de pilão (com frequente erosão das bases), associado com infiltração de umidade de solos mal-drenados ou telhados danificados, e o desgaste dos elementos de madeira provocado pelo ataque dos cupins. Sintomático é a paisagem de abandono perceptível em todas as fotografias.



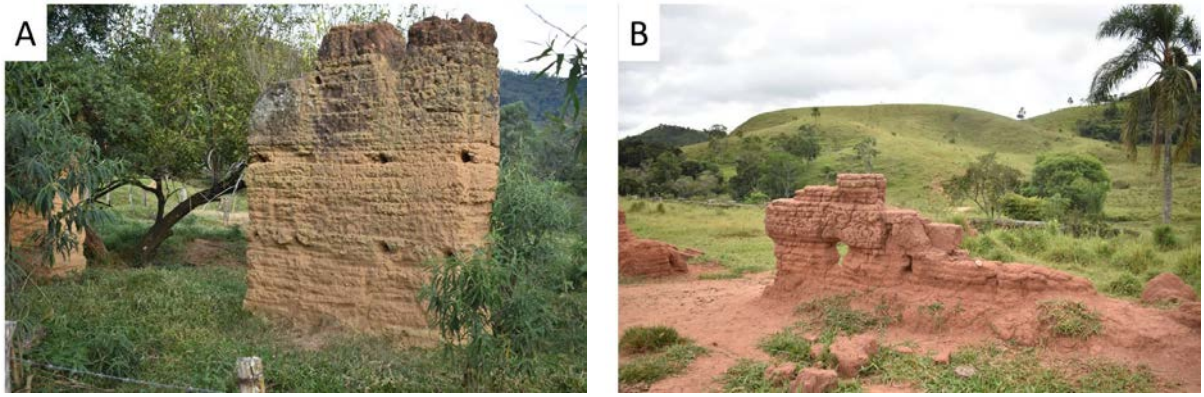


Figura 2. Fotografias de fazendas do vale do Paraíba paulista tiradas na década de 1970 e que desapareceram até os dias de hoje. A: fazenda Conceição (Paraibuna), B: fazenda Conceição (ou do Registro, Cunha), C: fazenda Vargem Grande (Santa Branca) e D: fazenda Bom Sucesso (Roseira). (Fonte: Acervo Thereza Maia do Museu Paulista da USP, créditos fotográficos das reproduções: H. Nobre/J. Rosael)

É emblemático, nesse conjunto de construções, o caso da Fazenda Conceição em Paraibuna (figura 2A), que desapareceu depois da década de 1980 (hoje no local de sua sede original existe uma empresa de processamento de madeira com o mesmo nome) apesar de estar tombada tanto na esfera federal (1974) como na estadual (1987). Não foi possível averiguar a data nem as causas diretas de seu colapso, mas certamente a precariedade de suas estruturas determinou-se antes dessas ações. Esse fato evidencia a ineficácia do instrumento do tombamento como simples estratégia de preservação, até porque iniciativas desse tipo podem determinar efeitos exatamente contrários, eventualmente induzindo os proprietários de uma construção a desistir intencionalmente de uma manutenção cuidadosa pelas mais diversas razões (custos, desconhecimento de técnicas de restauro, desinteresse pela construção em si, desejo ou necessidade de disponibilidade do terreno).

O ocorrido com a fazenda Rialto, em Bananal, foi detalhadamente descrito por Franco (2014) e é bastante representativo de um processo de desaparecimento em que concorrem tanto a ausência de cuidados constantes de manutenção, quanto a atuação paquidérmica do poder público, em que pese a pressão exercida pela necessidade da preservação das famosas pinturas atribuídas a José Maria Villaronga e pela originalidade da concepção estética da sede.

Cabe destacar que edificações de pau a pique, como a Conceição de Paraibuna, estão muito mais sujeitas a um esquecimento mais radical do que as construções em taipa de pilão que deixam para trás testemunho concreto de suas paredes, ao menos por vários anos, na forma de fragmentos arruinados.



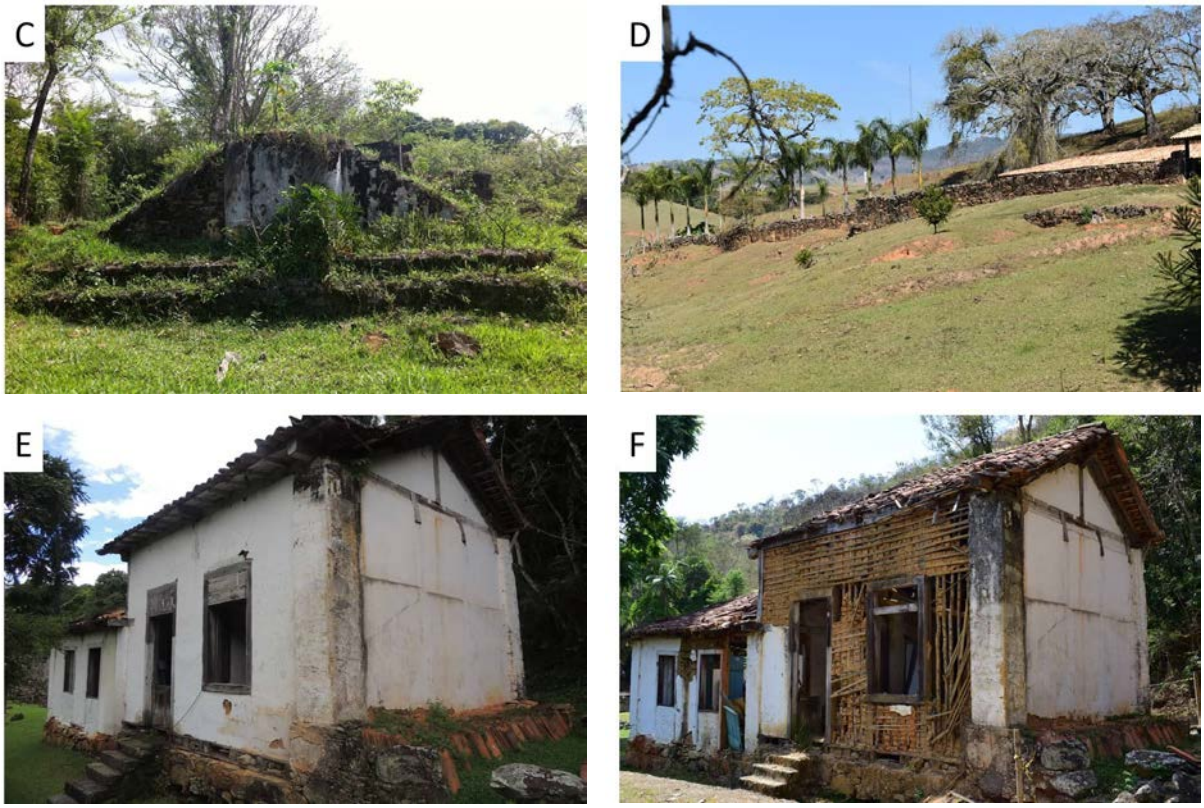


Figura 3. Fotografias de remanescentes arruinados de construções históricas com terra nos dias de hoje. A: fazenda Santa Isabel, Jambeiro (foto de 2018), B: fazenda Capoava, Santa Branca (foto de 2018), C: fazenda Sant'Anna, Areias (foto de 2013), D: fazenda do Porto, Paraibuna (foto de 2017), E: tulha, fazenda da Barra, São José do Barreiro (foto de 2013), F: tulha, fazenda da Barra, São José do Barreiro (foto de 2017). (Fonte: acervo dos autores)

É o caso da fazenda Santa Isabel, em Jambeiro[1] e a fazenda Capoava, em Santa Branca (figuras 3A-3B). As construções em adobe também estão mais propensas a perdas de elementos em terra, como mostram os casos das fazendas Sant'Anna, em Areias (figura 3C) e Formoso, em São José do Barreiro, das quais hoje se encontram tão somente as fundações em pedra (o mesmo elemento que sinaliza o local da antiga fazenda do Porto, de pau a pique, em Paraibuna, figura 3D). Exemplificativo da maior vulnerabilidade do pau a pique é o registro das mesmas construções presentes na Fazenda da Barra (São José do Barreiro) em 2013 e 2017 (figura 3E-3F)

4.2 Agentes naturais

Os dados apresentados e discutidos no parágrafo anterior permitiram evidenciar uma dinâmica de desaparecimento em que o abandono e a falta de manutenção constituem o fator principal por trás do desaparecimento de construções em terra. É claro que tais considerações poderiam se aplicar a edificações realizadas com outras tipologias construtivas, contudo é certo que tais dinâmicas de degradação servem para expor vulnerabilidades à ação de agentes naturais que são específicas das construções com terra. Esse efeito foi observado em vários casos estudados durante a elaboração do Atlas e relaciona-se com fenômenos como a erosão provocada pelas chuvas e a absorção de umidade por capilaridade, associada com o transporte de sais solúveis. Em estudo anterior realizado no mesmo grupo de pesquisa dos autores do presente artigo (Perroni, 2013) mediu-se a presença de sais solúveis em amostras de estruturas de terra de casarões do

[1] De acordo com os relatos de atores locais, essa fazenda, que foi descrita pelo *Janjão* (Andrade,1984) teve e seus elementos de madeira retirados e vendidos, o que pode ter causado ou acelerado seu desabamento. Outros depoimentos mencionaram a lenda segundo a qual a sede dessa fazenda, também conhecida como fazenda do Quinzinho, foi objeto de invasões e depredações em decorrência da lenda segundo a qual seu antigo proprietário tinha escondido ouro no subsolo.

Vale Histórico Paulista e observou-se valores particularmente elevados correlacionados com a proximidade ao solo e associados predominantemente a situações de descolamento do reboco e a construções de taipa de pilão, possivelmente por caráter monolítico da estrutura que facilita uma continuidade entre o solo e as paredes. Destacaram-se nessa situação paredes dos antigos solares do capitão-mor Gabriel Serafim da Silva (atual hotel Sant'Anna) e do major Manoel da Silva Leme (atual sede da prefeitura), em Areias.

A elevada presença de umidade constitui uma especificidade das estruturas realizadas com materiais a base terra não cozida que está claramente relacionada a outro processo de degradação que foi observado em construções do vale do Paraíba paulista: a deterioração associada com a ação de organismos vivos, ou biodeterioração. Fazio et al (2015) publicaram aquela que provavelmente ainda é a única pesquisa voltada para a estudos de biofilmes em paredes construídas de terra, identificando e caracterizando fungos potencialmente agressivos para esse tipo de substrato e evidenciando as associações com as propriedades dos materiais de onde foram extraídos. Os microrganismos em questão foram isolados de paredes de taipa (casarão na rua XV de Novembro 237, "antigo cinema", em Areias; e parede externa de muro na rua Siqueira Reis, em São José do Barreiro), pau a pique (casarão na rua XV de novembro 244, em Areias; e tulha da fazenda da Barra, em São José do Barreiro) e adobe (ruínas da fazenda República, em São José do Barreiro).

Outros fenômenos de biodeterioração específicos de paredes de terra que foram observados nas pesquisas para a elaboração do atlas foram a nidificação de pássaros e, quase que de forma generalizada, de abelhas e vespas. Esse segundo efeito está bem descrito por Cilla e Rolón (2012) que sumarizam as formas como esse processo ocorre, destacam a aptidão específica de paredes de terra para a nidificação de determinadas espécies da apifauna e salientam tratar-se de uma ocorrência potencialmente muito impactante, devido à grande quantidade de material removido pelos insetos. A biodeterioração por colonização de abelhas e vespas foi particularmente intenso nas paredes de taipa das ruínas das fazendas Santa Isabel (Jambeiro) e República (São José do Barreiro, figura 4A) e na tulha da fazenda Quilombo (Taubaté, figura 4B), essa última mostrando claramente o concurso de outros processos de colonização biológica, a dizer, por aranhas, cujo impacto na estabilidade da taipa ainda requer um estudo direcionado.

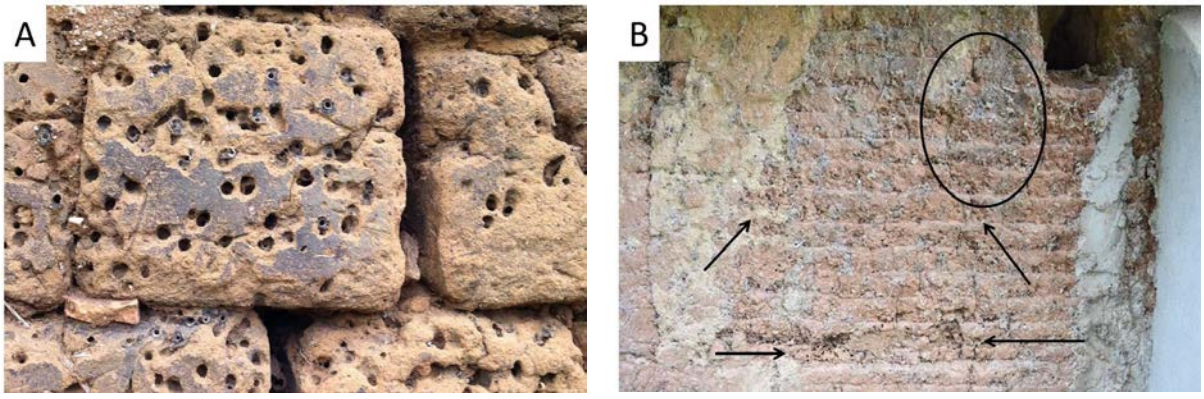


Figura 4. Fotografias de remanescentes arruinados de construções históricas com terra nos dias de hoje. A: fazenda República (detalhe), São José do Barreiro (foto de 2013), B: fazenda Quilombo, Taubaté (foto de 2017, as setas indicam a ocorrência de colônias de abelhas e vespas e o círculo indica a concentração de teias de aranhas (Fonte: acervo dos autores)

Ora, num contexto subtropical em que a água constitui um importante fator natural de agressividade sobre as estruturas de terra – seja como agente de erosão ou de transporte de sais seja como elemento propício aos processos de biodeterioração – torna-se particularmente relevante citar Ynoue (2014, apud Andrade, 2016) que avaliou as perspectivas de mudança climática no vale do Paraíba paulista. O trabalho baseou-se na consolidação de dados climatológicos da estação de São Luiz do Paraitinga do período de 2008 a 2013. As projeções futuras baseiam nos resultados das simulações numéricas que consideraram o cenário de emissões de gases de efeito estufa A1B, considerado de

severidade intermediária (conforme discriminado em Ynoue (2014, apud Andrade, 2016). Os dados estão resumidos na tabela 1 e assinalam claramente uma marcante exacerbação das temperaturas do ar como um todo e acentuadas alterações nas precipitações chuvosas no verão e na primavera, com algumas discrepâncias em função da fonte dos dados usados para o modelo numérico.

Tabela 1. Síntese do clima atual (dados da estação climática de São Luís do Paraitinga) e futuro (cenário A1B) do vale do Paraíba paulista. (Ynoue, 2014, apud Andrade, 2016)

Grandeza	Atual	Futuro (ECHAM5)	Futuro (HADCM3)
Temperatura média inverno (ºC)	16	+3	+4
Temperatura média primavera (ºC)	19	+4	+3
Temperatura média verão (ºC)	22	+3	+3
Temperatura média outono (ºC)	19	+3	+3
Precipitação média inverno (mm)	49	+2	+3
Precipitação média primavera (mm)	90	+8	+14
Precipitação média verão (mm)	232	+13	+1
Precipitação média outono (mm)	91	-2	-1

Fica, portanto, posto o problema do enfrentamento de situações mais críticas de agressão de fatores naturais, físicos e bióticos (lembrando ainda ação de insetos xilófagos nas estruturas de pau a pique e sua correlação com os fatores climáticos) associados às mudanças nos padrões climáticos. Trata-se de uma perspectiva que poderia não estar projetada num futuro tão distante, conforme mostram crises enfrentadas em tempos recentes na mesma região, como as enchentes em São Luiz do Paraitinga em 2010[2] e os dramáticos prejuízos acarretados no patrimônio histórico em taipa de mão e taipa de pilão naquele município e, eventualmente, em muitas outras construções feitas de terra cujo destino não tenha tido a mesma repercussão na imprensa nacional.

4.3 Desvalorização das técnicas, preconceitos e perda de conhecimentos

Se por um lado os mecanismos de perda de construções com terra descritos nos parágrafos anteriores são, por alguns aspectos, ligados a um destino inevitável de degradação física a que todo bem material está sujeito pela ação do tempo, ainda que haja especificidades desse tipo de patrimônio e da região objeto da presente discussão, existe um conjunto de situações que evidenciaram processos de perda que decorrem do esquecimento ou da desvalorização da construção com terra enquanto patrimônio imaterial da história da arquitetura no Brasil.

É bem verdade que há inúmeros casos em que o desaparecimento de construções históricas foi o resultado da intenção planejada de remover testemunhos do passado ou de inovar e renovar a paisagem edificada: a destruição da Fazenda Formoso, em São José do Barreiro, para dar espaço ao Clube dos 200 na década de 1920 é um exemplo disso. No entanto, atualmente, nos casos que foram vistoriados no Vale do Paraíba, situações de preservação dos imóveis, de suas feições estéticas e características formais aparentes, em detrimento dos elementos construtivos em terra parece ser a dinâmica mais usual. Foram numerosos os casos em que restauros realizados com a substituição dos elementos de adobe, pau a pique e, em menos proporção, taipa de pilão puderam ser constatados e até mesmo observados presencialmente pela equipe do Atlas; algumas ocorrências emblemáticas estão mostradas nos registros fotográficos da figura 5.

[2] http://www.saoluizdoparaitinga.sp.gov.br/site/wp-content/uploads/2012/02/jr_n1.pdf



Figura 5. Fotografias de construções com terra em processo de restauro. A: muro lateral do solar do major Manoel da Silva Leme, em Areias (foto de 2014); B: mesmo muro do solar do major Manoel da Silva Leme, em Areias (foto de 2015, na mesma imagem é visível a substituição da estrutura original de taipa de pilão do corpo principal do prédio ocorrido em época anterior); C: casarão acoplado à antiga farmácia popular da rua Manoel de Aguiar, em Bananal (foto de 2013, a parede original de adobe já tinha sido completamente substituída por tijolo); D: casarão na rua coronel Domingues de Castro 214, em São Luiz do Paraitinga (foto de 2017, visível na parede à direita o restauro com tijolos e na parede da esquerda a estrutura original de pau a pique) (Fonte: acervo dos autores)

Nota-se que, dos casos apresentados na figura 5, em nenhuma situação a remoção da parede de taipa ou adobe (figuras 5A-C) representava uma necessidade decorrente de patologias nas estruturas e se tratou sempre de ações empreendidas com o fim de renovar e modernizar. Até mesmo o restauro da parede na construção danificada pela enchente em São Luiz do Paraitinga poderia ter ocorrido com a manutenção de uma estrutura de pau a pique.

A arquitetura com terra não somente não é vista como representação e herança de saberes tradicionais nem como fonte de conhecimentos sobre formas de conceber e realizar a construção ou sobre disponibilidade e rotas comerciais de matérias primas em outros momentos da história, mas vem sendo sobretudo enxergada sob a luz do preconceito sobre sua estabilidade e salubridade – noções algumas vezes em plena contradição com a realidade ou, no mínimo, somente parcialmente verdadeiras. Reparou-se que, na melhor das hipóteses, o interesse pela manutenção de estruturas tidas como ultrapassadas se sustenta somente por associação com elementos exóticos e de folclore. Por exemplo, é quase unânime a associação que se faz, no imaginário popular, entre a fazenda de Santo Antônio, em Jambeiro e supostas pegadas de escravos deixadas numa viga de madeira da construção, ainda visíveis; no entanto, deixa-se de se destacar que a sua sede é um dos poucos remanescentes de construções em terra num município onde pelo menos quatro outras fazendas desapareceram desde as viagens de Thereza e Tom Maia no anos de 1970 (fazendas Amarela, São José, Santa Cruz e Bom Jardim) e se perderam mais três das quais hoje existem somente alguns remanescentes arruinados (fazendas Santa Isabel, dos Mendes e Paraiso). A menção ao uso de componentes de origem animal (esterco, sangue ou pelos de boi, vaca ou de cavalo e óleo de baleia) (figura 6), ao trabalho escravo e, nos

casos mais extremos, à possibilidade de que pessoas tenham sido enterradas nas espessas paredes de taipa de pilão são os elementos mais comuns usados para capturar a atenção dos turistas e embasar matérias de divulgação.

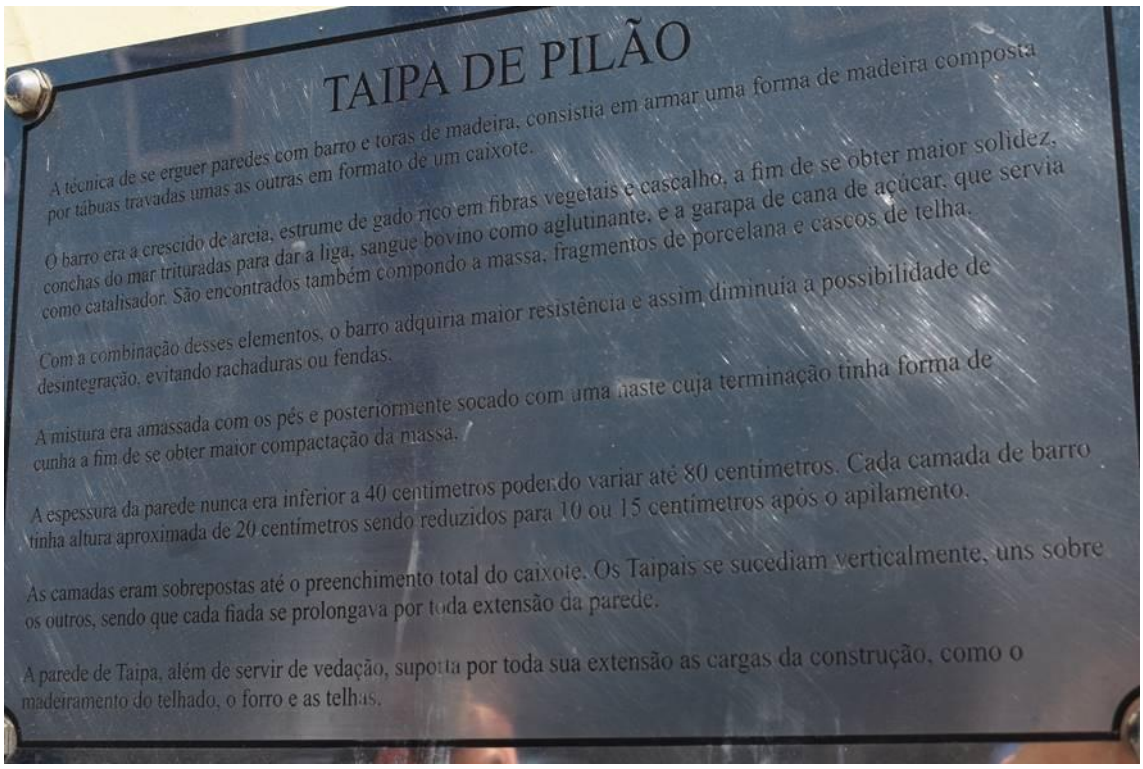


Figura 6. Fotografia da placa informativa afixada na parede frontal do prédio que abriga a Fundação Cultural, em Paraibuna (foto de 2017) (Fonte: acervo dos autores)



Figura 7. Fotografia da parede traseira da igreja do Rosário durante o restauro, em Santa Branca (foto de 2017) (Fonte: acervo dos autores)

Por outro lado, mesmo quando se verifica o interesse pelo valor associado aos aspectos materiais e imateriais da arquitetura com terra e se firma a intenção com a sua manutenção, depara-se com outros condicionantes que dificultam sua permanência e impulsionam para perda: a dizer, a atual ausência de profissionais preparados e de conhecimentos técnicos sobre como lidar com construções dessa natureza, seja no momento do diagnóstico de patologias seja na hora de aplicar soluções. Por exemplo, o problema da recomposição das argamassas de revestimento em construções com terra, que ainda é uma questão relativamente bem equacionada por parte dos restauradores ligados ao patrimônio histórico, continua sendo abordado de forma inadequada (com o uso desproporcional de materiais cimentícios: por exemplo, o caso do restauro da Capela do Rosário em Santa Branca registrado na fotografia da figura 7) e muitos proprietários de construções desse tipo ficam reféns da escassez de opções para solucionar a questão.

5 CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

Hoje, há mais de um século do auge das teorias positivistas que contribuíram para o declínio do uso de técnicas de construção com terra e apesar do aparecimento de evidências cada vez mais corroboradas da conveniência de seu resgate num cenário generalizado de desenvolvimento sustentável, o progressivo desaparecimento de construções históricas de taipa de pilão, pau a pique e adobe no estado de São Paulo é inequívoco. O prejuízo do ponto de vista histórico e cultural desse fenômeno, no tocante especificamente à questão das técnicas tradicionais de construção com terra, é particularmente alarmante, muito embora não pareça ter despertado a preocupação da sociedade e das entidades responsáveis pela proteção dos bens culturais. Nesse trabalho, foram apresentados alguns dos principais mecanismos que se julga estar por trás desse processo mediante uma pesquisa realizada com base em observações no vale do Paraíba paulista e em dados bibliográficos e iconográficos reunidos no âmbito de um mais amplo projeto de sistematização que abrange todo o estado. As dinâmicas aqui discutidas implicam no concurso de fatores naturais e antrópicos que agem de forma combinada e redundam em fenômenos cuja complexidade só pode ser mais bem compreendida mediante estudos focados em edificações individuais, o que poderia inspirar futuros trabalhos. Salienta-se, ainda, que existem outros elementos que contribuem para o processo de desaparecimento da arquitetura com terra, que não puderam ser discutidos nesse trabalho e que são merecedores da atenção das pesquisas. Entre eles, podem ser citados a enorme carência de informações sistematizadas (nenhum dos trabalhos consultados para essa pesquisa menciona, por exemplo, a localização precisa das construções) ou a desatualização de bancos históricos de dados; a inadequação das estruturas de levantamento, organização de dados, apoio e suporte das organizações de proteção do patrimônio histórico; a ausência de políticas públicas e de investimentos de recursos humanos e financeiros; a incipiência das pesquisas; a escassez de oportunidade de formação de profissionais preparados para todas as tarefas direta ou indiretamente envolvidas em ações voltadas para se contrapor ao declínio que foi objeto dessa discussão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade, A. (1984). Vale do Paraíba, sistemas construtivos. Dissertação de mestrado. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo USP

Andrade, F. S. N. (2016). Mudanças climáticas e perspectivas de impactos nos bens culturais. Dissertação (Mestrado em Mudança Social e Participação Política). Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo – EACH/USP. São Paulo.

Benincasa, V. (2007). Fazendas paulistas: arquitetura rural no ciclo cafeeiro. Tese de doutorado. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos, USP.

Carrilho, M. J. (2006). Fazendas de Café oitocentistas no Vale do Paraíba. Anais do Museu Paulista, 14, p. 59-80.

Cilia, G.; Rolón, G. (2012). Adobe wall biodeterioration by the Centris muralis Burmeister bee (Insecta: Hymenoptera: Apidae) in a valuable colonial site, the Capayán ruins (La Rioja, Argentina). International Biodeterioration & Biodegradation , 66, 33-38.

Fazio, A. T.; Cavicchioli, A.; Penna, D. S. A.; Faria, D. L. A. de; Chambergo, F. S. (2015). Towards a better comprehension of biodeterioration in earthen architecture: Study of fungi colonisation on historic wall surfaces in Brazil. Journal of Cultural Heritage, 16, 934-938.

Franco, E. M. (2014). Evolução construtiva da Fazenda Rialto com ênfase nas argamassas de revestimento. Dissertação de mestrado. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, USP

Lemos, C. A. C. (1999). Casa paulista: história das moradias anteriores ao ecletismo trazido pelo café. São Paulo: EDUSP editora.

Lobato, M. (1995). Cidades mortas. São Paulo: Brasiliense Editora.

Maia, T.; Holanda, S. B. (1975). Vale do Paraíba: Velhas fazendas. Rio de Janeiro: José Olympio Editora.

Pasin, J. L. (2000). Formação histórica e cultural do Vale do Paraíba Paulista. Boletim do Instituto de Estudos Valeparaibanos. Guaratinguetá, São Paulo. Disponível em: http://www.jornalolince.com.br/2010/arquivos/republicando-formacao-historica-cultural-vale-paraiba-paulista-www.jornalolince.com.br-edicao033.pdf.

Perroni, M. S. (2014). Construções históricas no Vale do Paraíba Paulista: caracterização de materiais de alvenaria usados nas edificações com terra. Dissertação de mestrado. São Paulo: Escola de Artes, Ciências e Humanidades, USP

Tirapeli, P. (2014). Arquitetura e urbanismo no Vale do Paraíba: do colonial ao eclético. São Paulo: UNESP editora e edições SESC São Paulo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o mestre de cultura da prefeitura de Lagoinha Amarildo Pereira, a diretora de patrimônio da Fundação Cultural de Jacareí Ana Luiza do Patrocínio, Anna Laura Canuto Rocha de Andrade (MP-USP), Joseane Fontaine e Lauro Maia Cavalcanti do Instituto Socioambiental Fazenda Catadupa, o historiador de São Luíz do Paraitinga Marcelo Toledo, a assessora de patrimônio da Fundação Cultural de Paraibuna Milena Antunes de Camargo Mendes, a gerente do museu de antropologia do Vale do Paraíba Patrícia Cruz, a família Piza-Toledo e o historiador de Santa Branca Sarkis Alwan. O projeto Atlas da Arquitetura com Terra no Estado de São Paulo foi patrocinado pelo Instituto de Estudos Avançados da USP no âmbito do Programa Ano Sabático 2017. Bruna Cid e Rafael Amorim foram bolsista do Programa Unificado de Bolsas da USP. A participação no Terra Brasil 2018 recebeu o apoio da FAPESP (projeto Nº 2017/03071-7).

AUTORES

Julia do Nascimento de Sá, bacharelanda em Gestão Ambiental na Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH-USP) e integrante, como bolsista de iniciação científica, da equipe do projeto Atlas da Arquitetura com Terra no Estado de São Paulo.

Jucyara de Souza Gama Santos, bacharelanda em Gestão Ambiental na Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH-USP) e integrante, como bolsista de iniciação científica, da equipe do projeto Atlas da Arquitetura com Terra no Estado de São Paulo.

Andrea Cavicchioli, doutor em química pela Universidade de São Paulo e especialista em química analítica, é docente e pesquisador da mesma instituição. Sua principal linha de pesquisa é o estudo de estratégias de diagnóstico e conservação do patrimônio cultural e natural. Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/2583862022834436

O RESTAURO DA FAZENDA CATADUPA E O RESGATE E A VALORIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO COM TERRA

Lauro Maia Cavalcanti[1]; Andrea Cavicchioli[2]; Guillermo Rolón[3]

[1]Instituto Socioambiental RPPN Fazenda Catadupa, Brasil, email: lauro@fazendacatadupa.com.br

[2]Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH-USP)l, Brasil, email: andrecav@usp.br

[3]Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina, email: guillerolon02@gmail.com

Palavras-chave: Vale do Paraíba, Vale histórico paulista, pau a pique, argamassa de revestimento

Resumo

Esse artigo aborda o processo de restauro de uma edificação centenária construída com as técnicas do adobe e do pau a pique no vale do rio Paraíba do Sul e, em particular, no vale da serra do rio Formoso, no município de São José do Barreiro. Trata-se da sede da fazenda Catadupa, edificada por uma das famílias que implantaram o cultivo do café na região no século XIX. O casarão ainda preserva em boa parte dos elementos arquitetônicos originais que foram objeto da investigação cujos resultados estão aqui apresentados e discutidos. Em particular, apresenta-se criticamente o descritivo de prospecções realizadas em paredes de pau a pique e os procedimentos que levaram ao seu restauro, com a preservação de componentes originais ou mediante a reprodução do modelo original e a partir de matérias primas naturais extraídas com o respeito dos princípios da sustentabilidade ambiental (inclusive porque a fazenda abriga hoje uma reserva de preservação do patrimônio natural). No texto são também trazidos os resultados preliminares da caracterização das argamassas de revestimento que constituem a primeira etapa de um projeto mais amplo de resgate de formulações originais e das alterações posteriores usadas no sobrado, testemunhos do progressivo abandono das técnicas tradicionais. Esse estudo de caso pode servir de modelo para uma nova abordagem à questão do patrimônio edificado com terra numa região onde o esquecimento ocorrido ao longo do século XX foi particularmente profundo.

1. INTRODUÇÃO

A fazenda Catadupa, localizada no município de São José do Barreiro, no Estado de São Paulo, abriga um casarão-sede centenário construído na época do império (figura 1). A propriedade ocupa uma área situada na região central da serra de Formoso, na cabeceira da microbacia do Rio Sesmaria e na zona de amortecimento do Parque Nacional da Serra da Bocaina.

É sabido que no final do século XVIII, com o fim do ciclo do ouro, famílias mineiras e muitos imigrantes deslocaram-se do planalto e serras com seus escravos, haveres e capitais para ocupar as terras que margeavam o Rio Paraíba do Sul (Lemos, 1999, p. 135):

> A partir do último quartel do século XVIII, verdadeiros pioneiros passaram a devassar o sertão do médio Paraíba, entre as serras da Mantiqueira e da Bocaina, segmento deserto da Serra do Mar. Pioneiros de origem diversificada, que foram chegando de três rumos diferentes: gente que vinha do nascente para o poente, subindo o rio; gente que galgava a serra vinda de São João Marcos e Santa Cruz, no litoral fluminense; e gente que vinha da zona velha do vale, ou passando por Lorena, o ponto mais avançado da civilização bandeirista, ou pela garganta do Embaú, na fronteira com Minas.

Foram essas as *gentes* que contribuíram para o estabecimento e o desenvolvimento da cultura do café naquela região entre o começo e as últimas décadas do século XIX. Tratou-se de um processo intenso e radical, em que a paisagem rural sofreu uma violenta transformação e à derrubada das matas virgens seguiu-se o espalhamento dos cafezais pelos morros e vales. Surgiram as casas-grandes, imponentes e assobradadas sedes das

enormes fazendas de cultivo do café, com suas senzalas, moinhos e tulhas, construídas em taipa ou adobe, com as paredes internas e divisórias feitas, em geral, com a técnica do pau a pique.



Figura 1. Fachada da fazenda Catadupa (acervo dos autores)

Esses novos habitantes construiram, ao longo do tempo, suas próprias maneiras de ser, de estar e "saber-fazer" e a soma das diversas experiências e influências arquitetônicas trouxe resultados funcionais e formais no uso das tecnologias em terra. Essa arquitetura, que apresenta características da cultura e sociedade tradicionais da região e que persiste hoje em vários exemplos em função da não alteração das condições de seu meio, compõe uma herança que foi objeto de um levantamento detalhado em recente trabalho (Cavicchioli et al., 2013).

Participou dessa mesma trajetória a família mineira do capitão Roque Alvares de Magalhães, fundador da fazenda Catadupa, uma construção datada de 1831 (Moura, 2014). O sobrado apresenta partido arquitetônico bastante preservado, sendo um excelente documento de técnicas construtivas originais. A influência mineira é evidente no uso do adobe associado à taipa de mão, técnica usada nas repartições internas. Também podem ser verificadas influências fluminenses, no que diz respeito a alvenaria de pedra, mormente aquelas destinadas às instalações de beneficiamento do café (Lemos, 1999, p. 196,). No entanto, encontram-se frequentemente intervenções posteriores, realizadas com materiais e técnicas estranhas ao rol inicialmente utilizado e que, em várias oportunidades, resultaram em patologias de várias naturezas. É evidente que, nesse processo, somam-se o substancial esquecimento dos saberes tradicionais de construção a evidentes formas de desconhecimento de preceitos primários de conservação e restauro.

Cabe destacar que, em tempos recentes (2015) a fazenda foi contemplada no programa de incentivo às RPPNs da Mata Atlântica, realizado por meio da parceria entre três grandes ONGs (SOS Mata Atlântica, Conservação Internacional e The Nature Conservancy), conseguindo ser oficialmente reconhecida como Reserva Particular do Patrimônio Natural, RPPN, sediada na centenária fazenda. Dessa forma, veio a constituir-se como um núcleo de proteção do patrimônio cultural e natural que promove práticas de resgate da memória e de educação ambiental, articuladas num mecanismo circular e sinérgico.

Nesse quadro, onde a Catadupa é ao mesmo tempo o objetivo da preservação e um possível modelo de inspiração para todo o território do vale, a terra e as técnicas de construção com terra e outros elementos naturais representam um possível eixo temático

para discutir questões fortemente entrelaçadas como a das estratégias de construção ambientalmente sustentáveis e modelos de restauro que permitam a recuperação e a permanência do patrimônio imaterial de arquitetura com terra no Vale do Paraíba.

2. OBJETIVO

O objetivo desse trabalho é mostrar as soluções adotadas no processo de restauro e consolidação da estrutura da sede da fazenda desde o ano de 2014, quando de sua aquisição pelos atuais proprietários e conversão na sede de instituição voltada para a conservação do patrimônio natural e cultural do Vale Histórico Paulista. O restauro priorizou a reutilização dos materiais originais, o resgate das técnicas originais ou, de qualquer forma, a introdução de soluções consoantes com as especificidades de tais técnicas e que estivessem em sintonia com os cânones da sustentabilidade ambiental. Com isso, busca-se promover a preservação e a valorização dessa forma de arquitetura tradicional no Vale do Paraíba e abrir espaços para lhe dar visibilidade, sobretudo para fins culturais, educacionais e de desenvolvimento local.

3. METODOLOGIA

O procedimento metodológico envolveu as seguintes etapas: 1) prospecção das paredes, mapeamento das técnicas adotadas na construção do sobrado e registros fotográficos; 2) coleta de amostras de argamassas de revestimento e madeiras das paredes de pau a pique; 3) análises físico-química para a reconstrução dos procedimentos adotados na produção das argamassas de revestimento.

A amostragem de argamassa foi realizada em quatro locais: a partir de parede de pau a pique e parede de adobe, presentes no armazem localizado no piso inferior do casarão; de parede de pedra na antiga senzala doméstica da casa (píso intermediário); e de parede interna no piso superio (principal) do sobrado. A coleta foi feita manualmente com a ajuda de um cinzel e de um martelo.

As análises de FTIR foram realizadas com aparelho Alpha da Bruker por meio de acessório de ART (*attenuated total reflection*) no intervalo de frequência entre 400 e 4000 cm^{-1}.

As análises de TGA foram realizadas num aparelho TGA Q500 da TA Instruments, com massas de material de 10-20 mg, no intervalo de temperatura de 30 a 950 ºC, a uma taxa de aquecimento de 10 ºC/min.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

1.1. Descritivos das paredes de pau a pique

As paredes de pau a pique constituem um amplo grupo de técnicas mistas (CYTED, 2003). Assim como a maioria delas, sua estrutura é resolvida com peças de algum tipo de madeira, ou de canas, e às vezes materiais finos e flexíveis são usados para amarrar as mesmas. No caso específico da técnica do pau a pique, o entramado constuma ser denso, com cruzamentos horizontais e verticais. Nos interstícios, a terra é confinada de modo a cumprir somente uma função de preenchimento. A terra utilizada nestas técnicas é em geral argilosa, o que permite ter uma boa margem de plasticidade na hora de aplicar e de dar coesão ao conjunto. A estrutura que pode adotar formas distintas e diversos recursos madeireiros para cada função: assim, podem-se encontrar espécies mais duráveis para a armação, mais leves para a estrutura interna (por exemplo, a acácia), e mais finas e mais flexíveis para a amarração das peças.

Com relação à técnica de pau a pique adotada originalmente na sede da fazenda Catadupa (figura 2), constatou-se a adoção de um modelo bastante comum no Brasil e, especificamente, no Vale do Paraíba, como o uso de uma estrutura de baldrame/esteios/frechal na qual são montados paus verticais de madeira de

aproximadamente 75 mm de diâmetro (de menor grossura com relação aos esteios) e 3,8-3,9 m de altura, a um distanciamento médio próximo ao tamanho dos elementos verticais. Para a sustentação dos mesmos, supõe-se ter havido um baldrame enterradado no chão de seção quadrada: essa suposição se baseia nas descrições feitas por Andrade (1984) sobre os sistemas construtivos no Vale do Paraíba e em observações feitas na vizinha fazenda da Barra, também edificada pela família Magalhães. Na parede onde foi realizada a prospecção o baldrame original não mais existia, tendo sido substituído por cimento em época posterior. Na parte superior, um frechal de madeira de 40 mm de espessura, apresentava furos de diâmetro reduzido com relação ao diâmetro dos paus: por esse motivo, esses elementos verticais haviam sido grosseiramente afinados na extremidade superior, o que permitiu um encaixe mecânico com certo grau de firmeza. Os frechais eram apoiados às paredes laterais de adobe, encostados nas vigas do teto e mantidos encaixados nessa posição pela pressão dos esteios.

A madeira usada não pode ser identificada com precisão, pois tal reconhecimento dependeria da avaliação de botânicos extremamente especializados, na ausência de elementos típicos como as folhas e as flores e considerando a alteração do tronco pela ação dos cupins. No entanto, com base em depoimentos de moradores rurais da região e na flora disponível (ainda que hoje profundamente modificada com relação ao período de construção do casarão), indicou-se como hipótese o uso de camboatá (*Cupania vernalis*). As varas horizontais eram constituídas por canas recortadas, amarradas por cipó, a uma espaçamento tal que formava um desenho quadrado com os paus verticais.

Em cima do vão da porta instalada na mesma parede, observou-se o uso de um sistema semelhante a um tabique, com o emprego de tábuas de madeira no lugar dos paus verticais.



Figura 2. Detalhes da parede de pau a pique (acervo dos autores)

4.2 Restauro das paredes de pau a pique

No restauro das paredes de pau a pique, o princípio adotado foi o da manutenção da ideia e da concepção original, com a manutenção do desenho do entramado e o reaproveitamento de uma parte dos paus verticais, dos esteios e dos frechais. Para repor os paus que haviam sido perdidos por causa do nível de deterioração, optou-se por utilizar troncos de eucalipto previamente tratados. As varas horizontais foram completamente perdidas e, em seu lugar, empregaram-se canas de bambu novas que hoje crescem abundantemente na propriedade.

Tais canas foram cortadas na própria propriedade, respeitando a melhor época para o corte, a idade e a influência lunar mais apropriada. A época do ano em que o bambu guarda uma maior parte de suas reservas nas raízes (rizomas) é a estação do inverno, o momento antes do aparecimento dos novos brotos. Dessa forma, as plantas apresentam menores teores de açúcares, que insetos e fungos utilizam como substrato para se alimentarem. No Brasil e no

Hemisfério Sul, é costume na sabedoria popular brasileira afirmar que são os meses sem a letra "r" são os melhores para a colheita do bambu para essa finalidade: maio, junho, julho e agosto. Estando na época certa do ano, ainda deve-se escolher a fase adequada da lua, esta sendo a lua minguante. A razão científica para este fato ainda vem sendo investigada, mas é corroborado pela cultura popular e pela experiência.

Para a finalidade pretendida, devem-se usar os bambus maduros, com cerca de 3 a 4 anos, quando atingiram sua resistência ideal. Após o corte aconselha-se deixar o bambu em pé, de preferência no local de colheita, ainda apoiado nos vizinhos, por cerca de 2 a 3 semanas. Neste tempo ele secará, mas ainda nos estados de temperatura, pressão e umidade em que sempre viveu. Outra opção consiste em apoiar o bambu em um aposento arejado com chão e parede livres de umidade, sob proteção da chuva e do sol, e, dependendo da espécie e das condições climáticas, deixar a seiva escorrer e evaporar de duas a oito semanas (Van Lengen, 2014).

A amarração da trama, que reproduziu fielmente os distanciamentos originais, deu-se por meio de arames metálicos: dessa maneira, se quis sinalizar com clareza se tratar, no caso dessa parede restaurada, de uma intervenção moderna.

Para um enchimento, escolheu-se uma terra particularmente argilosa escavada na propriedade, sem tratamentos adicionais. A aplicação foi feita por dois trabalhadores taipeiros, posicionados em lados opostos da trama que, pegando com as mãos determinada quantidade de terra, a prensaram concomitante e energicamente contra a trama. A terra poderia ser prensada também com as mãos de apenas um dos lados, por apenas um taipeiro, mas o preenchimento dos vãos seria menos eficiente. O tempo de secagem de uma parede foi de aproximadamente um mês.



Figura 3. Detalhes do restauro da parede de pau a pique (acervo dos autores)

4.3 Recomposição das argamassas

A recomposição das argamassas de revestimento das paredes construídas com terra do casarão da fazenda está perpassando por duas estratégias, adotadas até o presente momento. Por um lado, reparos emergenciais e, de qualquer forma, de pequeno porte estão sendo realizados usando uma formulação desenvolvida em estudo descrito anteriormente (Cavicchioli et al., 2016) e baseada no emprego de terra extraída de montículos de cupinzeiros (figura 4).



Figura 4. Emprego do uso de argamassa a base de terra de montículo de cupinzeiro para pequeno reparo do revestimento da fachada do casarão da fazenda (acervo dos autores)

Esse reboco, de acordo com um conjunto de análises preliminares, apresenta quantidade apreciável de matéria orgânica que provavelmente corresponde a substância produzida pelos cupins para conferir propriedades especiais aos seus ninhos, fato corroborado na literatura. Em função disso, em laboratório demonstrou possuir propriedades diferenciadas de coesão e de resistência à erosão produzida pela água. Tais vantagens foram empiricamente observadas nos reparos realizados, até o momento, em vários pontos internos e externos do casarão da fazenda Catadupa.

Já, numa perspectiva de mais longo prazo e visando resgatar um modelo de argamassa a base de terra mais próximo à solução original adotada pelos construtores do casarão, estão sendo realizadas análises de caracterização química que permitam evidenciar as tipologias de componentes usados, bem como suas proporções.

O primeiro conjunto de resultados está apresentado nas figuras 5 e 6, que ilustram os diagramas analíticos obtidos pelas técnicas de FTIR (figura 5) e TGA (figura 6). Os dados de FTIR apontam duas tipologias de argamassas, distintas – até onde essa técnica permite discriminar – por duas feições espectrais principais, a dizer, as bandas com frequências em 873-876 e 1400-1450 cm^{-1}.

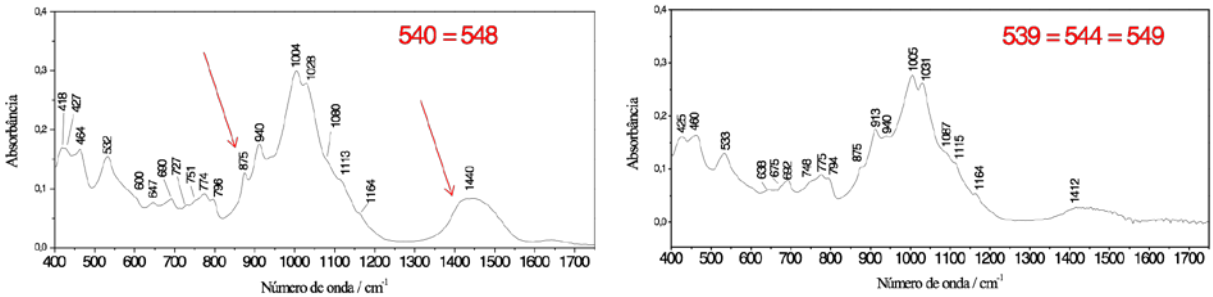


Figura 5. Espectros FTIR das amostras de argamassa nº 540 (representativa também do espectro da amostra 548) e nº 549 (representativa também dos espectros das amostras 539 e 544). Fonte: dados primários

Nota-se, em particular, que essas bandas apresentam intensidade muito baixa nas amostras 539, 544 e 549 e intensidade mais marcante nas amostras 540 e 548. O primeiro conjunto corresponde à camada inferior da parede de pau a pique (539), ao material predominante na parede de adobe do armazém inferior da casa e ao reboco da parede do cômodo do piso superior (549) – esse sendo a única camada de argamassa perceptível no local e, portanto, possivelmente original. O segundo conjunto se refere à camada mais externa da parede de pau a pique sobreposta à anterior (540) e ao reboco da parede de pedra da antiga senzala da casa (548). Para fins de comparação, foram registrados os espectros FTIR a partir de

amostras coletadas em outra fazenda e das quais havia registro do uso de cimento Portland em sua composição: nesse caso, as mesmas bandas apareciam com intensidade particularmente marcante.

Esses resultados parecem indicar que as amostras mais antigas (nº 539, 544 e 549), talvez presentes nas paredes desde a origem da construção, não somente não contêm, como é evidente, cimento como aglutinante, mas também possivelmente não receberam a adição de cal em quantidade expressiva e nem mesmo de quaisquer aditivos orgânicos, o qual apareceria no sinal FTIR e resultaria em perdas de massa mais expressivas no intervalo entre 200 e 400 ºC. Nesse caso, o poder ligante da argamassa está, assim, associado exclusivamente (ou predominantemente) aos argilominerais naturalmente presentes no solo. Já as argamassas colocadas em momentos posteriores (nº 540) ou utilizadas para o revestimento da pedra (nº 548 não se tem certeza sobre a eventual substituição desse reboco em períodos posteriores) revelam processo de manufatura diferentes do principal em que a principal diferença parece estar associada à percentagem de cal, claramente visível no diagrama TGA da amostra 548. No caso o uso de cimento está excluído por esse provavelmente provocaria uma perda de massa no intervalo 200-400 ºC (associado a $Ca(OH)_2$) mais próximo àquele observado para $CaCO_3$ (660-680 ºC).

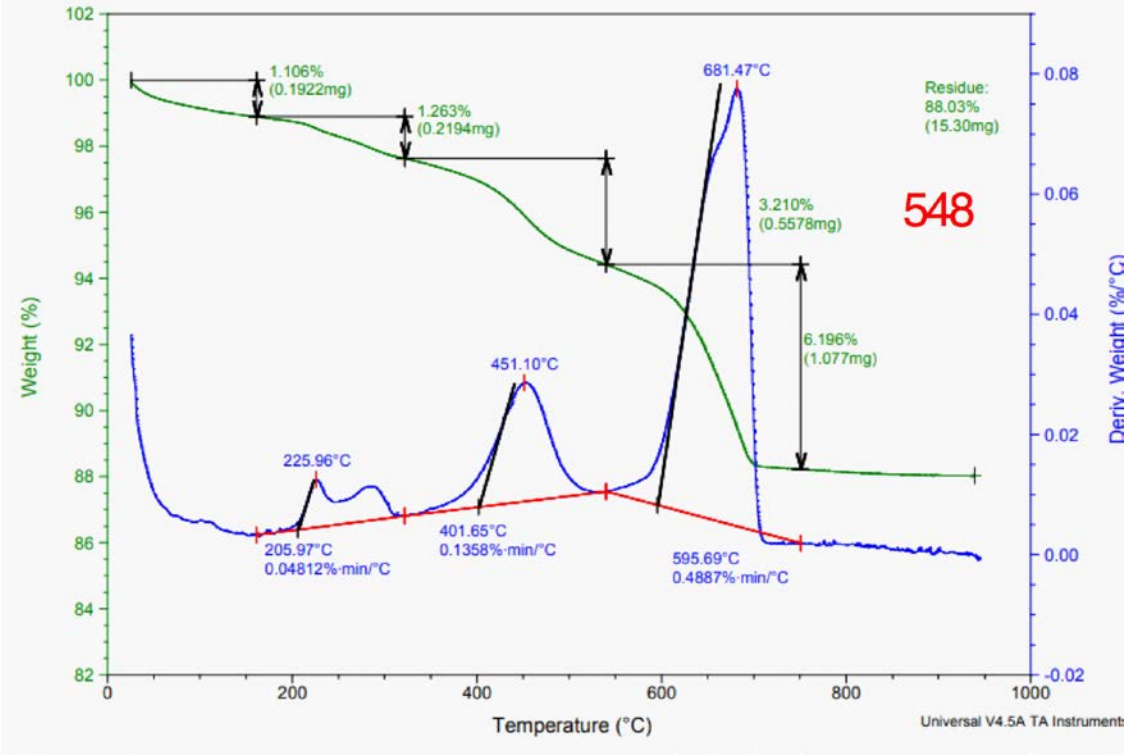


Figura 6. Diagramas TGA da amostra de argamassa nº 548. Fonte: dados primários

Trata-se, evidentemente, de resultados parciais e que precisarão ser aprofundado nas etapas que se seguirão nesse projeto de pesquisa, inclusive com o auxílio de outras técnicas de caracterização (como a difração e a fluorescência de raios X e a análise por microscopia eletrônica de varredura), mas que apontam para o tipo de considerações que é preciso tecer na busca do esclarecimento de processos de manufatura e de soluções para a recomposição da argamassa de reboco.

CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

As investigações desenvolvidas no âmbito do projeto de resgate do patrimônio imaterial de construção com terra no vale do Paraíba e, em particular, na histórica fazenda Catadupa, indicam que ao longo do tempo houve várias descaracterizações que se sobrepuseram aos modelos originais. Por sorte, nesse caso de estudo, esse processo não chegou a ser particularmente radical. Dessa maneira, o trabalho realizado está permitindo separar os

diferentes momentos e as diversas soluções no intuito de evidenciar, registrar e preservar tais saberes, tanto para uma finalidade histórica como para promover formas de intervenção e restauro que propiciem a valorização da terra como material de construção e que estejam em sintonia com os princípios da sustentabilidade do patrimônio natural e cultural dessa região.

A pesquisa mostrou que essa postura é perfeitamente viável, não demanda nem investimentos expressivos nem conhecimentos técnicos de alto nível – ainda que se beneficie do apoio do meio acadêmico-científico, como mostrado – mas exige de esforços para a sensibilização e a conscientização dos atores envolvidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade, A. L. D. (1984). Vale do Paraíba, sistemas construtivos. Dissertação de mestrado. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, USP

Cavicchioli, A.; Perroni, M. S.; Sato, D. P.; Andrade, F. N. S. (2013). Arquitetura em terra no Vale Histórico Paulista-Brasil. 13º Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra. Valparaiso, Chile: DUOC/PROTERRA

Cavicchioli, A.; Rolón, G; Cavalcanti, L. M.; Fontaine, J. (2016). Desenvolvimento de argamassas de revestimento no Vale Histórico Paulista, Brasil. 16º Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra. Asunción, Paraguay: FADA-UNA/PROTERRA/CEDES/hábitat

CYTED (2003). Técnicas mixtas de construcción con tierra. Coordinación del Proyecto XIV.6 PROTERRA del CYTED. Salvador

Lemos, C. A. C. (1999). Casa Paulista: História das moradias anteriores ao ecletismo trazido pelo café. São Paulo: EDUSP editora.

Moura, C. E. M. (2014). Fazendas de café do Vale do Paraíba: o que os inventários revelam, 1817-1915. São Paulo: Condephaat

Van Lengen, J. (2014). Manual do arquiteto descalço. São Paulo: B4 Editores.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPESP (projetos Nº 2017/03071-7 e Nº 2017/16169-5).

AUTORES

Lauro Maia Cavalcanti, gestor ambiental, pós-graduado com especialização em gestão ambiental pela Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, gestor da unidade de conservação reserva particular do patrimônio natural (RPPN) Fazenda Catadupa, instituto socioambiental voltado para pesquisa e restauração de patrimônios históricos materiais e imateriais e conservação de patrimônios naturais.

Andrea Cavicchioli, doutor em química pela Universidade de São Paulo e especialista em química analítica, é docente e pesquisador da mesma instituição. Sua principal linha de pesquisa é o estudo de estratégias de diagnóstico e conservação do patrimônio cultural e natural. Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/2583862022834436

Guillermo Rolón, doutor em arqueologia pela Universidad de Buenos Aires (FFyL-UBA, Argentina), mestre em restauração e gestão integral do patrimônio construído (UPV/EHU, España), arquiteto (FADU-UBA, Argentina), pesquisador adjunto do CONICET e pesquisador adscrito do CRIATiC; membro da Rede Ibero-americana PROTERRA.

TAIPA DE MÃO EM NOVA FRIBURGO E MUNICÍPIOS LIMÍTROFES: UM ESTUDO COMPARATIVO

Werther Holzer[1]; Viviane de Azevedo Folly[2]

Laboratório do Lugar e da Paisagem – Escola de Arquitetura e Urbanismo e Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, UFF – Universidade Federal Fluminense, Brasil

[1]werther.holzer@gmail.com; [2]vivi.folly@gmail.com

Palavras-chave: arquitetura vernácula, arquitetura de terra, métodos construtivos, tradição suíça no Brasil

Resumo

Estudo comparativo no campo da arquitetura vernácula, comparando as tipologias e os métodos construtivos, de casas de taipa, do município de Nova Friburgo com as dos municípios limítrofes. Trata da catalogação e da investigação dos métodos construtivos da arquitetura de taipa de mão, procurando comprovar a hipótese de que os imigrantes suíços e alemães introduziram um método construtivo próprio que se restringe aos locais onde se assentaram. Nesse sentido foram documentados exemplos de arquitetura vernácula de taipa de mão, do que denominou-se de tradição suíça, com a de outras tradições, com o intuito de comparar variabilidades em seu método construtivo e estudar as concepções que configuraram os modelos e padrões construtivos da arquitetura vernácula dessa região. A pesquisa, de caráter comparativo, compreendeu três etapas : identificação e fichamento das edificações com o auxilio de imagens fotográficas e de croquis ; entrevistas com moradores e proprietários para subsidiar a pesquisa histórica sobre os imóveis levantados; produção comparativa e analítica, a partir de pesquisa bibliográfica e iconográfica. Como conclusão pode se afirmar a existência, no município de Nova Friburgo e seu entorno, de um modelo construtivo em taipa de mão que pode ser chamado de "Suiço Adaptado" e que esta afirmação pode ser comprovada a partir da comparação com técnicas diversas de construção em taipa de mão utilizadas nos municípios vizinhos.

1 INTRODUÇÃO

Este texto apresenta um estudo comparativo no campo da arquitetura vernácula construída no município de Nova Friburgo e nos municípios límitrofes tendo como marco temporal a colonização suiça e alemã ali implantada há exatos duzentos anos.

A partir de pesquisa que teve como objetivo inicial levantar e catalogar a arquitetura, de caráter popular, produzida por descendentes de suiços e alemães nas áreas rurais dos distritos de Lumiar e São Pedro da Serra, visando a sua preservação (Holzer, 2014) concluiu-se que a técnica construtiva em taipa de mão utilizada naquela região tinha suas especificidades se comparada com a praticada nos municípios limítrofes.

A pesquisa concentrou-se, então a investigar as técnicas empregadas pelos descendentes de suiços e de alemães nas edificações onde o método construtivo empregado era a taipa de mão e a delimitar a sua ocorrência. Resultados preliminares desta pesquisa foram apresentados no TerraBrasil (Holzer el al., 2014).

Para comprovar a hipótese de que esse método construtivo apresentava peculiaridades e investigar as suas origens provaveis optou-se pelo estudo comparativo com outros tipos de casas de taipa de mão, em municípios limítrofes a Nova Friburgo, Estado do Rio de Janeiro, e a inquirir se haviam sido construídas por descendentes de suiços ou alemães. Simultaneamente foi feita pesquisa bibliográfica sobre as origens e a ocorrência da técnica da taipa, especificamente a taipa de mão no Brasil e sobre a ocorrência de utilização da taipa na Suiça.

Os resultados, tanto da pesquisa bibliográfica como da pesquisa de campo, serão apresentados resumidamente a seguir, com o objetivo de comprovar a hipótese de que os imigrantes suíços e alemães introduziram um método construtivo próprio em Nova Friburgo e seu entorno e que ele se restringe aos locais onde se assentaram.

2 OBJETIVO

O objetivo geral desse texto reporta-se ao estudo das concepções e técnicas construtivas vernáculas no Brasil (Barreto et al., 2010). Ainda de modo geral, tem como referência a discussão sobre a introdução e a origem das técnicas que envolvem a utilização da taipa no Brasil, em especial a taipa de mão.

Objetivos específicos referem-se à hipótese de que existe um método construtivo especifico que emprega a taipa de mão, que gera um tipo de edificação que pode ser identificado como de tradição suíça.

Para se comprovar a hipótese se coloca como objetivo específico, também, comparar variabilidades nos métodos construtivos que empregam a taipa de mão no município de Nova Friburgo, estado do Rio de Janeiro, com o de municípios limítrofes (Cachoeiras de Macacú, Teresópolis, Sumidouro, Duas Barras, Bom Jardim, Trajano de Morais, Macaé, Casimiro de Abreu e Silva Jardim), correlacionando-os e verificando a ocorrência de outras tradições.

3 METODOLOGIA ADOTADA

A pesquisa cujos resultados são apresentados neste texto foi orientada pelo levantamento de campo, em área previamente delimitada para o estudo de caso, que tinha como procedimento a identificação e o fichamento de edificações onde foi utilizada a técnica da taipa de mão. Esse levantamento foi feito com o auxilio de fotografias e croquis voltados para a elucidação dos detalhes técnicos do sistema construtivo.

Para o esclarecimento de dúvidas quanto à propriedade, a idade da construção e de sua história foram, sempre que possível, realizadas entrevistas abertas com os moradores ou proprietários. Esse procedimento foi fundamental para correlacionar os métodos construtivos da edificação com a ascendência suíça de seus construtores.

Pesquisa bibliográfica sobre as edificações em taipa no brasil e na suiça, com ênfase nos exemplos que utilizaram a técnica da taipa de mão. Foi também levantada bibliografia versando sobre a arquitetura local e sobre os métodos construtivos que foram utilizados.

No campo da arquitetura vernácula existe forte tradição de estudos comparativos entre culturas diversas, muito mais a nível internacional do que a nível local e a base para o estudo comparativo é de se utilizar a planta baixa e características da fachada como parâmetros de comparação, como no monumental livro organizado por Oliver (1997) ou como em Blanton, que compara casas rurais de todo o mundo a partir de um método gráfico baseado na análise de plantas baixas, "[...] *grounded in graph teory, that allows me to derive measures of scale, complexity, and integration of houses, in a manner facilitating cross-cultural comparison, and which could be applied to diachronic comparison*. (1993, p. 25), ou em Oliver (2006), com estudos de casos.

Na pesquisa aqui apresentada o método comparativo enfatiza, mais do que a planta baixa, o sistema construtivo e os materiais empregados.

4 MARCO TEÓRICO

Pesquisas sobre a arquitetura de terra, em especial sobre taipa de mão, no Brasil são excassas. Pouco se sabe sobre detalhes das técnicas empregadas e menos ainda sobre suas origens. Isso apesar terem sido muito utilizadas durante o período colonial e suas técnicas terem sido descritas por alguns autores citados por Canteiro e Pisani (2006).

Artigos sobre o tema sobre o tema são controversos e genéricos: valorizam a taipa de pilão das casas dos bandeirantes e consideram a taipa de mão como uma alternativa menos sofisticada tecnicamente.

Para Lemos a taipa de pilão foi trazida para o Brasil a partir do Algarve, mas as técnicas tiveram que se adaptar a ausência de conhecimento sobre o clima e sobre o solo fazendo com que "necessariamente, apresentassem características próprias que vieram a singulariza-las, como expressão americana de arquitetura residencial" (1993, 96). Seguindo esse princípio o autor analisa, a partir dai, a evolução na planta da casa colonial brasileira construída em taipa de pilão. Já Weimer (2015) sugere um cruzamento de influências mouras, germânicas e africanas para o mesmo tipo e mesma técnica.

Sobre a taipa de mão, que segundo Canteiro e Pisani (2006) foi muito utilizada, no período colonial, em São Paulo e, também, em Minas Gerais e em Goiás. Pisani (2004) e Canteiro e Pisani (2006) descrevem a técnica empregada em São Paulo, a partir da descrição de outros autores, mas consideram que entrou em decadência a partir de 1850, com a introdução dos tijolos de barro, estando hoje relegada a habitações rústicas e das classes de baixo poder aquisitivo, sendo, tecnicamente, mais rudimentares do que as do período colonial. Canteiro e Pisani (2006) sugerem uma distinção entre a técnica de taipa de mão empregada no período colonial e a de pau a pique, que possuem menor resistência.

Nada se fala sobre as técnicas utilizadas na corte, instalada no Rio de Janeiro, durante esse período. Se existe bibliografia sobre o assunto está restrita a poucos especialistas. O fato é que a taipa de mão foi utilizada no Rio de Janeiro seja na construção das casas da elite, nos engenhos de açúcar e nas fazendas de café, e muitas dessas construções ainda são habitadas.

Mas o tema dessa pesquisa é a arquitetura vernácula que se utiliza da técnica da taipa de mão, implantada em áreas rurais, e no que se refere a esse assunto pode se afirmar, a partir das investigações realizadas pelo Laboratório da Paisagem e do Lugar, ao qual pertencem os autores deste texto, que ela foi utilizada em todo o estado do Rio de Janeiro até épocas bem recentes, e que possivelmente ainda vem sendo empregada em alguns lugares, como é o caso de uma edificação concluída no ano passado em Benfica, município de Nova Friburgo que foi objeto de estudo deste Laboratório.

O Laboratório de Educação Patrimonial da Universidade Federal Fluminense também pesquisou o emprego tradicional da taipa de mão na arquitetura vernácula rural, tendo como área de estudo o município de Trajano de Moraes, Estado do Rio de Janeiro, resultando na exposição "Saberes da construção: casas de colonos e casas de trabalhadores em assentamentos rurais fluminenses", montada pela primeira vez em 2005. O material produzido para esta exposição tem servido como parâmetro de comparação com a técnica e o método construtivo utilizado na área de estudo da pesquisa.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A área de estudo objeto da investigação apresentada neste texto abrange o município de Nova Friburgo, situado no estado Rio de Janeiro, e municípios limítrofes, estes utilizados como marcadores para a delimitação da abrangência do sistema construtivo objeto dessa pesquisa (figura 1).

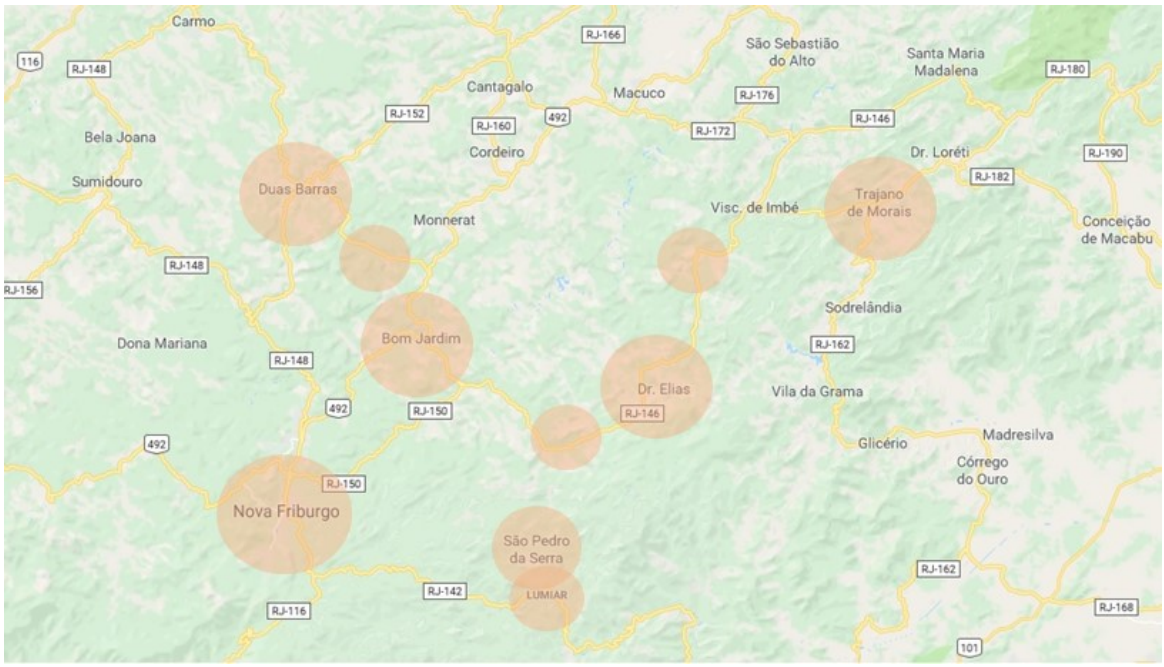


Figura 1 – Mapa representando os municípios e cidades em que a pesquisa atua

Nova Friburgo foi objeto do primeiro projeto oficial de colonização do governo brasileiro que trouxe imigrantes europeus, suíços neste caso, para o Brasil. Este projeto foi colocado em prática ainda no período colonial, com o patrocínio oficial da coroa portuguesa, representada por D. João VI. Essa experiência de colonização inicia-se em 1819 a partir de um contrato que estipulava a vinda de cem famílias católicas de língua francesa provenientes do cantão de Fribourg, Suiça (Sanglard, 2003).

Para receber essas famílias foi construído um vilarejo em Morro Queimado, distrito de Cantagalo, hoje sede do município de Nova Friburgo. Esse vilarejo, além das cem casas que abrigariam uma família cada, foi implantado com escola, igreja, hospital, armazém, açougue, moinhos, entre outras comodidades (Sanglard, 2003). No entanto, por razões que não cabem comentar aqui, vieram para o vilarejo 260 famílias suíças. A estas se juntaram, em 1824, 80 famílias alemãs (Oliveira, 2012).

A ausência da infraestrutura para atender a um número imprevisto de moradores se somaram as dificuldades impostas pelo acesso precário, seja nas vias locais, seja na comunicação com o Rio de Janeiro (Witt, 2004), levaram uma parcela considerável dessas famílias a se dispersarem pelo território fundando pequenas localidades que hoje estão dispersas por Nova Friburgo e pelos municípios limítrofes. A muitos deles restou o isolamento, com o casamento sempre entre moradores vizinhos, a maioria descendentes de suíços e de alemães, o que propiciou a manutenção e a disseminação dos conhecimentos sobre a agricultura e também sobre a construção baseada sempre nos laços familiares.

Um dado importante para essa pesquisa é o de termos informação de que a taipa de mão estava presente desde o início desse processo de colonização e de dispersão pelo território: o primeiro templo luterano, edificado pelo pastor que liderava os imigrantes alemães, foi erguido em pau a pique (Oliveira, 2012).

A partir deste contexto histórico foi realizada pesquisa que procurava estabelecer paralelos entre a arquitetura vernácula do cantão de Fribourg na Suíça e do município de Nova Friburgo no Brasil. A hipótese de que as construções dos descendentes de suíços seguiam padrões culturais encontrados em Fribourg foi comprovada a partir de estudos comparativos que envolviam a apropriação da paisagem, a disposição das casas no terreno e a disposição de suas fachadas (Holzer, 2014; Holzer et al., 2014). No entanto a origem da utilização da taipa de mão e o método construtivo utilizada nessa arquitetura vernácula continuou incerta. Inicialmente, baseada na bibliografia disponível, depreendeu-se que se tratavam de saberes compartilhados por diversas culturas que foram adotados pelos

descendentes de suiços e de alemães a partir de sua condição de isolamento e da disponibilidade dos materias, no entanto o método construtivo se mostrava por demais sofisticado para afirmar as teses de Lemos (1993) e de Pisani (2004).

A pesquisa foi, então, direcionada para a pesquisa da ocorrência da técnica de taipa de mão na Suiça. Esta técnica já era empregada nas imediações de Fribourg desde a Idade do Bronze, cerca de 3.000 anos A.P. (David-Elbiali, 1992), No cantão de Fribourg e arredores caiu em desuso no início do século XVI, quando a madeira foi sendo abandonada como material de construção em detrimento da pedra (Glauser, 2008). No entanto continuou em uso em outros cantões, associada ao método construtivo da estrutura em enxaimel (Maison à colombages ou Fachwerk) que se mantiveram até o século XIX em Berna e na Argóvia (Glauser, 2008)

O que se encontra em Nova Friburgo é um tipo de construção com estrutura em enxaimel e vedação em taipa de mão, no que, para efeitos da pesquisa, foi denominado de “método suiço adaptado”, como descrito a seguir: a casa é suspensa do chão, muitas vezes tirando partido da declividade do terreno. A técnica construtiva para se elevar as casas é a de apoiar toda a sua estrutura sobre baldrames contínuos de madeira, no mais das vezes grosseiramente aparelhadas. Estes baldrames são apoiados sobre pedras retiradas do próprio terreno, que tem seu topo nivelado, ou sobre colunas de madeira simplesmente apoiadas no solo. Sobre esses baldrames são apoiadas colunas de madeira, que compõe as fachadas delimitando as portas, as janelas e a amarração das paredes internas, ali é apoiado também o tabuado corrido do piso. Nas seções mais amplas da estrutura são colocadas peças em quarenta e cinco graus, como contraventamento. As colunas apoiam o frechal, também grosseiramente aparelhado, onde se apoia o encaibramento dos telhados, alguns feitos em pau roliço, outros com madeira aparelhada à mão. Essas peças, nas casas mais antigas são encaixadas, ou fixadas com cavilhas de madeira. Essa descrição corresponde a uma estrutura em enxaimel, onde a vedação das paredes é preenchida com taipa de mão, aqui chamada de estuque, deixando claro que sua função não é autoportante. Essas paredes são construídas de modo tradicional um trançado retangular de madeira roliça e/ou de bambu (figura 2). Segundo um dos entrevistados na pesquisa, “um joga o barro e o outro fica escorando assim, as ripas e fica acertando” (Holzer, 2014).



Figura 2 – Casa tipo em taipa de mão localizada no distrito de Lumiar, Nova Friburgo (acervo Laboratório do Lugar e da Paisagem/UFF)

A figura 3 apresenta o esquema do método suíço característico e peculiar de Nova Friburgo e seu entorno. Todas as residências levantadas ao longo da pesquisa que se apresentavam como esse tipo foram construídas por descendentes de suíços ou de alemães.

A figura 4 apresenta o esquema do método construtivo da taipa de mão usual encontrado em diferentes regiões do país. Nos municípios limítrofes foram levantadas casas edificadas em taipa de mão utilizando método construtivo muito próximo ao descrito por Vasconcellos e reproduzido por Pisani (2004). A estrutura de madeira é montada com esteios enterrados no solo. Sobre estes esteios são assentadas as vigas baldrames, no entanto estas vigas são apoiadas em baldrames de pedra ou, nas mais recentes de concreto, muito próximas ao tipo observado por Canteiro e Pisani (2006) para remanescentes mineiros deste tipo de construção.

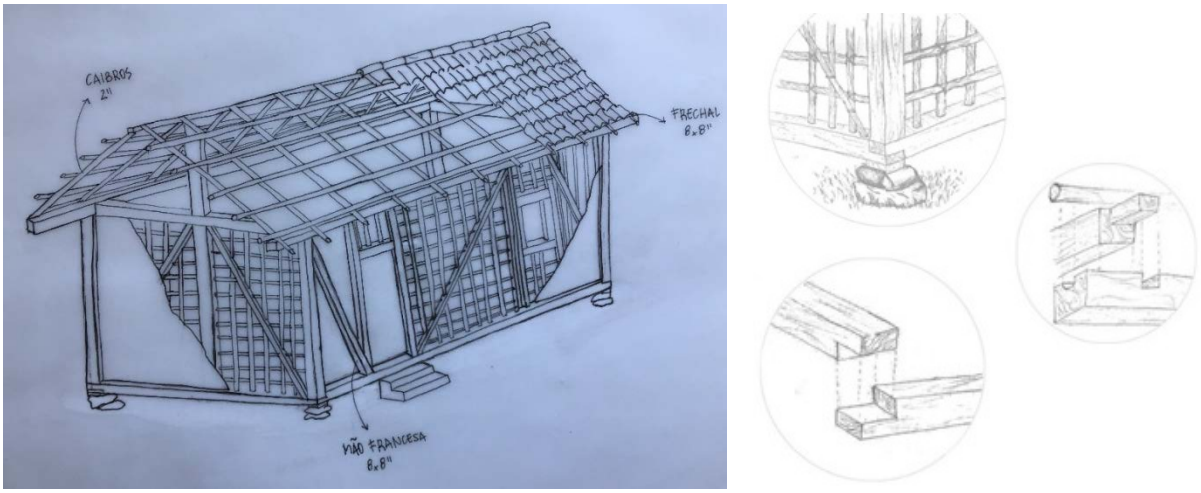


Figura 3 – O método construtivo (adaptado suíço) utilizado pelos descendentes de suíços e alemães em Nova Friburgo e municípios limítrofes (Damasceno, 2016)

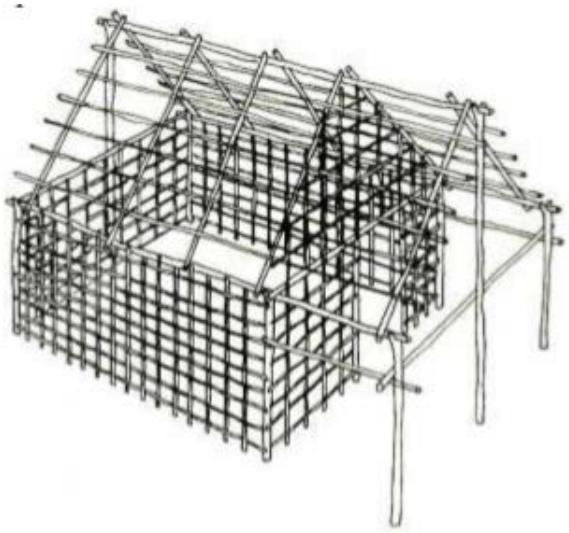


Figura 4 – Construção de pau a pique rústica (Bardou, 1981, p.49 apud Colin, 2010)

As figuras 5 e 6 apresentam imagens da taipa de mão “suíça” e da taipa de mão empregada em outras regiões respectivamente. Na figura 5 está visível a estrutura com armação em enxaimel (uma peça de aproximadamente 3,5x3,5”, se apoia como mão francesa na coluna principal de 8X8”).



Figura 5 – Casa tipo em taipa de mão localizada em Alto Macabu, Trajano de Moraes (acervo Laboratório do Lugar e da Paisagem/UFF)



Figura 6 – Residência em taipa de mão utilizando de método construtivo diverso do adaptado suiço. Município de Trajano de Moraes (acervo Laboratório do Lugar e da Paisagem/UFF)

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há muito o que se pesquisar sobre a arquitetura vernácula brasileira. No campo dos métodos construtivos tradicionais e no emprego de técnicas como o da taipa de mão a pesquisa de campo ainda é pequena e mais dedicada ao período colonial. No entanto a taipa de mão foi intensamente usada em todo o Brasil, e continua a ser em alguns locais, com uma diversidade de variações que podem se remeter a origens ainda pouco estudadas ou sequer consideradas.

O método construtivo de taipa de mão utilizado em Nova Friburgo e municípios limítrofes aponta para a necessidade de pesquisas mais acuradas, que passam pela preservação das edificações ainda existentes. As influências da arquitetura vernácula suíça sobre a produzida por seus descendentes no Brasil devem ser estudadas, pois podem comprovar que a existência de variações significa cativas nos métodos construtivos empregados em Nova Friburgo e municípios limítrofes que podem ser reconhecidos como um modelo suíço adaptado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barreto, D. I. S; Weimer, G.; Medeiros, H.; Holzer, W. (2010). A arquitetura popular do Brasil. Rio de Janeiro: Bom Texto.

Blanton, R. E. (1993). Houses and households: a comparative study. New York/London: Plenum Press.

Canteiro, F.; Pisani, M. A. J. (2006). Taipa de mão: história e contemporaneidade. Ensaios, v.1, n.2, p.1-21.

Colin, S. (2010.). Técnicas construtivas do período colonial. Disponível em: https://coisasdaarquitetura.wordpress.com/2010/09/06/tecnicas-construtivas-do-periodo-colonial-i/

Damasceno, A. V. (2016). Centro experimental de arquitetura vernacular. Trabalho de conclusão de curso. Nova Friburgo: Universidade Federal Fluminense

David-Elbiali, M. (1992). L'habitat à l'âge du Bronze en Suisse: tentative de synthèse. In:Mordant, C. & Richard, A. *L'habitat et l'occupation du sol à l'âge du Bronze en Europe*. Paris: Ed. du Comité des travaux historiques et scientifiques, p. 359-376.

Glauser, D. (2008). Typologie et evolution de l'habitat rural dans la Jura et sur Le plateuau de Suisse occidentale. Neuchatêl, Universitê de Neuchatêl/Faculté des Letres et Sciences Humaines (Tése).

Holzer, W. (2014). Paisagem cultural e arquitetura vernacular: o caso dos suíços em Nova Friburgo. Fórum Patrimônio, v. 7, nº 2, p. 1-12.

Holzer, W.; Damasceno, A. V.; Fajardo, L. M.; Carvalho, P. C. G. (2014). Arquitetura de taipa em Nova Friburgo – RJ. In: Congresso de Arquitetura e Construção com Terra, 5, Viçosa. Terra Brasil 2014, Anais. Rede TerraBrasil, UFV.1. Cd-Rom.

Lemos, C. A. C. (1993). Transformações no espaço habitacional ocorridas na arquitetura brasileira do século XIX. Anais do Museu Paulista Nova Série, nº 1, p.95 -106.

Oliveira, R. L. de. (2012). O processo de implantação do Luteranismo no Brasil: o caso da região de Nova Friburgo (1824 a 1857). Anais do XV Encontro Regional de Históriada ANPUH. Rio de Janeiro. p. 1-8.

Oliver, P. (1997). Encyclopedia of vernacular architecture of the world: cultures and habitats. Cambridge: Cambridge University Press.

Oliver, P. (2006). Built to meets needs: cultural issues in vernacular architecture. Oxford: Elsevier.

Pisani, M. A. J. (2004). Taipas: a arquitetura de terra. Sinergia, v. 5, n. 1, p. 09-15.

Sanglard, G. (2013) De Nova Friburgo a Fribourg: através das letras: a colonização suíça vista pelos próprios imigrantes. História, Ciências, Saúde. Manguinhos, vol. 10(1): 173-202.

Weimer, G. (2015). A casa do bandeirante: uma revisão de suas origens. RIHGRGS, n. 149, p. 89-104.

Witt, M. A. (2004). As colônias de Nova Friburgo (RJ) e Torres (RS): Estudo comparativo – as variações dos usos e costumes ensinam. Em: Clemente, E. (org.) Integração: história, cultura e ciência. Porto Alegre: EDIPUCRS.

AUTORES

Werther Holzer, possui graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal Fluminense (1984), graduação em Comunicação Social Cinema pela Universidade Federal Fluminense (1990), mestrado em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1992), doutorado em Geografia (Geografia Humana) pela Universidade de São Paulo (1998) e Pós-Doutorado pela Universidade Estadual de Campinas (2016). Atualmente é professor associado IV da Universidade Federal Fluminense. Tem experiência na área de Projeto Urbano, Projeto de Paisagismo, Teoria do Urbanismo, teoria do Paisagismo e Planejamento Urbano e Regional, com ênfase na Adequação Ambiental e na área de Geografia, com ênfase em Geografia Humanista, atuando principalmente nos seguintes temas: fenomenologia, lugar, paisagem, paisagismo e projeto urbano e planejamento urbano e regional

Viviane de Azevedo Folly – Graduanda em Arquitetura e Urbanismo Universidade Federal Fluminense. Bolsista Iniciação Científica CNPq

TerraBrasil 2018
Território e trabalho: a produção da arquitetura com terra no Brasil
VII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Rio de Janeiro-RJ (Brasil), 30 de outubro a 2 de novembro de 2018
http://redeterrabrasil.org

A INTERFACE DO HABITAR E A ARQUITETURA VERNÁCULA

Mayan Maharishi[1]; Marivaldo Aparecido de Carvalho[2]

Pós graduação interdisciplinar em Estudos Rurais, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil,

[1]mayan.maharishi@gmail.com, [2]marivascarvalho@gmail.com

Palavras-chave: habitar, terra, vernácula, conhecimento popular, resistência

Resumo

O presente trabalho é parte integrante da pesquisa: Narrativas Orais: Saberes e Fazeres da Arquitetura Vernácula em São Gonçalo do Rio das Pedras e entorno. A pesquisa está vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Estudos Rurais da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Apresenta-se uma reflexão sobre as interfaces do habitar e a relevância que materiais e processos ocupam. Evidencia-se uma crise em relação às construções e ao habitar. Atualmente a região tem vivenciado uma significativa alteração em relação a ocupação dos espaços e sua arquitetura.

1. INTRODUÇÃO

O presente artigo é parte da pesquisa as “Narrativas orais: saberes e fazeres da arquitetura vernácula na comunidade de São Gonçalo do Rio das Pedras-MG e entorno”. A pesquisa tem a finalidade de identificar as memórias que regem o saber e o fazer em relação ao labor, o papel da transmissão oral desses conhecimentos a ocupação dos espaços e principalmente verificar os conhecimentos empíricos, acerca do saber local sobre as construções de casas, espaços de trabalho e ranchos. O distrito de São Gonçalo do Rio das Pedras está localizado no município de Serro, no estado de Minas Gerais. O distrito faz parte da Serra do Espinhaço e está localizado no Alto Vale Jequitinhonha, data do século XVIII e tem aproximadamente 1.500 habitantes, de acordo com o IBGE (2010).

A arquitetura vernácula possui uma ligação vital com o local, sua base é alicerçada em materiais locais e se orienta também pelas condições locais de clima, espaço e organização social. Utilizam-se diferentes materiais que, com técnicas próprias, são beneficiados e aplicados de maneira manufaturada. O uso de materiais como pedras, madeiras, terra, bambu, fibras, envolve técnicas específicas a esses materiais e sobre tudo as que não necessitam de energia elétrica ou o uso de combustíveis fósseis. Em cada local existem seus recursos naturais inerentes ao ambiente e o fazer humano se constitui conforme existe a experimentação e multiplicação desses saberes. Que envolve o dizer (oralidade) e a ação aprendida e recriada.

Neste artigo apresenta-se uma reflexão sobre o a interface do habitar enquanto uma contribuição para se pensar a arquitetura vernácula da região e as dinâmicas vivenciadas atualmente em relação às construções e modos de vida. Evidencia-se uma crise em relação às construções e ao habitar. Atualmente a região tem vivenciado uma significativa alteração em relação a ocupação dos espaços e de sua arquitetura. Analisa-se a importância dos processos e das trajetórias em um tempo que verifica-se uma objetificação da vida e uma valorização da materialidade.

2. OBJETIVO

Apresentar uma reflexão teórica sobre o habitar e sua interrelação com os processos e materiais na arquitetura vernácula.

Refletir sobre os processos de transformação social diante das relações estabelecidas frente à globalização.

3. METODOLOGIA ADOTADA

Utilizou-se pesquisa bibliográfica e dados de campo da pesquisa Narrativas orais: saberes e fazeres da arquitetura vernácula na comunidade de São Gonçalo do Rio das Pedras e entorno, pesquisa em desenvolvimento na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), dados obtidos por meio de pesquisas bibliográficas, pesquisa participante com entrevistas semiestruturadas, caderno de campo, caminhadas etnográficas e registros fotográficos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Pode-se dizer que definir o que é Habitar não é tarefa simples; alguns pensadores desenvolveram reflexões acerca do habitar. Pretende-se aqui uma reflexão sobre alguns apontamentos filosóficos de Martin Heidegger (2002, 2014) e do antropólogo Tim Ingold 2012, 2015), ambos com um arcabouço teórico intenso.

O exercício que aqui se apresenta é um olhar em relação ao que expõe tais pensadores e o diálogo reflexivo que contribui para compreensão em uma perspectiva mais ampla, as construções com materiais locais em São Gonçalo do Rio das Pedras, que se pode chamar de arquitetura vernácula. São construções estabelecidas com técnicas que há muitos séculos estão presentes em diferentes culturas, e que utilizam dos recursos disponíveis onde se vive, como, por exemplo, a terra, a palha, a pedra, entre outros materiais. Segundo Weimer (2012), a arquitetura popular com materiais naturais é criativa, possui adaptabilidade, é dotada de simplicidade, plasticidade e possui vínculo com a natureza. Em São Gonçalo encontram-se variadas técnicas construtivas vernáculas como pau a pique, adobe, pedra seca, carpintaria rústica, uso de fibras naturais em forros, telhados, entre outros.

As construções vernáculas pressupõem um conhecimento autóctone, um envolvimento intrínseco entre ser humano e meio de vida. Analisa-se a seguir como o Habitar é possível a partir deste envolvimento e entendimento de unidade necessário para uma vida autônoma e dotada de essência.

Martin Heidegger (2014) pondera pontos muito interessantes em sua conferência em 1951, de nome “Construir habitar pensar” *(Bauen Wohnen Denken)*. Ele define que o habitar está intrinsecamente relacionado ao que ele chama de quaternidade (céu, terra, divindade e mortais), afirma que construir é, em si, habitar e que o lugar se difere de espaços, uma vez que lugares são habitados e espaços podem ser apenas extensões, caso não perpassem a quaternidade. Para Heidegger (2014) há uma crise tão grave quanto aos problemas maiores relacionados a habitações, é que a sociedade já não sabe mais habitar. Habitar para Heidegger (2014) está vinculado ao cuidar, ou seja, zelar, resguardar, demorar-se. Entende-se que a chave desse cuidar é no sentido de ter tempo.

A quaternidade resumidamente na colocação de Heidegger (2002) tem a terra como sustentação, a que frutifica, a da fauna, flora, das pedras e das águas. O céu como aquele que traz o sol, a lua, a passagem do dia, a claridade, a escuridão, as mudanças climáticas, estações, cores. Os divinos dão sinais de divindade e, através do sagrado, manifestam-se ou retiram-se. Os mortais são os homens que, em sua capacidade de morte como morte, estão entre a terra e o céu e diante das divindades. Para Heidegger (2014, p.3):

> Esta unidade dos quatro, chamamos de quaternidade. Os mortais estão na quaternidade ao habitar. O viés fundamental do habitar é o cuidar (zelar por). Os mortais habitam no modo como cuidam da quaternidade em sua essência[1]

[1] Tradução dos autores

Cuidar da quaternidade é estar com quaternidade, é compreender cada parte dessa unidade em sua essência, é respeitar e unir-se a quaternidade se entendendo como parte dela. Assim, a terra não é um fim para exploração, os tempos não devem ser invertidos e manipulados pelo relógio, dia é dia, noite é noite, cada estação é uma com potenciais diferentes. Para Heidegger (2014) deve-se compreender a terra como terra, céu como céu, as divindades como as divindades, ser capaz da morte como morte na sua essência. É cuidar da vida pelo que é, e não formatar pelo que não é. É preciso retomar a reflexão, quão ainda há de ligação com a quaternidade (terra, céu, divindades, mortais)? Em que medida afastou-se dela e da essência das coisas?

Diante desta maneira de compreender o habitar, Heidegger (2014) afirma que a autenticidade revela a essência, mantendo a autenticidade se habita, por assim estar preenchido de quaternidade. O habitar transcende o material. Observa-se isso mais a frente com as contribuições de Ingold (2015).

Habita-se muito além do que se constrói, o habitar não é restrito a construção, pode-se inclusive construir e não habitar e habitar sem construir. A construção vernácula pode-se dizer ser preenchida de essência e autenticidade. Dentro da visão de Heidegger (2014) habita-se “as coisas em sua essência” quando há vínculo, história, memória, vivência.

O autor cita como exemplo uma ponte, que atinge sua essência sendo apenas ponte, é autêntica e permite uma conexão com a quaternidade, uma vez que está envolta pela terra, céu, pelas divindades e mortais, assim permite essa conexão com a inteireza da ponte como ponte e ela permite habitar a quaternidade. Quando visita-se o cheiro do café, visita-se um “lugar”, lugar é diferente de espaço para Heidegger (2014) e não está geometricamente definido, mas pode também ser geometricamente definido ou estar na memória, pois está relacionado à essência desse lugar/coisa, o café ou a ponte. Ao habitar, demora-se nesse lugar. A ponte é esse lugar, que antes sem ela não era possível Habitar.

Heidegger (2002) analisa a partir da linguagem alguns verbos, de maneira a compreendê-los profundamente em seu sentido, construir por exemplo, significava habitar. Para Heidegger construir já é em si mesmo habitar, pois pode ser em si um lugar.

> ...enquanto não pensarmos que todo construir é em si mesmo um habitar, não poderemos nem uma só vez *questionar* de maneira suficiente e muito menos decidir de modo apropriado o que o construir de construções é em seu vigor de essência. Não habitamos porque construímos. Ao contrário. Construímos e chegamos a construir à medida que habitamos, ou seja, à medida que somos como aqueles que habitam *(*Heidegger, 2002, p.3)

Verifica-se aqui um ponto de encontro entre Heidegger(2002) e Ingold (2015), quando Ingold apresenta a importância vital dos processos, que severifica a diante, é exatamente o que Heidegger (2002) diz neste trecho. Enquanto não houver a compreensão de que não há uma separação, como por exemplo, aqui está o construir e alí está habitar, mas que ambos, estão em simbiose nos processos e não apenas pelas finalidades, só aí será possível entender que é pela quaternidade que haverá unidade. Um exemplo é dado por Heidegger (2002):

> Pensemos, por um momento, numa casa camponesa típica da Floresta Negra, que um habitar camponês ainda sabia construir há duzentos anos atrás. O que edificou essa casa foi a insistência da capacidade de deixar terra e céu, divinos e mortais serem, com simplicidade*,* nas coisas. Essa capacidade situou a casa camponesa na encostada montanha, protegida contra os ventos e contra o sol do meio-dia, entre as esteiras dos prados, na proximidade da fonte. Essa capacidade concedeu-lhe o telhado de madeira, o amplo vão, a inclinação íngreme das asas do telhado a fim de suportar o peso da neve e de proteger suficientemente os cômodos contra as longas tormentas das noites de inverno. Essa capacidade não esqueceu o oratório atrás da mesa comensal. Deu espaço aos lugares sagrados que são berço da criança e a "árvore dos mortos", expressão usada ali para designar o caixão do morto. (Heidegger, 2002, p.9)

Verifica-se que uma autêntica construção tem essência, a essência da quaternidade está na construção da casa do camponês, deixou-se habitar, abrigou a quaternidade nos processos, nos materiais, no fazer e nele mesmo, não se restringe especificamente a uma construção, ressaltando que não se habita apenas construções; o camponês demorou-se em cada processo, deu-se tempo para vivenciar, e habitou não porque construiu, como apontado anteriormente, só se pode construir por ter habitado. Observa-se mais profundamente o que Heidegger (2002) diz sobre essa unidade entre pensar e construir:

> O caminho de pensamento aqui ensaiado deve testemunhar, por outro lado, que o pensar, assim como o construir, pertence ao habitar, se bem que de modo diverso. Construir e pensar são, cada um a seu modo, indispensáveis para o habitar. Ambos são, no entanto, insuficientes para o habitar se cada um se mantiver isolado, cuidando do que é seu ao invés de escutar um ao outro. Essa escuta só acontece se ambos, construir e pensar, pertencem ao habitar, permanecem em seus limites e sabem que tanto um como outro provém da obra de uma longa experiência e de um exercício incessante (Heidegger, 2002, p.10)

O pensar e construir são necessários para se habitar, não separadamente, somente se inteiros, presentes em quaternidade, habitam, o habitar é potencializado e possível quando não há ruptura, é o que Ingold (2015) atenta quanto diz que não há rupturas, divisões entre material e imaterial, entre dois mundos, ou da mente sobre o corpo. Só percebendo que não há rupturas e não estando à parte da quaternidade é que pode-se habitar, demorar-se na jornada. Existe um diálogo mais nítido entre as ideias de Heidegger (2002, 2014) e Ingold (2012, 2015), pois ambos verificam que a plenitude e a essência só existem quanto há então unidade. Ingold (2015) contribui com outro olhar interessante, chamando atenção para a percepção, suas referências partem de Gibson e de Merleau-Ponty.

> Ser sensiente, ao contrário, é abrir-se ao mundo, render-se ao seu abraço, e ressoar em seu ser interior a suas iluminações e reverberações. Banhado na luz, submerso no som e arrebatado em sentimento, o corpo senciente, ao mesmo tempo percebedor e produtor, traça os caminhos do devir do mundo no curso mesmo da contribuição para a sua contínua renovação. Aqui certamente, repousa a essência do que significa habitar (Ingold, 2015, p.38)

Nas colocações de Ingold (2015) entende-se o habitar como caminhada, ser percebedor e produtor é viver sua jornada com consciência de unidade, é fazer o habitar, sendo o habitar, através do habitar, é a quaternidade não separada, mas presenciada em cada coisa, como ela é. Para Ingold (2015), cada um tem sua essência e seu próprio movimento, como um feixe linhas, que está em constância e nessa constância que a vida se faz.

É para Ingold o percurso, o principal, a jornada é que interessa, o caminho e não as projeções, idealizações ou finalidades que importam. Esse pensamento de Ingold (2015) está em oposição a um pensamento muito comum de enxergar tudo e todos já prevendo, idealizando os resultados. Uma questão que interessa, trazida por Ingold (2015, p.26) é o que ele chama de “perspectiva do habitar”, “...uma maneira de superar a divisão arraigada entre “dois mundos” da natureza e da sociedade, e de reinserir o ser humano e o devir no interior da continuidade do mundo da vida”, para ele o mundo como um todo está em mesma instância, comungando as possibilidade deste.

Ingold (2015) também se coloca em uma forte reflexão sobre construção e habitação, relata que foi estimulado por Marx a essas reflexões, ao pensar as relações diretas e indiretas da produção, e não Heidegger, embora Heidegger (2014) tenha inspirado suas reflexões sobre o habitar. Ingold (2015) chegou à algumas conclusões, uma delas diz:

> Criticamente, então, a habitação não é meramente a ocupação de estruturas já construídas: não está para a construção como o consumo está para a produção. Significa antes essa imersão dos seres nas correntes do mundo da vida, sem a qual atividades como concepção, construção e ocupação simplesmente não poderiam acontecer. (Ingold, 2015, p.34)

Para Ingold (2015) essa perspectiva não está relacionada apenas a meios e fins, e tem uma atenção especial, compreendendo o processo sobre o produto, para ele isso não nega que

se constroem coisas, mas é uma maneira de entender construção por uma perspectiva de processo, o que difere do que ele chama de perspectiva da construção que estaria presa ao modelo de produção em que se busca apenas atingir um resultado idealizado. Na perspectiva da habitação o processo de trabalhar os materiais, não se esgotando em somente produzir, vai além de idealizar e materializar. Abaixo uma explicação complementar interessante realizada por Ingold (2015):

> ...a perspectiva da habitação situa o tecelão no meio de um mundo de materiais, que ele, literalmente, extrai ao produzir o trabalho. Ele é, a este respeito, um produtor, no sentido original do termo. Através desta última perspectiva esperei mudar a antropologia geral, e o estudo da cultura material em particular, para longe da fixação com objetos e imagens, e em direção a uma melhor apreciação dos fluxos materiais e correntes de consciência sensorial nos quais tanto as ideias como as coisas tomam forma reciprocamente. (Ingold, 2015, p.35)

Aqui mora uma chave de contribuição de Ingold (2015): atentar aos materiais e aos processos e dedicar atenção no percurso e não no ponto final. Analisa-se que Heidegger (2014) também está alertando desse ponto quando diz que a crise é não saber Habitar, isso porque se idealiza mais do que se realiza, e é o fazer, o trabalho, os processos, que permitem habitar e estar na essência das coisas.

Pode-se verificar nas imagens abaixo aspectos da arquitetura vernácula que apresenta-se em São Gonçalo, bem como seu diálogo com a quaternidade a partir de seus elementos e processos implicados.



Figura 1:Elementos simbólicos (crédito: M. Maharishi)



Figura 2: Fazenda companhia (crédito: M. Maharishi)



Figura 3: Forno de farinha (crédito: M. Maharishi)



Figura 4: Dona Marilene, ao pé do fogão (crédito: M. Maharishi)

No trajeto do pensamento apresentado por Ingold (2015), o autor faz uma leitura dedicada sobre a relação ocidental com a modernidade; no capítulo “A cultura do chão: o mundo percebido através dos pés”, Ingold (2015) discorre sobre bipedismo do humano, botas e sapatos e como o processo civilizatório foi limitante ao corpo, a mente e ao sensorial, através da opressão dos pés, valorização do sedentarismo e meios de locomoção que independem do caminhante. Seria essa opressão, fruto de um mundo moderno que se faz pronto, dado, onde tudo está facilitado para não se/si pensar integralmente.

Ingold (2015) relata como andar a pé foi ridicularizado no ocidente dentro do processo civilizatório, sempre colocado à margem, e tachando de menor valor. Assim como demais atividades ligadas ao que é chamado de “primitivo”. Ingold (2015, p.74) diz que “Graças a suas mãos e suas botas pesadas o homem civilizado, ao que parece, é cada centímetro um cientista em cima, mas uma máquina em baixo.” Tanto as botas quando as estradas pavimentadas que Ingold (2015) relata, distanciam da vivência com processos e inteireza corpórea.

Porque tirar do homem/mulher seu andar, seu contato com a terra? Na arquitetura vernácula autêntica não se faz uma casa de barro calçado, é preciso pisar o barro, senti-lo com os pés, é preciso agachar-se, movimentar-se, essa casa não acontece sem ser vivenciada em seu processo. E qual a origem desse trabalho? É “primitiva”, e a “civilização” quer ignorar o “primitivo” escondê-lo objetificando o mundo. Houve distanciamento das possibilidades do fazer, que estão ligadas ao trabalho com os materiais, algo que está relacionado com a história e cultura, mas a parte da história e cultura que se tenta, a muito custo, apagar-se.

Em o “Manual do arquiteto descalço”, Van Lengen (2014), ao contrário, mostra-se o registro da riqueza e diversidade que existe nos “pés descalços” quando se trata de construções pelo mundo; o livro expõe tamanha sabedoria dos conhecimentos endógenos e autóctones. Os pés descalços representam, na verdade, a sabedoria do Habitar. Para Ingold (2015, p.90) “...poderia ser dito que andar é uma atividade altamente inteligente. Essa inteligência, no entanto, não está localizada exclusivamente na cabeça, mas é distribuída por todo o campo das relações compostas pela presença do ser humano no mundo habitado”.

A civilização podou o ser humano de sua essência. Priorizaram-se sentidos em detrimento de outros, partes do corpo em detrimento de outras, botas ao invés dos pés descalços. Criou-se uma ruptura sensitiva, as possibilidades mais potentes do corpo foram ignoradas, parou-se de explorar através do corpo. Tudo está previsto, encaixado, não é preciso mais pensar com o corpo. É esse o alerta de Ingold (2015, p.94) “...nossos primeiros antepassados não deram passos largos sobre a terra com botas pesadas, mas caminharam sobre ela levemente, com destreza e, principalmente, com os pés descalços.”

Para se pensar as construções com materiais locais, arquitetura vernácula, adentra-se agora a um mergulho intenso de Ingold (2015), em que o autor convoca atenção aos materiais. O que seria essa atenção em materiais? Ingold (2015) notou que muita atenção foi dada ao material e materialidade enquanto um divisor de águas entre um universo e outro, não se compreendeu os materiais e seus processos e os processos sobre a produção, priorizou-se a perspectiva de consumo. Para Ingold (2015) não há dois universos ou divisões, no trecho seguinte é possível compreender o que Ingold(2015) tem a dizer sobre *o caminho*:

> Conforme as pessoas, no curso de suas vidas cotidianas, fazem o seu caminho a pé por um terreno familiar, assim os seus caminhos, texturas e contornos, variáveis através das estações do ano, são incorporados em suas próprias capacidades corporificadas de movimento, consciência e resposta. (Ingold, 2015, p.90)

O autor discorre sobre a importância dos fluxos de materiais e suas transformações, e alerta da necessidade de parar de transformar coisas em objetos. De acordo com Ingold (2015), os materiais são ativos, mas foram reduzidos a objeto, e conduzidos a ser uma matéria morta, o que não são em essência. O mental, para ele, não é separado do material, o processo sobre a produção é como o mental sobre o material, mas não como divisões, e sim como amplitudes, como ele mesmo diz transborda, vaza, não está confinado; os materiais não estão confinados, assim como a mente não está confinada ao corpo. Para Ingold (2015) corpo, mente, materiais, estão assim diluídos no mundo, entrelaçam-se, e transbordam. Um mundo concreto, cristalizado em que nada flui, objetificado, se assim o fosse não haveria vida. Sobre os materiais, Ingold (2015, p.67) afirma:

> Ao falar do mundo dos materiais, em vez de o mundo material, o meu propósito tem sido o de escapar dessa oscilação, tanto devolvendo as pessoas ao lugar que pertencem, dentro do *continuum* da vida orgânica, e reconhecendo que esta vida mesma sofre contínua geração em correntes de materiais.

O trabalho com os materiais, o conhecimento experimental das coisas em si, é o conhecer os materiais em seu fluir, o que torna especialmente intrigante as construções com materiais locais, é esse conhecer em especial, os fluxos, misturas, texturas, lugares, que fazem, a partir da ação, uma percepção expandida que não se divide em material e imaterial, transitivo ou intransitivo, em nenhum dos dados de entrevistas da pesquisa Narrativas orais: saberes e fazeres da arquitetura vernácula na comunidade de São Gonçalo do Rio das Pedras e entorno, obtidos sobre construções com materiais locais em São Gonçalo do Rio das Pedras, não se verifica a separação entre material e imaterial nos depoimentos.

Analisa-se pelos dados que a terra de cor branca, conhecida regionalmente como tabatinga, não é enquanto material argiloso desvinculado de seu cheiro ou de sua brancura, não é ainda desvinculado do trabalho que se tem com ele. Esta terra é em si esse todo, não começa aqui ou termina ali. Ingold (2012, p.27) inspirado nas colocações de Deleuze e

Guatarri afirma "...defenderei que esse foco nos processos vitais exige que abordemos não a materialidade enquanto tal, mas os fluxos de *materiais*."

Nada é só duro ou mole, instável ou estável, o mundo não é divisível em dois mundos, nem sobre o aspecto animal - homem como disse Ingold (2015), e nem sobre as coisas ou sobre o mundo como mundo. Ingold (2012) põe-se perplexo sobre como conseguimos criar um mundo de objetos, estático e preso, se no tocante da vida o importante é o percurso e não os fins. É também a observação de Heidegger (2014) quando diz que é preciso aprender a Habitar, ora, se tudo for objetificado como Habitar será possível? No trecho seguinte Ingold (2012) fala dessa perspectiva:

> Embora nós possamos *ocupar* um mundo repleto de objetos, para o ocupante os conteúdos do mundo parecem já se encontrar trancados em suas formas finais, fechados em si mesmos. É como se eles tivessem nos dado as costas. *Habitar* o mundo, ao contrário, é se juntar ao processo de formação. E o mundo que se abre aos habitantes é fundamentalmente um *ambiente sem objetos* – numa palavra. (Ingold, 2012, p.31)

Cada vez mais na construção civil o que se tem industrialmente buscado é a previsão, estabilidade, padronização, busca-se algo fixado, premeditado nos seus por menores, não pelo cuidado do trabalho, mas pela insistência em objetificar a vida, através de uma construção, e de certa maneira amarrá-la a uma forma. Mas os construtores que se dedicam ao trabalho autêntico com materiais locais, encontram sua fluidez e assim como a planta rompe o asfalto em um exemplo dado por Ingold (2012), insiste em nascer, pois está no fluxo da vida, o construtor trabalhador de materiais encontra a seu modo, como um experimentador, uma forma de fluir dos materiais na construção. Para Ingold (2012) nesse tipo de relação trabalho e materiais, há consciência e participação sensorial, porquê há uma prática ligada à habilidade e memória, além de uma concentração única na relação com os materiais, para o autor o gestual empregado que gera as estórias através dessas práticas com processos.

Nas construções vernáculas encontradas na região, classifica-se como "mescla" misturas entre diferentes formas de construções e materiais, por exemplo, uma parede de adobe, ganha um reboco de cimento, passou por processos diversos, que acontecem justamente porque não há nada estático e protegido ou particularizado o suficiente para não se atingir, se atingir é uma condição neste mundo, ser atingido pelo outro, pelo vento, pela loja, pelos pensamentos, pelo cimento, ser atingindo é parte da simbiose em que a humanidade se encontra. Os espaços para os materiais na modernidade e nas teorias segundo Ingold (2015) estão reduzidos, mas os materiais também vazam, transbordam e embora haja muito movimento para o apagamento dos materiais, eles estão aí resistindo, e existindo no *continuum* da vida, eles se fazem presente, pois habitam.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Alteram-se as maneiras de lidar com a vida, os meios de produção, os espaços geográficos, a economia, o trabalho, as relações sociais e também a maneira de se construir. Verifica-se que alterar a maneira de construir é interferir diretamente em uma cultura e em seus processos internos. A problemática que circunda a alteração nos meios de produção relacionados às construções vernáculas são muitas, entre elas a propriedade privada, a expropriação de terras, a industrialização, a concentração de capital, os preconceitos, a especialização do trabalho, e a manipulação midiática.

As situações elencadas alteram as dinâmicas de vida. Constituíram como estratégia, um mercado de construção civil baseado em materiais externos, fabricados em grandes complexos industriais, em larga escala e ambientes controlados, com base em energias não renováveis. Alimentou-se assim um mercado que, em consequência, alimentaria outros setores mercadológicos. Visaram uniformidade, homogeneização e produção em série. A mídia, por sua vez, disseminou esses materiais e processos industriais como os mais adequados e melhores.

Com o advindo industrialização, modernização e da globalização muitas comunidades que detinham maior autonomia em seus modos de vida, modos de reprodução e modos de produção foram afetadas por esses processos. Os processos de transformação foram abruptos e muitos saberes, informações e relações sociais perderam-se, mas mesmo no enfrentamento desses desafios muitas comunidades acionaram a capacidade de transformação e adaptação, mostraram-se resilientes e resistentes nesse processo criando novas formas de interação com os processos globais e industriais.

Esses processos não se deram de maneira uniforme, assim algumas comunidades mantêm-se com sua arquitetura vernácula mais ou menos mista em relação a materiais externos, ou mais ou enos espacializada se considerar a migração. Encontrar e compreender as relações que se estabeleceram frente as mudanças advindas da modernização torna-se chave de compressão das histórias e culturas existentes na sociedade.

É preciso valorizar os conhecimentos endógenos, os saberes empíricos, esse conhecimento que constitui o ser humano enquanto povo. Alguns processos atuais controladores, focados nas relações de capitais e sabotam a capacidade de articulação social, capacidade essa revelada nos processos endógenos, de conhecimentos empíricos, que se constituem em outra lógica de pensamento em que o capital não é centralidade, mas sim a capacidade resiliência comunitária.

Verifica-se que os saberes e fazeres em relação às construções vernáculas precisam de atenção, seus processos e métodos; a capacidade de narrar, como alertou Benjamim (1994), tem sido diluída; a capacidade de experiência frente a globalização tem sido também diluída e torna-se frente à esses desafios essencial que se tenta utilizar de outros métodos de reprodução para garantir a experiência, a informação, e a continuidade de um saber revelador em termos de resiliência nos tempos atuais.

É preciso pensar uma casa como um organismo vivo, um ambiente que permita o fluxo de materiais, o fluxo da quaternidade, mas só é possível se perceber também enquanto fluxo da condição humana. Em pleno mundo moderno ocidental vive-se sem dúvida uma relação dicotômica com os ritmos e percepção da vida, em que a atenção distanciou-se dos processos, do fazer, está-se terceirizando não somente demandas, mas também o modo de viver. É urgente habitar-se em primeiro lugar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Benjamim, W. (1994) Walter. Magia e técnica, arte e política. Ensaios sobre literatura e história da cultura. Obras Escolhidas, v. Ed. Brasiliense. 7ºed – São Paulo.

Heidegger, M. (2002). Ensaios e conferências. Petrópolis: Vozes.

Heidegger, M. (2014). Construir, habitar, pensar. Fotocopioteca. n.39. Disponível em <http://www.lugaradudas.org/archivo/publicaciones/fotocopioteca/39_heidegger.pdf>

IBGE (2010). Censo 2010. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

Ingold, T. (2012). Trazendo vida às coisas: emaranhados criativos em um mundo de materiais. Porto Alegre: Horizontes Antropológicos, v. 18, n. 37, p. 25-44.

Ingold, T. (2015). Estar Vivo: Ensaios sobre movimento, conhecimento e descrição. Ed.Vozes.

Van Lengen, J. (2014). Manual do arquiteto descalço. São Paulo: B4 Editores.

Weimer, G. (2012). Arquitetura popular brasileira. São Paulo: Martins Fontes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem especialmente a Comunidade de São Gonçalo do Rio das Pedras, ao Programa de Pós-graduação Interdisciplinar em Estudos Rurais – PPGER/UFVJM, à Pós reitoria de pós graduação – PRPPG/UFVJM. Agradecem o apoio da bolsa institucional da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri e ao apoio da FAPEMIG - APQ 02707-14/2014. Os autores manifestam carinho e gratidão a todos e a todas que de alguma maneira contribuíram para a construção deste trabalho.

AUTORES

Mayan Maharishi, mestranda em estudos rurais e especialista em ensino de artes visuais, educadora do campo; terapeuta holística; colaboradora no projetos Sementes, Agriculturas e soberania alimentar e pesquisadora no Núcleo de Agroecologia e Campesinato – NAC/UFVJM. Associada, gestora de núcleo no Instituto de Permacultura Ecovida São Miguel; Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/0226055723809672

Marivaldo Aparecido de Carvalho, doutor e mestre em Sociologia. Tem experiência na área de Antropologia, com ênfase em Etnologia Indígena e estudos de população rural; professor na graduação e no mestrado profissional em saúde, sociedade & ambiente e mestrado acadêmico estudos rurais - PPGER, ambos na UFVJM; coordenador do grupo de pesquisa GEPIMG; Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/3247843316807952

VALORIZAÇÃO DO PATRIMÔNIO CONSTRUÍDO COM TERRA: ANÁLISE DE EDIFICAÇÃO DE ADOBE EM PEDRO II, PIAUÍ

Regina Ângela Mattaraia Delmonaco[1]; Wilza Gomes Reis Lopes[2]; Karenina Cardoso Matos[3]

Cuso de Arquitetura e Urbanismo, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Piauí, Brasil

[1]re.mattaraia@ufpi.edu.br; [2]wilzalopes@hotmail.com; [3]kareninamatos@hotmail.com

Palavras-chave: arquitetura de terra, paisagem, patrimônio

Resumo

Os portugueses trouxeram e difundiram as técnicas de construções com terra no Brasil, sendo encontradas inúmeras dessas construções no nordeste brasileiro. A cidade de Pedro II, situada no estado do Piauí, a 200 km de Teresina, possui um conjunto arquitetônico de casas em adobe, que datam de fins do século XIX e meados do século XX, que merece ser estudado e preservado. Neste trabalho apresenta-se descrição e análise de uma construção executada em adobe, situada na Praça Domingos Mourão Filho, em Pedro II, enfocando os materiais empregados, técnicas construtivas, funcionalidade de seu espaço, alterações e ampliações ao longo dos anos e patologias existentes. Para isso, foi realizado levantamento bibliográfico para definição das características da edificação colonial, pesquisa histórica e iconográfica no IPHAN, visita ao local para documentação fotográfica, entrevista com os moradores e observações "in loco". As informações coletadas foram classificadas segundo a relevância, sendo agrupadas em: vedações, portas e janelas, revestimentos e acabamentos, estrutura do telhado, cobertura, distribuição dos cômodos, instalações e patologias. Esta edificação, de função residencial, apresenta paredes de adobe externas de 60 cm e internas de 35 cm de espessura, esquadrias de madeira, cobertura com estrutura de madeira e telha cerâmica. Sofreu poucas alterações em seu interior, mais notadamente nos revestimentos de piso e nos tipos de forro. A área externa passou por ampliações, em que foi usado material convencional, constando-se, ainda, patologias nos muros de pedra, que fazem a divisa do terreno. O casario colonial, construído em adobe em Pedro II, agrega saberes tradicionais, além de preservar a paisagem histórica local. Estas edificações centenárias, tendo como exemplo a residência estudada, confirmam a durabilidade das construções em terra e sua versatilidade. E ainda, estão ligadas ao patrimônio cultural da cidade, sendo valorizadas por seus habitantes.

1. INTRODUÇÃO

As técnicas construtivas em terra, além de utilizarem materiais renováveis, são simples de serem executadas, não necessitando de ferramentas elaboradas, sendo esta simplicidade, aliada à sua abundância, que permite a terra impor-se como importante material de construção. Destaca-se a importância de preservar o patrimônio cultural, representado pelas edificações existentes em cidades coloniais que englobam técnicas e materiais diversos dependendo de cada região.

Entre tais técnicas, é possível destacar aquelas que utilizam a terra como material de construção, cujo “saber fazer”, conhecimento antes, passado de geração a geração, vem sendo esquecido, a partir da chegada de novos materiais. São conhecidas diversas técnicas construtivas utilizadas na construção com terra, podendo se observar a predominância, na América Latina, de três delas, a taipa de mão, taipa de pilão e adobe, que, também, foram as mais usadas em terras brasileiras.

A construção com terra foi muito utilizada no Brasil, principalmente durante o período colonial, sendo possível identificar muitas edificações executadas com este material, em várias cidades brasileiras. Em algumas dessas cidades seu casario histórico, cuja maioria das edificações é de terra, encontra-se preservado como é o caso de Tiradentes e Ouro Preto, em Minas Gerais, e São Luiz do Paraitinga, em São Paulo.

As técnicas mais utilizadas nas construções em terra, no estado do Piauí, foram o adobe e a taipa de mão. É possível encontrar o adobe em praticamente todo o patrimônio construído de suas cidades históricas, enquanto que, a taipa de mão é utilizada em construções mais simples. Para Dias (2009), cidades como Parnaíba, Pedro II, Amarante e Piracuruca, além de Oeiras, primeira capital do estado, que tiveram origem no período da colonização do estado, apresentam patrimônio construído e cultural representativo, sendo que, em muitas destas construções foi utilizado o adobe.

A cidade de Pedro II, localizada acerca de 207 km de Teresina, capital do estado do Piauí, destaca-se por manter preservada grande parte de sua arquitetura colonial e, ainda, seu traçado urbano original. A maioria das construções do centro da cidade mantém sua arquitetura bem conservada, sendo utilizada pela população local, como moradia ou como locais de serviço e de comércio. De acordo com Silva Filho (2008), a preservação desse centro foi possível graças a sua localização distante das principais vias comerciais.

As casas existentes no entorno da Praça Domingos Mourão, centro histórico da cidade, apresentam a mesma escala e características, estando integradas com as demais edificações existentes nas outras ruas, que contornam a praça, com exceção da Igreja, cuja reforma deu-lhe característica contemporânea. A maioria dessas edificações foi construída com adobe, vínculo com a cultura e identidade locais, reconhecidas como construções históricas da cidade, sendo motivo de orgulho de seus moradores.

Goodey (2002, p.135) enfatiza a importância do conhecimento e divulgação das edificações históricas, destacando que “são importantes por causa de sua idade, origem, métodos construtivos, particularidades de detalhes e evolução do uso ao longo do tempo. Constituem, na verdade, o elo mais óbvio entre o presente e o passado”.

Neste trabalho apresenta-se descrição e análise de uma construção executada em adobe, situada na Rua Domingos Mourão Filho, em Pedro II, Piauí, pertencente à família Leite, enfocando os materiais empregados, técnicas construtivas, funcionalidade de seu espaço, alterações e ampliações ao longo dos anos e patologias existentes.

Para isso, foi realizado levantamento bibliográfico para definição de características presentes nas edificações do período colonial, pesquisa histórica e iconográfica no IPHAN, visita ao local para documentação fotográfica, entrevista com os moradores e observações realizadas no local.

2. O MUNICÍPIO DE PEDRO II

Em contraposição ao que ocorreu nos demais estados do Nordeste, em que prevalecia a cultura canavieira, o povoamento do estado do Piauí teve início a partir da prática da pecuária extensiva, na segunda metade do século XVII. Segundo Alves (2003, p. 58), os primeiros colonizadores do Piauí tinham origem no sertão do estado da Bahia, ligados à família Ávila, fundadores e responsáveis pela Casa Torre, “cujo principal objetivo era financiar aventureiros, um misto de apresadores de índios e conquistadores de terras destinadas à pecuária, para que eles desbravassem os Sertões”.

De acordo com Barreto (1938), muitas sedes de fazendas do Piauí foram construídas neste período, utilizando-se a terra como material de construção. Posteriormente, foram criadas várias vilas e povoados, que deram origem às primeiras cidades piauienses, como Oeiras, Amarante, Piracuruca e Pedro II, que possuem importante acervo arquitetônico, com muitas edificações de terra, principalmente de adobe.

A cidade de Pedro II foi fundada no final do século XVIII, se desenvolvendo em torno de uma pequena capela, consagrada a Nossa Senhora da Conceição. Foi chamada inicialmente de Piquizeiro, tendo recebido a denominação atual, em homenagem a Pedro II, Imperador do Brasil, após seu desmebramento do município de Piracuruca, em 1854. Sua população, pelo censo de 2010, correspondia a 37.496 habitantes, em área de 1.518,23 km², com densidade demográfica de 24,70 hab/km² e com mais de 23.000 pessoas vivendo na zona urbana (IBGE, 2011).

Considerado um dos mais importantes municípios do Piauí, pertence à Mesorregiao do Centro Norte Piauiense e à Microrregião de Campo Maior, tendo sua sede, a altitude média de 603,00 m, acima do nível do mar, apresentando coordenadas geográficas de 04º25'29", de Latitude Sul e 41º27'31", de Longitude Oeste (Aguiar; Gomes, 2004).

A importância do município, para o Estado, está relacionada tanto ao patrimônio histórico de construções existentes, como pelo atrativo turístico que possui embasado em várias atividades. É conhecido como a Suíça piauiense, devido as "suas temperaturas amenas, que variam de 20 a 30ºC, bem diferente da capital do Piauí, Teresina, que possui média de 38°C" (Santos; Bezerra, 2014, p. 127). O município atrai muitos visitantes, devido, além da beleza de suas paisagens naturais, também pela extração de opala, importante pedra semipreciosa, característica da região, e ainda, pelo Festival de Inverno, que vem ocorrendo sempre em junho, desde 2004.

O Festival de Inverno é tido, segundo Macedo (2017, p. 16), como "um dos eventos culturais mais conceituados do Norte/Nordeste que conta com a participação de atrações musicais de nomes consagrados nacional e internacionalmente do Jazz e Blues, Pop e MPB, entre outros ritmos". Este evento tem contribuído para o desenvolvimento da cidade e, consequentemente, induzido o aumento do número de turistas possibilitando o conhecimento e a divulgação de seu patrimônio histórico e cultural.

O município de Pedro II também é conhecido pela presença de minas de opala, importante pedra semipreciosa, característica da região. A opala é considerada "raríssima pedra preciosa que reflete as cores do arco-íris, fascinando joalherias internacionais. Esse mineral representa importante produto de sua economia, sendo consideradas as mais belas e puras encontradas em todo o solo brasileiro" (Vieira; Lima; Viana, 2012, p. 7).

Para Gomes e Costa (1994, p. 81), o Brasil se destaca, também, na produção de opala, em nível mundial, cuja extração ocorre, "em sua grande totalidade em uma única região, situada nos arredores da cidade Pedro II, no Estado do Piauí. Sua resistência ao calor e sua dureza relativamente elevada tornam-na uma gema sem similar no mercado, competindo com as opalas australianas".

O município de Pedro II se sobressai, ainda, por apresentar importante conjunto arquitetônico, que faz parte do patrimônio histórico e cultural do Piauí, fazendo parte das cidades em estudo para tombamento como Centro Histórico, pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN).

3. AS CONSTRUÇÕES HISTÓRICAS PEDRO II

Entre os objetivos do IPHAN está a preservação e valorização de centros históricos das cidades brasileiras, realizando várias ações e programas para este fim. Entre estes, destaca-se o Programa Monumenta, que tem apresentado resultados expressivos em várias cidades do país. Em 2008, foi divulgado mapa com as Cidades Históricas até 2000 e Cidades Históricas, após 2000 e, ainda, as cidades com processo de tombamento de Sítios e Conjuntos Urbanos nas quais se encontra Pedro II. No Piauí, a cidade de Oeiras aparece na lista de cidade tombada até 2000, enquanto que as cidades Paranaíba, Pedro II, Piracuruca e Amarante encontram-se listadas como Cidades com Processo de Tombamento de Sítios e Conjuntos Urbanos (IPHAN, 2008).

Com o intuíto de tombamento do patrimônio material de cidades do Piauí, foi elaborado, em 2008, pelo arquiteto Olavo Pereira da Silva Filho, um Dossiê para proteção dos sítios históricos de Campo Maior e Pedro II. Na análise de Pedro II, foram enfocadas 43 edificações situadas na Praça Domingos Mourão e seu entorno. O levantamento compreendeu análise morfológica da área e suas transformações urbanas, análise dos edifícios comerciais e residenciais de interesse patrimonial, as técnicas construtivas empregadas e o mobiliário. Foram feitas fichas de inventário de acordo com modelo do IPHAN, mapas tipológicos e perfis, além de salientar os aspectos legais (Silva Filho, 2008).

As primeiras casas da cidade de Pedro II encontravam-se no então chamado Largo da Matriz, hoje Praça Domingos Mourão (figura 1). São casas construídas sem recuo, chegando até as divisas, tanto frontal, quanto laterais dos lotes. Esta configuração era comumente utilizada no período colonial, também influenciada pelas tradições urbanísticas portuguesas, em que "as vilas e cidades apresentavam ruas de aspecto uniforme, com casas térreas e sobrados construídos sobre o alinhamento das vias públicas e sobre os limites laterais dos terrenos" (Reis Filho, 2000 p. 22).

Para Silva Filho (2008, p. 11), esta configuração de casas ao redor da praça com a igreja na cota mais elevada caracteriza as primeiras vilas fundadas na Capitania de São José do Piauhy e "encerra referência no urbanismo lusitano do século XVI".



Figura 1: Casario histórico situado no entorno da Praça Domingos Mourão Filho e agência da CEF (Crédito: W. Lopes, 2018)

Silva Filho (2008, p. 12), ao analisar essas casas geminadas, afirma que, "a paisagem de Pedro II projeta as influências, condicionantes e determinações de casas agarradas umas às outras por um mesmo objetivo de solidariedade e interdependência", configurando, dessa forma, uma relação física e social. Como exemplo dessa interdependência, têm-se cinco casas da Rua Domingos Mourão, de números 505, 515, 525, 535 e 539, que pertencem à mesma família Mourão.

Dentre estas construções de adobe, da Rua Domingos Mourão, tem-se, como exceção, o edifício vizinho à construção estudada, situado na esquina com a Rua Tertuliano Filho, que foi construído em 2012, para funcionar como sede da CEF (Caixa Econômica Federal). Para esta edificação, foi utilizado alvenaria de tijolo cerâmico, porém mantendo as características do conjunto arquitetônico (figura 1).

A família Mourão se refere a uma das mais antigas e conhecidas famílias da cidade de Pedro II, dando nome à praça central da cidade (Domingos Mourão Filho), e à rua em frente à praça, denominada Domingos Mourão. Tanto o pai, Domingos Mourão, como seu filho, Domingos Mourão Filho, foram muito atuantes na vida da cidade, participando ativamente da política de Pedro II, o que contribuiu para as homenagens recebidas (Pereira, 1991). É no entorno desta praça que estão localizadas várias construções históricas, que, em sua maioria, foi utlizado o adobe.

4. ANÁLISE DA CASA DA FAMÍLIA LEITE

A edificação que pertence à família Leite está localizada na Rua Domingos Mourão, nº 549, no entorno da Praça Domingos Mourão Filho, inserida em um conjunto de construções executadas em adobe, que caracterizam este quarteirão, correspondendo às construções mais antigas da cidade (figura 2).



Figura 2: Localização da residência da família Leite, em Pedro II
(Google Earth, 2017. Editado pelas autoras)

Segundo Silva Filho (2008), as edificaçõe no entorno da Praça Domingos Mourão foram construídas entre o final do século XIX e primeiro quartel do século XX, a casa da família Leite possui estilo tradicional e, como observado por Brito (2015, p.15), o estilo colonial foi tão difundido no Piauí que mesmo após a independência do Brasil, continuou sendo utilizado na construção das edificações e por isso é chamada de estilo tradicional.

Construída no final do século XIX por José Leite, abastado fazendeiro de Pedro II, servia de moradia para finais de semana e festas, pois a criação de gado, fonte de renda do proprietário era desenvolvida na fazenda. Reis Filho (2000, p.30) afirma que "Construídas para acomodar apenas em dias de festas os moradores das fazendas, as vilas e cidades menores tinha vida urbana intermitente." Atualmente a casa abriga a quinta geração da família Leite.

Como todo o casario do quarteirão, foi construída em adobe com paredes externas de 60 cm e paredes internas de 30 cm (figura 3). O uso do adobe foi muito comum no município, sendo encontrados vários exemplos na cidade, embora já não mais se encontre adobeiros na região. A edificação apresenta na parte inferior da fachada principal, e na área correspondente à varanda, um barrado de pedra, com verniz impermeabilizante, para proteger da água de chuva, segundo os moardores.

Em relação ao revestimento da edificação, as paredes são todas rebocadas com argamassa de terra e cal. As correções, quando necessárias, são feitas com uma mistura de terra, cal, óleo e uma pequena quantidade de sal e feitas por mão de obra local, porém, segundo a moradora, esta mão de obra, que conhece o trabalho com terra, está se tornando escassa.



Figura 3: Edificação de adobe pertencente à família Leite. (Crédito: R. Delmonaco, 2018)

As esquadrias em madeira de lei, também, são originais do projeto. É possível supor, observando fotos de diversas edificações vizinhas da época que, originalmente, suas esquadrias mostravam a madeira natural, sendo apenas enceradas. Atualmente, são pintadas com esmalte brilhante e encontram-se em ótimo estado de conservação. O piso, originalmente de ladrilho hidráulico, foi substituído por piso cerâmico.

Observa-se na planta baixa (figura 4) que, as aberturas das salas são voltadas para a rua e as aberturas voltadas para os fundos iluminam e ventilam os locais de refeição, de estar da família e de serviços. Os dormitórios localizam-se entre estes dois setores iluminados, mas, por ser a edificação construída sobre as divisas laterais, não possuiam ventilação e iluminação naturais. A circulação é feita por um corredor que liga a rua à área dos fundos.

Ao comparar o que afirma Reis Filho (2000, p. 24), em relação à distribuição dos cômodos de casas urbanas típicas do período colonial encontradas em São Paulo e Minas Gerais, e a casa da família Leite em Pedro II, interior do Piauí, verifica-se a mesma distribuição de cômodos.

> As salas da frente e as lojas aproveitavam as aberturas sobre a rua, ficando as aberturas dos fundos para a iluminação dos cômodos de permanência das mulheres e dos locais de trabalho. Entre estas partes com iluminação natural, situava-se as alcovas, destinadas à permanência noturna e onde dificilmente penetrava a luz do dia. A circulação realizava-se, sobretudo em um corredor longitudinal quem em geral, conduzia da porta da rua aos fundos. Esse corredor apoiava-se a uma das paredes laterais ou fixava-se no centro da planta, nos exemplos maiores.

As construções em adobe do período colonial possuiam paredes internas à meia altura e telhas vãs como se pode observar no corte esquemático da figura 4. Estas soluções permitiam a circulação do ar, arejando os cômodos centrais, neste caso, os dormitórios, que não possuem aberturas para o exterior.

Como é possível encontrar em outras construções desta época, observa-se, próximo à cumeeira, a existência de telhas de vidro, que substituíram parte das telhas cerâmicas, com o objetivo de iluminar a parte central da edificação (figura 5). Também na mesma foto, à esquerda, pode-se observar parte do pilar em adobe, que apresenta dimensões de 60 cm x 60 cm, auxiliando no suporte das cargas do telhado principal.

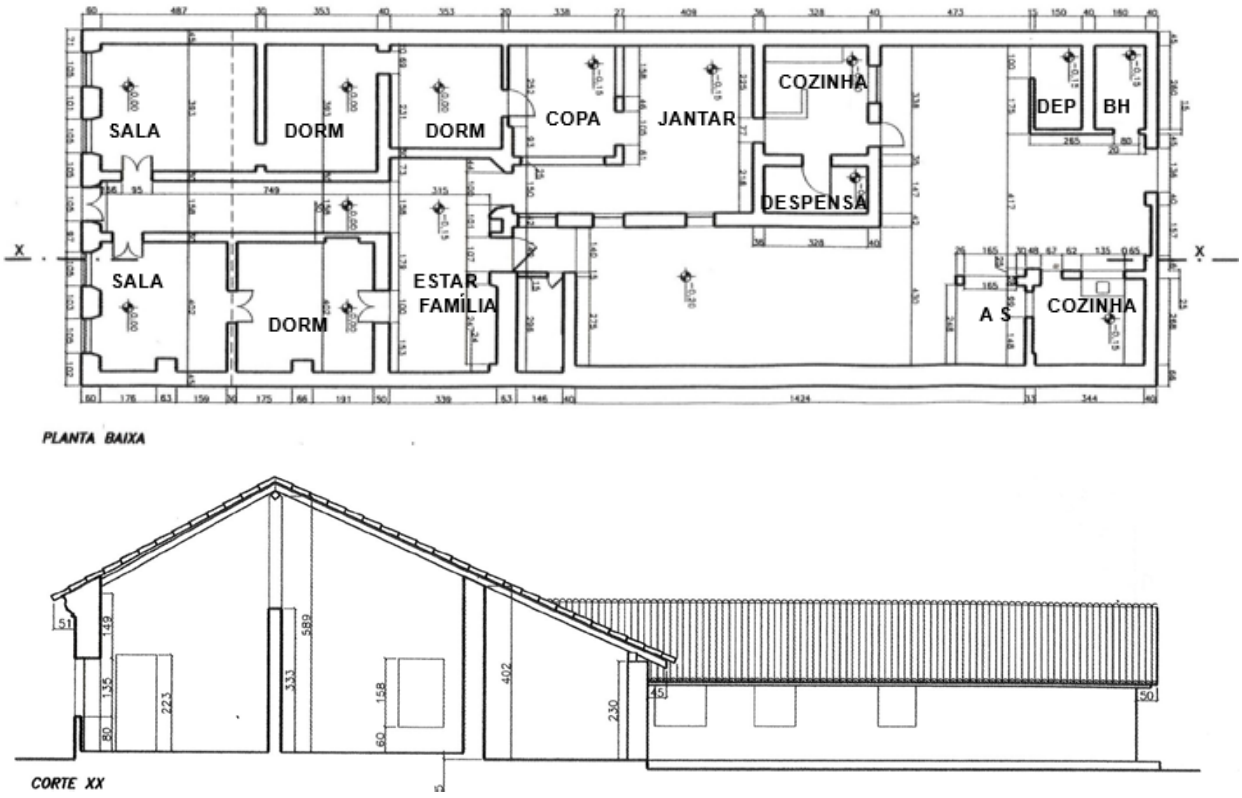


Figura 4: Planta baixa e corte esquemático da edificação (Silva Filho, 2008. Editado pelas autoras)



Figura 5: Detalhe das telhas de vidro, do madeiramento do telhado e das telhas
(Crédito: R. Delmonaco, 2018)

Seguindo a tipologia das edificações deste quarteirão, o corpo principal da edificação possui telhado de duas águas no sentido do comprimento do terreno, em telha cerâmica vã, tipo capa-canal e caibros em madeira serrada (figura 5). Originalmente, o madeiramento do telhado foi executado com troncos de carnaúba *(Copernicia prunifera)*, palmeira muito utilizada na região para construções.

A carnaúba foi muito usada, no Piauí, segundo Barreto (1938), na construção de casas de fazenda, sendo empregada na estrutura, nas paredes de pau-a-pique, no madeiramento da cobertura e no ripamento, pois, na época, os carnaubais eram abundantes e pouco valiam.

Junto ao corpo da casa encontra-se um apêndice com telhado de uma água que se conecta por meio de uma calha ao telhado principal (Figura 6). Nesta mesma figura, observa-se, também, o barrado que circunda toda a área externa da edificação, executado em chapisco de cimento e areia. Foi colocado posteriormente à construção, com o propósito de impedir a infiltração da água de chuva, considerando que os beirais são de apenas 50 cm, o frontal e de 45 cm, o posterior, conforme mostra o corte da figura 4.



Figura 6: Configuração dos telhados (Crédito: R. Delmonaco, 2018)

As alterações feitas na residência ocorreram apenas nos revestimentos e ampliação para abrigar uma cozinha e um banheiro. Foram, ainda, colocados forros no corredor principal, em gesso e nas salas principais em réguas de PVC. A casa passou por alterações necessárias devido ao uso, como a troca de pisos, estético na colocação dos forros e de forma preventiva, como a colocação dos barrados em pedra, para evitar a deterioração por umidade.

O banheiro e a cozinha no corpo da casa foram desativados e construídos afastados do corpo principal. Também foi construído junto à nova cozinha uma pequena área para lavagem de roupas. Estas ampliações foram feitas em alvenaria de tijolo cerâmico sem elementos estruturais.

Em relação aos problemas, não se identicou qualquer manifestação patológica, ao se analisar visualmente a edificação. Segundo a moradora, os problemas acontecem, apenas, quando surgem goteiras ou infiltrações no telhado e não são imediatamente reparadas. Neste caso, o adobe inicia um processo de erosão o que provoca rapidamente sua degeneração.

A manifestação patológica constatada foi em dois muros externos em pedra e terra, um dos quais entrou em colapso. Nos dois casos, as causas foram a infiltração de água no topo do muro. Um deles, o vizinho fez uma bica para correr a água de chuva por sobre o muro levando-o à destruição e o segundo, o beiral da residência vizinha foi refeito de forma a escoar a água exatamente sobre o topo do muro provocando o deslisamento da terra e consequente descolamento das pedras. Neste caso, a correção foi feita a tempo e aconteceu apenas um ligeiro abaulamento na parte central do muro.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi constatada que, a prevenção é uma condição importante para a manutenção das edificações, evitando problemas maiores no futuro. Além disso, observou-se que os moradores gostam de habitar uma edificação de adobe, e como moradores e proprietários zelam pela preservação e durabilidade da construção.

As alterações sofridas internamente foram apenas em relação a revestimentos. A distribuição dos cômodos permaneceu a mesma, apenas sendo desativada a cozinha e banheiro o que mostra a adequação desta planta às diversas gerações.

A deterioração do material é corrigida seguindo os costumes locais, sem a presença de especialistas por não ser possível encontra-los facilmente o que pode levar à execução de correções que comprometeriam, futuramente, a integridade deste material. Não foi observado nenhum processo patológico nas paredes de adobe, porém foi constatado o uso de tinta látex acrílica, o que, ao impermeabilizá-las não permite a passagem de ar pela parede, podendo ocasionar um processo de degradação do substrato.

As edificações em adobe em Pedro II mostram um patrimônio íntegro comprovando a durabilidade das construções em terra, quando conservadas. Disseminar o conhecimento das técnicas construtivas é necessário não apenas para a presevação do patrimônio, mas para a utilização nas construções de edificações sustentáveis. Observou-se, ainda, a necessidade de repassar os conhecimentos para as futuras gerações de modo a dar continuidade à manutenção desse patrimônio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguiar, R. B.; Gomes**,** J. R. C. (2004). Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Piauí: diagnóstico do município de Pedro II. Fortaleza: CPRM - Serviço Geológico do Brasil.

Alves, V. E. L. (2003). As bases históricas da formação territorial piauiense. Geosul**,** Florianópolis, v. 18, n. 36, p 55-76, jul./dez.

Barreto, P. T. (1938). O Piauí e a sua arquitetura. Revista do Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, Rio de Janeiro, n. 02, p. 187-223.

Brito, P. H. T.P. (2015). Arquitetura e urbanismo do período colonial na cidade de Pedro II (PI). Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal da Bahia. Salvador, Bahia.

Dias, C. C. (2009). Piauhy: das origens à nova capital. Teresina: Nova Expansão Gráfica e Editora Ltda.

Goodey, B. (2002). Turismo cultural: novos viajantes, novas descobertas. Em: Murta, S. M.; Albano, C. (Org.)**.** Interpretar o patrimônio: um exercício do olhar. Belo Horizonte: Ed. UFMG; Território Brasilis.

Gomes, É. R.; Costa, M. L. (1994). Contribuição à gênese das opalas de Pedro II, Piauí**.** Geochimica Brasililiense. Rio de Janeiro, v. 8, n.1.

IBGE (2011). Censo Demográfico 2010**.** Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPHAN (2008). Preservação do Patrimônio Cultural nos centros Históricos. Brasília: Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional

Macedo, A. O. (2017). A relação entre o uso e a ocupação do Centro Comercial da cidade de Pedro II / Piauí e os impactos aos recursos naturais. Geografia, Ensino & Pesquisa, v. 21, n.2, p. 8-21.

Pereira, J.E. (1991) O Solar da Estrela Marrom. Teresina: Gráfica e Editora Junior Ltda

Santos, A.N.; Bezerra, J. A. B. (2014). Sabores, comidas e memórias no município de Pedro II, Piauí/Brasil. Revista Geonordeste, São Cristóvão, Ano 25, n. 2, Edição Especial, p. 124-138.

Silva Filho, O. P. (2008). Sítios Históricos de Campo Maior e Pedro II: Dossiê para proteção. Belo Horizonte: OP Arquitetura.

Reis Filho, N. G. (2000) Quadro da arquitetura no Brasil. São Paulo: Editora Perspectiva S.A.

Vieira, C. I. P.; Lima, I. M. M. F.; Viana, B. A. S. (2012). Turismo cultural e ecológico em Pedro II, Piauí. In: Congresso Internacional de História e Patrimônio Cultural, 3, Parnaíba. Anais... Teresina: EDUFPI.

AUTORES

Regina Ângela Mattaraia Delmonaco, doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente (UFPI), Mestre em Arquitetura, pela Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo (EESC/USP); arquiteta; professora do Departamento de Construção Civil e Arquitetura do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Piauí (DCCA/CT/UFPI). Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/6262166975444338.

Wilza Gomes Reis Lopes, doutora em Engenharia Agrícola, mestre em Arquitetura, especialista em Urbanismo; arquiteta; professora do Departamento de Construção Civil e Arquitetura e do Mestrado e Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente (UFPI). Membro da Rede Ibero-Americana PROTERRA e da Rede TerraBrasil; Coordenadora do Laboratório Urbano da Paisagem; Bolsista de Produtividade em Pesquisa CNPq; Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/2455108901174407.

Karenina Cardoso Matos, doutora em Arquitetura e Urbanismo na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Mestre em Arquitetura, Especialista em Meio Ambiente, (UFRN), arquiteta e Urbanista (UFPE); Professora do Departamento de Construção Civil e Arquitetura da Universidade Federal do Piauí (DCCA/UFPI); Coordenadora do Laboratório Urbano da Paisagem (LUPA), da UFPI. Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/4441031042813571.

REMANESCÊNCIA DE RESIDÊNCIAS HISTÓRICAS EM VÁRZEA GRANDE, MATO GROSSO

Priscilla Tábida Silva Enoré

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, UNEMAT – Universidade Estadual de Mato Grosso - campus Barra do Bugres; MT, Brasil, prienore0@gmail.com

Palavras-chave: Adobe, preservação, patrimônio

Resumo

Este trabalho apresenta o levantamento sobre as residências antigas que ainda existem na cidade de Várzea Grande. O trabalho descreve brevemente a história da cidade, para que se possa entender a origem e sua arquitetura. O artigo apresenta dois levantamentos de residências distintas, uma delas abandonada e a outra preservada, no sentido de observar a arquitetura de linguagem do século XIX que elas possuem, mesmo sendo todas do início do século XX. Para isso foram feitas análises de cada uma, com informações sobre as casas e as suas técnicas e materiais construtivos, com a intenção também de mostrar a importância da preservação e conservação do patrimônio histórico, e que a cidade possui uma história e arquitetura que poucos conhecem, visto que Várzea Grande, com seus 151, anos não possui uma política de preservação e nem um centro histórico reconhecido.

1. INTRODUÇÃO

A cidade de Várzea Grande, fundada em 1867 e vizinha da capital Cuiabá, é a segunda maior cidade do Estado de Mato Grosso. Apesar de possuir sua própria história, esta é pouco valorizada e, principalmente, a sua arquitetura original. Com o passar dos anos, a cidade foi perdendo as características da época de sua fundação, as casas de adobe do início do século XX foram substituídas por novas técnicas e materiais construtivos. Em alguns lugares da cidade ainda se vê essas casas, porém a maioria sofreu alterações ao longo dos anos, outras estão abandonadas, em estado de demolição ou em ruínas, e algumas ainda estão preservadas. Na cidade não existe um centro histórico e há apenas duas construções tombadas como patrimônio histórico.

No intuito de reconhecer a importância de preservar os poucos exemplares que ainda resistem, o estudo de residências antigas trata de um levantamento que procura identificar suas características construtivas, as modificações que sofreram, e seu estado físico atual. As informações obtidas e apresentadas neste artigo podem auxiliar e sustentar as análises das casas remanescentes e sua importância para a preservação da memória histórica e arquitetônica de Várzea Grande, evidenciando que a cidade possui patrimônio histórico material e este necessita de políticas públicas para sua preservação.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é o de levantar informações sobre as edificações de adobe construídas no início do século XX de modo que o registro identifique as devidas ações para sua preservação e inclusão na história da cidade.

2 METODOLOGIA

A pesquisa é exploratória, pois proporciona basicamente informações sobre as casas estudadas. Inclui a pesquisa bibliográfica, com documentos específicos, e a de campo, que corresponde à coleta de dados e as observações visuais fotográficas.

Foram selecionadas duas caras de adobe com objeto de estudo para exemplificar o levantamento efetuado. Uma trata-se de uma casa abandonada, quase em ruína; a outra se trata de uma casa em uso devidamente preservada.

3. RESULTADOS

3.1 História de Várzea Grande

Os primeiros núcleos de povoamento na região cuiabana surgem no século XVIII com a chegada dos bandeirantes. Os habitantes da região eram indígenas, hábeis canoeiros e pescadores, que os bandeirantes e os primeiros moradores das barrancas do rio Cuiabá chamaram de índios Guanús (Monteiro, 1987). Segundo este autor, estes índios eram pacíficos e hospitaleiros, e, com a abertura da estrada boiadeira[1], e depois da fundação do povoado em 1867, deslocaram-se para as paragens pantaneiras do Rio Abaixo[2] que, devido ao aparecimento das usinas açucareiras e das fazendas de gado, alguns morreram e outros foram viver em outros espaços sociais.

A fundação da cidade teve como motivo a Guerra do Paraguai (1864-1870). Nesta ocasião, o Presidente da Província, José Vieira Conto de Magalhães, resolveu montar um campo de prisioneiros paraguaios à margem direita do rio Cuiabá, onde está localizado o sítio urbano de Várzea Grande. Soldados permaneceram na região para cuidar dos cidadãos paraguaios (Ferreira, 2001). Segundo Monteiro (1987), Várzea Grande recebeu esse nome por causa do local que era uma várzea[3] e devido a sua extensão.

Para Ferreira (2001, p. 646),

> Os paraguaios detidos não vinham dos campos de batalha, eram cidadãos comuns. Muitos dos quais hábeis no corte e secagem da carne bovina, além de exímios artesãos na fabricação de arreios e curtume de couro. Em pouco tempo a ociosidade carcerária foi sendo substituída por uma atividade mais rendosa. A experiência foi repassada por moradores da pequena vila que logo cobriu-se de fama da melhor carne seca de toda a região.

Com o fim da guerra, surge uma nova população na região composta de soldados e prisioneiros paraguaios. Assim, Várzea Grande abrigou três grupos sociais distintos: os soldados brasileiros, presos paraguaios libertados, e os vaqueiros, que faziam parte de uma pequena povoação, que ainda era formada por lavradores e carniceiros[4] (Ferreira, 2001).

Segundo Monteiro (1987) a fundação do povoado deveu-se à permanência do acampamento militar criado para manutenção dos presos da guerra do Paraguai. Em 1870 o Governo determinou que o destacamento fosse recolhido para Cuiabá e deu liberdade aos presos. Vários soldados pediram exclusão, para se radicarem ali mesmo e alguns paraguaios', em liberdade, continuaram no povoado, onde já possuíam suas choupanas, plantações, afeitos ao comércio da carne e do arreamento.

Em seguida, gente de várias regiões do país, principalmente da cidade de Nossa Senhora do Livramento, fixaram residência no povoado, ainda pequeno. Surgiram então os primeiros comerciantes, e, aos poucos, a cidade foi crescendo.

O Povoado desenvolveu-se em torno da igreja Nossa Senhora da Guia, marco da fundação da cidade, tombada pelo patrimônio artístico e cultural em 1998, cuja construção foi concluída no ano de 1892 (Ferreira, 2001).

Conforme Monteiro (1987), já no século XX, com o crescimento da população em 1911, a Paróquia foi elevada a 3° Distrito de Cuiabá. Como Vila, começou a receber gente de outros povoados, embora a velha estrada boiadeira e as ruas estivessem sempre em péssimo estado. Até início da década de 1940 a Vila não possuía água encanada e nem luz elétrica, dessa forma, a população servia-se de água de poços e das cacimbas.

Para Monteiro (1987, p. 15),

[1] Estrada por onde passavam os bois procedentes do Pantanal de Mato Grosso

[2] Descer sentido ao rio, para atual município de Santo Antônio do Leverger

[3] Terreno plano e extenso

[4] Sinônimo de açougueiro (https://www.dicio.com.br/carniceiro/)

> passaram a chamá-la de Várzea Grande e a marcar encontro nesse lugar quando das viagens projetadas para o norte ou para o oeste. Havia nas cercanias um e outro rancho de pobre lavrador e, junto à várzea, alguns deles desocupados, abertos, que ofereciam precário abrigo aos boiadeiros em pouso, habituados à dura lida com gado que, de Poconé e Nossa Senhora do Livramento, vinham como ainda hoje, para o consumo dos habitantes da capital. Transpondo a várzea, a uns cem metros do lugar por onde é hoje a Avenida Couto Magalhães cruza o soterrado leito do antigo lençol d´água, continuava a estrada boiadeira, em terreno sempre plano (de singelíssima movimentação), passando pelos córregos Traíra, Piçarrão Formigueiro e outros, em declives leves, mas que, no entanto, eram torrentosos e de difícil acesso após as grandes chuvas, pois aquelas terras estavam em completo abandono.

Com relação aos aspectos urbanísticos da cidade, nas décadas de 1970 e 1980, segundo Monteiro (1987), a cidade transformou-se. Surgiram mais de 100 loteamentos, que preencheram os espaços vazios nos arredores dos bairros, e em torno de mil ruas novas, junto com várias construções de casas de diversos tipos.

O município de Várzea Grande, localizado a 7 km da capital Cuiabá, faz parte da microrregião da baixada cuiabana, à mesorregião do centro sul mato-grossense e limita-se com os municípios de Cuiabá, Santo Antônio de Leverger, Nossa Senhora do Livramento e Acorizal, todas pertencentes da baixada cuiabana (figura 1). No começo do século XX a cidade possuía uma área de 682 km² (Monteiro, 1987).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população da cidade em 2010 era de 252.596 habitantes e, para 2016, era estimada em 271.339 habitantes. A densidade demográfica em 2010 era de 240,98 hab/km² e em 2015 a área da unidade territorial era de 1.048,212 km².



Figura 1- Mapa de localização da cidade de Várzea Grande (Google Maps – Editado por P. Enoré)

4.1 Várzea Grande e sua arquitetura

O município está diferente de tempos atrás. A cidade evoluiu e hoje é a segunda maior do Estado de Mato Grosso. Indícios de seu passado são identificados pontualmente em algumas ruas pavimentadas com paralelepípedo e casas com arquitetura própria do século XIX, construídas com adobe e outras com tijolo cerâmico.

O adobe e o tijolo cerâmico são blocos empregados na alvenaria. O adobe, com dimensões médias de 0,20 m x 0,20 m x 0,40 m, maciço e compacto, produzido com terra, fibras vegetais e água, é moldado manualmente em forma de madeira. Enquanto que o adobe é seco naturalmente, o tijolo cerâmico passa por um processo de aquecimento com temperatura elevada em fogueiras ou olarias e, geralmente, apresenta maior resistência mecânica e em relação à umidade (Mendes; Veríssimo, Bittar, 2011).

De acordo com Mendes, Verissimo e Bittar (2011), a execução de parede com adobe não diferente do procedimento da alvenaria atual: são peças superpostas, unidas com

argamassa, niveladas e aprumadas. Sua espessura varia em função da dimensão da peça e da forma de execução.

Verifica-se, nas casas de adobe construídas em Várzea Grande, o uso da estrutura de madeira, geralmente madeira bruta, a do adobe como vedação.

Os lugares em que ainda é possível verificar reminiscência da cultura construtiva como na cidade são nos bairros mais antigos, onde ainda se encontram casas antigas, com algumas mudanças e outras preservadas, cheias de memórias, porém, muitas casas desses bairros, próximos da margem do Rio Cuiabá, foram destruídas pelas enchentes.

Algumas casas de adobe tiveram suas características construtivas modificadas, principalmente com a colocação do revestimento com argamassa de cimento e areia, ou a substituição da parede com outros materiais. Os pisos também mudaram ao longo do tempo, antes era muito usado o piso de tijolo cerâmico conhecido como tijolinho, que são usados tanto na parede como no piso, agora são usados os pisos cerâmicos, entre outros. Atualmente a maioria das casas e suas estruturas são feitas com alvenaria de bloco cerâmico, estrutura de concreto armado e de outros sistemas construtivos como a estrutura metálica.

As duas casas analisadas ficam situadas em pontos distintos da cidade, sendo uma no centro da cidade e a outra em um bairro mais afastado do centro. (figura 2).



Figura 2- localização das casas (Google Maps, satélite- Editado por P. Enoré)

4.2 Casa abandonada

Em muitos lugares, é possível encontrar casas antigas abandonadas que poderiam ser tombadas como patrimônio do local. Em Várzea Grande, a situação não é diferente. Percorrendo as ruas da cidade, encontram-se casas antigas abandonadas, a maioria em ruínas, postas à venda, para construção de novos edifícios.

Constata-se a ausência da cultura de preservar e valorizar o antigo, por isso, é comum encontrar edificações abandonadas à espera de negócio do que casas devidamente preservadas, em uso.

Fez-se o levantamento de uma casa de adobe, abandonada, construída provavelmente no início do século XX mas com as características arquitetônicas do século XIX.

A casa fica situada no bairro Centro da cidade, numa rua residencial, aparentemente de classe alta. A casa, que está em ruínas, foi colocada à venda por seus proprietários, que se mudaram há alguns anos.

Verifica-se que a casa tinha a platibanda na fachada principal (figura 3), que caracterizava a arquitetura de Várzea Grande no início do século XX. Ainda é possível encontrar casas com platibandas pela cidade: algumas platibandas eram retas, outras tinham alturas diferentes.



Figura 3- Casa do bairro Centro (crédito: P. Enoré)

A casa visitada tem mais de 100 anos. Suas paredes são de adobe com espessura de 30 centímetros. Também passou por modificações ao longo dos anos. O estado de ruína é bastante avançado, sendo possível ver as paredes de adobe e suas estruturas de madeira bruta. O pé direito da casa é pequeno, que era usual nas construções em Várzea Grande na época.

A casa, de 82 m^2 aproximadamente, possuía uma sala, dois quartos, cozinha, banheiro e um depósito de água (figura 4). A casa de início tinha o banheiro e a cozinha separados do seu corpo principal, o que era bem comum na época. A incorporação destes cômodos foi realizada mais tarde, no período em que moravam os atuais proprietários, que viveram a casa durante vinte e cinco anos.



Figura 4 - Planta baixa esquemática (crédito: P. Enoré)

Durante muitos anos a casa possuiu uma única entrada, a da sala; dessa forma tinha que entrar de um cômodo a outro para circular pela casa. Entrando na sala, no fundo tinha uma porta que levava ao primeiro quarto e no fundo dele outra porta que levava ao outro quarto. Depois resolveram colocar outra porta, que ligava o segundo quarto à rua.

As janelas e portas originais eram todas de madeira da época colonial. Depois as janelas foram substituídas por janelas de vidro; a porta principal foi mantida e a que foi colocada após reforma era de alumínio.

A casa tem um depósito de água que também sofreu modificações, antes, ele ficava metade dentro da casa e metade para fora, dessa forma, não precisava sair de dentro da casa para pegar água, para isso fazia-se uma abertura na parede, do tamanho que coubesse o depósito. Tempos depois, a moradora optou por colocar todo o depósito para fora.

O piso foi constantemente substituído: o piso original era de terra batida, depois cimento queimado, depois piso de tijolo e por último o de placa cerâmica. As telhas da casa eram de cerâmica do tipo capa canal, muito utilizada na arquitetura do século XIX. As telhas cerâmicas, identificadas por capa e bica, capa e canal, marca a arquitetura colonial na região. As telhas eram colocadas sobre a estrutura de madeira, geralmente de duas águas (Mendes; Veríssimo; Bittar, 2011).

Para Mendes, Veríssimo e Bittar (2011, p. 86-87),

> A tradição atribui sua modelagem [das telhas] nas coxas escravas, o que não encontra respaldo como única forma de produção. Afinal, se era possivel o fabrico de moringas, gamelas, tachos, tijolos, por que só a telha seria tão primitivamente moldada? Certamente houve algum episódio que, pela sua singularidade, substituiu a regra pela exceção, ratificado pelo formato da peça, um alongado meio tronco de cone, semelhante à coxa humana.

Mesmo tendo sofrido algumas modificações, percebe-se traço da arquitetura colonial da região na casa que, passada de geração para geração e com a mudança do gosto arquitetônico e surgimento de novas técnicas construtivas, acabou sendo esquecida.

4.3 Casa preservada

Fez-se o levantamento de uma casa de adobe, preservada, inaugurada por volta de 1920, to conhecida como Casarão da Passagem da Conceição.

Está localizada às margens do rio Cuiabá, no bairro Passagem da Conceição, um dos bairros mais antigos da cidade de Várzea Grande e também um bairro turístico, devido a igreja Nossa Senhora da Conceição, tombada como patrimônio histórico em nível estadual (Lacerda, 2008), e de um famoso restaurante de comida típica, especialmente o peixe. O proprietário do restaurante na beira do rio Cuiabá, que atrai os turistas, é o mesmo do referido casarão (figura 5).



Figura 5- Casarão da Passagem da Conceição (crédito: P. Enoré)

O casarão era da mãe do atual proprietário e, por isso, ele resolveu preservá-lo, com todos os seus pertences. Mesmo não morando na casa, ela é limpa semanalmente e pintada anualmente além de executar pequenos serviços de manutenção ocasionalmente.

Possui 135 m² contendo, dois quartos, sala, despensa, cozinha e banheiro. As varandas foram feitas em outra época. As paredes têm espessura de 40 cm (figura 6).

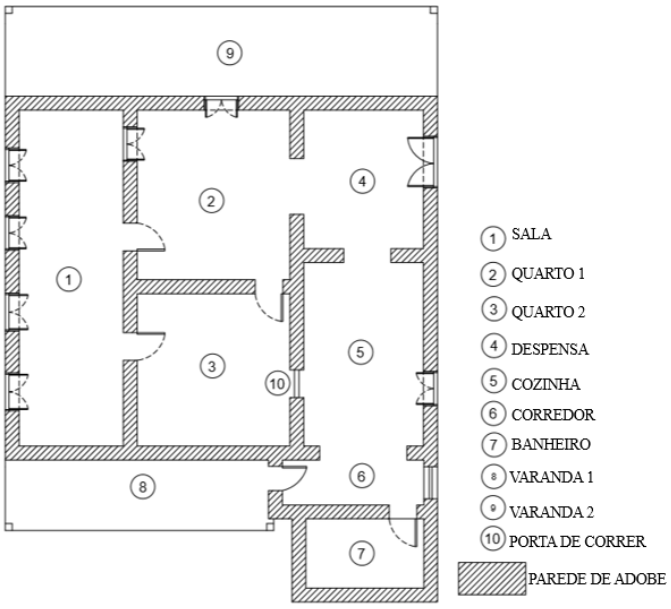


Figura 6 – Planta baixa esquemática (crédito: P. Enoré)

Com relação ao telhado, a cobertura em duas águas, o encaibramento de paus roliços, apenas na sala e não possui tesoura. É usado o pau roliço como estrutura da casa, na horizontal, para dar sustentação às paredes. Nos outros cômodos a estrutura é de encaibramento plainado. Tem telhas do tipo capa canal, ripas, caibros e terças.

Outro sistema, encontrado em um dos cômodos da casa, é uma amarração de arame farpado, como um dispositivo para reforçar a parede. O arame é esticado de uma parede a outra e amarrado com um cano de ferro, atravessando a parede do outro lado.

As esquadrias do casarão estão totalmente preservadas, elas são de madeira maciça e as janelas são do tipo que possuem tábuas justapostas, com contraventamentos pela parte interna. Essas janelas, pelo exterior, possuem fasquias entrecruzadas, que vêm de influência mulçumana (Mendes; Veríssimo; Bittar, 2011).

Este contraventamento, segundo Pinhal[5], é um sistema de ligação entre os elementos principais de uma estrutura, com a finalidade de aumentar a rigidez da construção e também é um sistema de proteção de edificações contra ação do vento, porém as fasquias não são entrecruzadas.

Segundo Mendes, Veríssimo e Bittar (2011) em alvenarias de pedra, adobe, tijolo cerâmico ou na taipa de pilão as paredes eram espessas, as guarnições eram pela face externa da parede, onde seria incluída a esquadria. Na parte interna do aposento tinha um nicho onde se incluíam conversadeiras, pequenos assentos junto às janelas, por trás das fasquias entrecruzadas.

Com relação ao revestimento, eram comum as paredes brancas e as esquadrias pintadas de cores vivas, como o vinho, amarelo e o azul, isoladas ou combinadas. No período colonial, a base era constituída de cola, têmpera ou óleo de mamona ou linhaça misturada com corantes disponíveis no local. Usava-se o açafrão para fazer a cor amarela, o urucum para fazer o vermelho, entre outros (Mendes; Veríssimo; Bittar, 2011).

De acordo com Mendes, Veríssimo e Bittar (2011) até o século XIX, onde ocorreram grandes transformações nos acabamentos das edificações, pouco foi alterado nos revestimentos das paredes. Primeiramente era aplicado emboço de barro, completado por reboco de cal e areia. O aspecto que dominava então era de uma cidade monotonamente branca.

[5] http://www.colegiodearquitetos.com.br/dicionario/2009/02/o-que-e-contraventamento/

O casarão estudado segue a linguagem do século XIX também no revestimento, com as paredes brancas, e as esquadrias em azul.

Além do Casarão, existe uma pequena casa de apenas um cômodo, denominada “Casa de Memória”, onde ficam os pertences e objetos da família do proprietário, com a mesma arquitetura do casarão. Além das duas edificações, existem duas fachadas frontais preservadas pelo proprietário, cujas casas foram destruídas pela enchente. As fachadas foram preservadas por ser propriedade da sua família e por estarem bem na entrada do bairro, dessa forma, elas apresentam a localidade da Passagem da Conceição aos visitantes da cidade.

As casas e as fachadas da Passagem da Conceição preservam a memória de uma família tradicional da localidade, sendo do proprietário todo o investimento depositado nas casas, não tendo ajuda nem do Município e nem do Estado, mesmo elas sendo patrimônio histórico da cidade. Sempre que o restaurante está aberto, ele deixa as casas abertas para os visitantes.

Ao analisar essas casas, pode-se levantar a questão da preservação do Patrimônio Histórico e sua importância.

4.4 Porque preservar

Segundo Conte (2005), a preservação é um conceito genérico, que pode abranger qualquer ação do estado voltada para a proteção e conservação dos valores culturais, seja de um lugar, de uma região ou de uma nação.

Uma das maiores dificuldades de se preservar um patrimônio cultural mato-grossense é a sociedade não dispor de informações sobre quais são as razões da necessidade de proteção de cada um dos bens tombados e os procedimentos importantes para garantir o acesso da comunidade ao patrimônio cultural e a todo significado simbólico, histórico-cultural, artístico e ambiental que ele possui (Stopa *apud* Lacerda, 2008).

De acordo com Conte (2005), o tombamento é importante porque quando o centro histórico de uma cidade é tombado pelo poder público, todos os seus bens culturais, materiais e imateriais estão sendo valorizados e reconhecidos, os documentos que contam sua história, seus imóveis e monumentos notáveis, as características de seu traçado urbano, suas paisagens e o meio ambiente que a envolve, os objetos de arte e os acervos das igrejas, suas festas, o folclore local, o artesanato, tudo deve ser protegido, conservado e divulgado.

Segundo Lacerda (2008), em Mato Grosso, ao mesmo tempo em que o Serviço do Patrimônio Histórico Artístico Nacional (SPHAN) estava sendo criado pelo governo federal, alguns intelectuais discutiam a questão do patrimônio cultural do Estado sem nada fazer, dizendo que o patrimônio cultural mato-grossense não existia porque esta era uma sociedade construída por paulistas-bandeirantes. Portanto, não havia nada a ser digno de preservação. Dessa forma, os discursos de intelectuais e historiadores cristalizaram uma memória hegemônica: a não existência de documentos-monumentos dignos de preservação em Cuiabá e, consequentemente, no Estado.

Essa ideia de que não existia patrimônio cultural em Mato Grosso só começou a mudar em 1975, quando o governo local cria a Fundação Cultural do Estado de Mato Grosso, órgão responsável pelo incentivo, preservação e tombamento das manifestações culturais do Estado. Por meio da lei nº 3.774, de 20 de setembro de 1976, é organizada a proteção do patrimônio histórico e artístico estadual. Com essas ações públicas voltadas para a preservação, vindas dos governos central e estadual, fica expressa a mudança com relação ao que era pensado sobre preservação no passado (Lacerda, 2008).

Para o Plano Diretor de Várzea Grande (Lei N°3.112/2007), referente à seção V do Patrimônio Cultural,

> Art 22- A política municipal de patrimônio cultural visa preservar e valorizar o legado cultural transmitido pela sociedade, protegendo suas expressões material e imaterial.

> Art 23- São diretrizes para a política municipal de patrimônio cultural:
> I. tornar reconhecido e apropriado pelos habitantes de Várzea Grande o valor do patrimônio cultural do município;
> II. garantir que o patrimônio arquitetônico tenha usos compatíveis com a edificação e mantenha as suas características construtivas originais;
> III. desenvolver o potencial turístico de Passagem da Conceição, Capão Grande, Bom Sucesso e Pai André, tendo como referência o seu patrimônio cultural e ambiental.

Em Várzea Grande, como mostra a pesquisa, existe alguns exemplares de residências antigas que ainda prevalecem, porém passaram por muitas adaptações, perdendo suas características construtivas originais para se enquadrarem aos dias atuais; outras estão abandonadas e outras poucas estão preservadas. Porém mesmo sendo um patrimônio histórico, a cidade não possui um centro histórico, nem reconhecimento e não são preservadas como tal, sendo a igreja Nossa Senhora da Guia e a igreja Nossa Senhora da Conceição as construções da cidade tombadas como patrimônio histórico. E mesmo essas que são tombadas pouco se tem o conhecimento de seus valores históricos, arquitetônicos e a importância que possuem para a cidade.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção desse artigo surgiu pela necessidade de mostrar que Várzea Grande possui sua cultura construtiva que precisa ser conhecida e valorizada, além de comprovar a existência de casas antigas que fazem parte da sua história e que precisam ser preservadas.

Foram destacadas informações desde a época de fundação da cidade, para que fosse possível entender melhor sobre ela, como surgiu seu povoado e como ela está hoje, para então começar a tratar da arquitetura da cidade do início do século XX e como estão atualmente as edificações construídas na época.

Inicialmente, fez-se o levantamento *in loco* de duas casas, uma abandonada quase em ruinas e outra devidamente preservada. A observação de cada uma das construções analisadas permitiu determinar o sistema construtivo da época, os materiais utilizados e o desenho arquitetônico de cada caso estudado.

Houve algumas dificuldades na realização do trabalho: o levantamento das casas sem o histórico devidamente documentado; a acessibilidade a algumas das casas; e o distanciamento de outras. Porém, foi possível levantar e apresentar informações de duas casas, e assim perceber a necessidade de buscar informação com os moradores mais antigos para registrar suas memórias e compor o histórico.

Conclui-se que a cidade não possui uma política de preservação, mesmo tendo leis que tratam sobre isso, como no seu plano diretor. Além das residências analisadas no trabalho, outras edificações antigas são encontradas, embora modificadas, com novos revestimentos, novas portas e janelas, entre outras alterações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Conte, C. Q. (2005). Centro Histórico de Cuiabá: patrimônio do Brasil. Cuiabá: Entrelinhas.

Ferreira, J. C. V. (2001). Mato Grosso e seus municípios. Cuiabá: Buriti

Lacerda, L. B. (2008) Patrimônio histórico-cultural de Mato Grosso: Bens edificados tombados pelo Estado e União. Cuiabá: Entrelinhas

Monteiro, U. (1987). Várzea Grande, passado presente, confrontos. Cuiabá: Policomosgráfica

Mendes, C.; Veríssimo, F.; Blittar, W. (2011) Arquitetura no Brasil: de Cabral a D. João VI. Rio de Janeiro: Imperial Novo Milênio

AGRADECIMENTOS

A autora agradece ao Senhor Saturnino, a senhora Antônia e ao Senhor Paulo Lúcio pela atenção, receptividade e toda ajuda na procura das casas. Também ao orientador, professor Dr. Carlos Edinei de Oliveira pelo auxílio e suporte.

AUTORA

Priscilla Tábida Silva Enoré, acadêmica do décimo semestre do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Mato Grosso-UNEMAT, campus de Barra do Bugres.

ANOMALIAS PATOLÓGICAS NA ALVENARIA DE ADOBE: DESCONTINUIDADE DA TRADIÇÃO NA LAPINHA DA SERRA, MINAS GERAIS

Mariana Maia Klimkievicz Moreira[1]; Marco Antônio Penido Rezende[2]

Departamento de Tecnologia da Arquitetura e do Urbanismo, UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais; MG, Brasil

[1]mari_klimki@hotmail.com; [2]marco.penido.rezende@hotmail.com

Palavras-chave: arquitetura vernácula, preservação

Resumo

A vila Lapinha da Serra teve suas dinâmicas circunscritas ao seu entorno próximo até a década de 1990, mantendo assim seus costumes consideravelmente conservados. Apesar da presença tipológica vernácula em suas edificações, o rápido e contínuo crescimento urbano, impulsionado pelo turismo, vem modificando a realidade da vila, podendo ser verificada a transformação da mais expressiva técnica construtiva local, o adobe. Portanto, o objetivo deste trabalho é identificar as anomalias patológicas ocasionadas pelo uso do cimento junto à técnica do adobe. Consonante à metodologia de abordagem usualmente empregada no campo da arquitetura vernácula, Lapinha é analisada sob os enfoques cultural e tecnológico. A revisão bibliográfica antecedeu as investigações em campo. A fim de compreender a perspectiva da população local, foram elaboradas entrevistas com moradores, adobeiros e construtores locais. Do ponto de vista da técnica em si, registrou-se por meio de fotografia algumas construções em adobe que apresentam manifestações patológicas em consequência do uso do cimento. Soma-se aos procedimentos do artigo o acompanhamento de um adobeiro local na seleção de solo e confecção de adobes. Evidenciou-se que a maior parte das anomalias na alvenaria de adobe se expressa no reboco com fissuras e desagregações, provavelmente devido ao uso do cimento como aglomerante, seja integral ou parcialmente, em argamassas de terra. Na Lapinha, as anomalias patológicas, sistematicamente encontradas na técnica vernácula, expressam a transformação, ainda que parcial, da tradição construtiva local. Assim, a qualidade das construções de adobe e a paisagem tradicional ainda hoje presente estão subordinadas à manutenção das técnicas construtivas vernáculas. Vale ressaltar que o ecoturismo, viés econômico almejado na vila, depende da paisagem cultural lapinhense.

1 INTRODUÇÃO

A vila Lapinha da Serra, no município Santana do Riacho, estado de Minas Gerais, teve suas dinâmicas circunscritas ao seu entorno próximo até o início da década de 1990, quando o turismo foi introduzido, sendo o propulsor do contato com a cultura hegemônica. Em progressivo crescimento, a atividade turística se estabeleceu como o principal viés de transformação da paisagem cultural lapinhense, sobretudo do ponto de vista econômico e social. As tradições da Lapinha mantêm-se afloradas, como com a presente arquitetura vernácula, contudo o processo de descaracterização tipológico-construtivo expressa a transformação vivenciada pela vila.

Não se embute nesse estudo uma valoração negativa aos processos de transformação em si, afinal “a paisagem cultural (...) não é estática, está sujeita a mudar, tanto pelo desenvolvimento da cultura, como pela substituição dessa” (Sauer, 1996 apud Ribeiro, 2007, p. 21 e 22). Contudo, tendo em vista o potencial, inclusive econômico, que a manutenção da paisagem cultural da vila oferece, é importante observar e verificar as transformações da produção construtiva empreendida na Lapinha.

Observa-se a perda parcial da tradição construtiva local, tem como efeito o aparecimento de anomalias patológicas, principalmente no reboco da alvenaria vedações em adobe. Como consequência, além da queda de qualidade dessas edificações, há um vicioso processo de

distanciamento da técnica tradicional devido às dificuldades de sua manutenção. Esta pesquisa evidencia as anomalias patológicas das paredes de adobe e sua causa, e propõe o uso da cal na argamassa, por ter melhor desempenho quando usadas junto às técnicas de construção com terra (Kanan, 1999).

2 OBJETIVO

O objetivo desse trabalho é evidenciar as anomalias patológicas na técnica de adobe ocasionadas pelo uso do cimento na argamassa, no contexto da Lapinha da Serra.

3 METODOLOGIA

Conforme metodologia de abordagem usualmente empregada no campo da arquitetura vernácula, essa pesquisa foi desenvolvida sob seus dois enfoques: o cultural e o tecnológico.

O trabalho foi desenvolvido em três etapas. A primeira consistiu em pertinente revisão bibliográfica, que criou a base para as investigações em campo, fundamentalmente para compreensão do contexto histórico local e para informações acerca da técnica do adobe, principalmente no tocante ao desempenho da terra quando trabalhada com cal e com cimento.

Na segunda etapa, já em contato com as edificações da vila, detectaram-se manifestações patológicas nas paredes em adobe que contêm, integral ou parcialmente, cimento em sua argamassa. Em algumas dessas vedações foi feito registro fotográfico. Soma-se aos procedimentos do artigo o acompanhamento de um adobeiro local no momento de seleção do solo e produção de adobes.

Em um terceiro momento, a fim de compreender os motivos de escolha e desafios enfrentados pela população local em relação ao adobe, foram realizadas entrevistas com mestres adobeiros, construtores e moradores. Esses depoimentos englobaram tanto os casos que utilizam o cimento na argamassa como os que não utilizam.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Contexto

Situada em zona de uso sustentável, abrangida pela Área de Proteção Ambiental (APA) Morro da Pedreira, Lapinha da Serra, no município Santana do Riacho, Minas Gerais, encontra-se na base ocidental do grande maciço do Breu, componente da Serra do Espinhaço meridional, na bacia do rio das Velhas, em meio ao bioma cerrado, conforme ilustrado na figura 1.

O início da ocupação colonial nesse sítio deu-se no final do século XVII, devido às viagens entre Villa Rica (Ouro Preto) e Tejuco (Diamantina), impulsionadas pela extração do ouro e diamante (Ottoni, 2008). Entre as três grandes rotas percorridas na época, o “caminho de dentro pelas Macaúbas” passava por Riacho Fundo (Santana do Riacho) e por Lapa (Lapinha da Serra), conforme consta em um volume de cinco mapas elaborados pelo matemático Diogo Soares em 1735. Segundo Gontijo (2003, p.58), o termo Lapa “refere-se às formações calcárias da região e indica que por lá se procurava diamante”. Quase um século depois, em 1821, foi mapeada pela primeira vez com a nomenclatura fazenda da “Lapinha”, pelo naturalista alemão Wilhelm Ludwig von Eschwege.

Em 1947 o processo de implantação da Usina Coronel Américo Teixeira (UCAT) é iniciado, trazendo consigo movimento para a pacata vila, inclusive com a construção de uma ponte na chegada de Santana do Riacho em direção à capital Belo Horizonte. A inundação da represa da UCAT, até hoje a maior transformação na paisagem lapinhense, foi estabelecida com base na cota altimétrica da residência da vila mais baixa da época, conforme a planta topográfica total da bacia de armazenamento, de 1949, onde constam apenas 26

edificações na Lapinha. Durante a década de 1960, por iniciativa de dois norte-americanos, mais um empreendimento foi desenvolvido próximo à vila: o garimpo de diamante no Soberbo (sistema de cachoeiras e poços a um dia de caminhada da Lapinha). Suas duas maiores influências foram a abertura da única estrada, ainda em uso, para acessar a Lapinha e a consolidação do uso da cal para acabamento das paredes de terra, ainda que nunca tenha substituído a tinta de tabatinga (solo argiloso de coloração clara). Em 1988, quase 40 anos após a construção da UCAT, a vila foi abastecida com energia elétrica. Sempre muito ligada à sede de Santana do Riacho, desde o século XVII, ambas as localidades viveram da agricultura e da pecuária, sendo na Lapinha para subsistência.

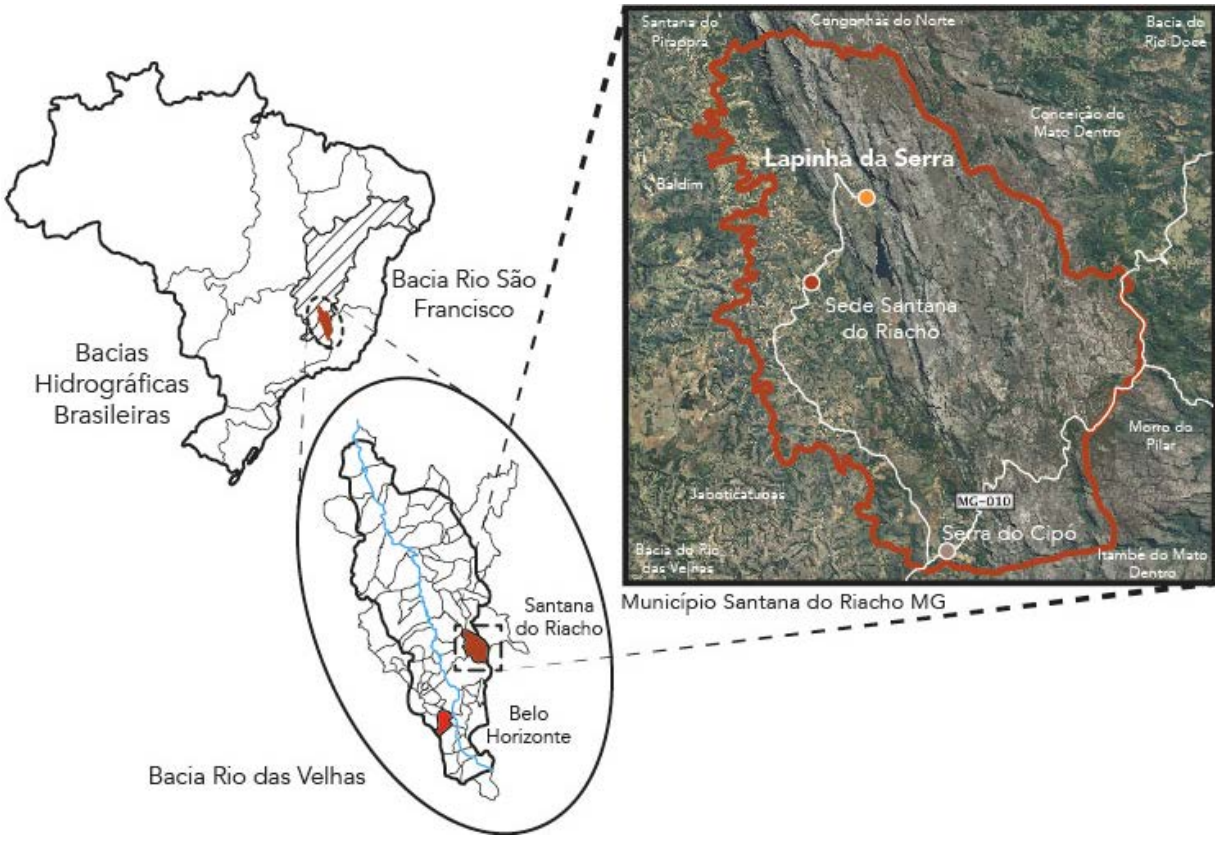


Figura 1. Localização Lapinha da Serra. (crédito: M. M. K. Moreira, 2018)

Como evidenciado em seu histórico, a circunstância de resguardo político-econômico-geográfico da Lapinha manteve suas dinâmicas circunscritas em seu entorno próximo até o final do século XX (Gontijo, 2003; Lopes, 2009). À vista disso, suas tradições culturais perpetuaram-se ao longo do tempo, como em seu dialeto próprio, o Inhagatú, e suas técnicas construtivas locais, sendo o adobe a mais expressiva atualmente.

Desde o início da década 1990, em progressivo crescimento, o turismo tornou-se o principal viés de transformação da vila, do ponto de vista econômico, ambiental e social (Lopes, 2009). Atraídos tanto pela riqueza ambiental como pela ambiência da vila, promovida por sua arquitetura vernácula, sistema viário orgânico e expressiva vegetação urbana, aqueles que a conheceram como turistas deram inicio ao processo de compra de lotes e edificação de suas casas de veraneio, proporcionando o crescimento urbano da Lapinha; a cada década a quantidade de edificações mais que dobrou (Klimkievicz, 2018), refletindo, dentre outros aspectos, no cotidiano de seus moradores, na paisagem cultural lapinhense e na tradição construtiva local.

Como em toda a região, Lapinha almeja um desenvolvimento a partir do ecoturismo. A atividade turística não deve ser autodestrutiva, e sim reconhecer e respeitar seu patrimônio, material e imaterial. Se faz extremamente estratégico e essencial desenvolver um turismo que não seja quantitativo e que se sobreponha ao sistema já existente, mas que seja coerente às particularidade e fragilidades do território (Montaner; Muxí, 2014).

4.2 Transformação da tradição construtiva

A força de influência do mercado da construção civil convencional, atrelada ao número cada vez maior de moradores, direcionou a produção construtiva na Lapinha embasada na cultura construtiva hegemônica. Assim, as técnicas vernáculas são consequentemente substituídas. Na década de 1990, observa-se a descontinuidade das paredes de "enchimento", denominado por Weimer (2005) como gaiola de pau a pique, e do piso de terra batida. Observa-se também a transformação da tinta de tabatinga (solo argiloso de coloração branca), que até esse período era elaborada com grude de mandioca e passou a ser feita com a cola branca (Moreira, 2018).

Quanto ao adobe, a técnica vernácula mais expressiva na Lapinha, inclusive de domínio geral, percebe-se que a quantidade de edifícios que o emprega, ainda que em apenas um detalhe, em relação ao total construído, é cada vez menor: 59% até o ano 2000, 29% entre 2000 e 2010, 23% entre 2011 e o início de 2018 e 8% nas edificações ainda em construção (Moreira, 2018).

As entrevistas realizadas apontam que o uso do adobe atual na Lapinha está relacionado ao seu apelo estético, como indicam, por exemplo, os casos de muros e paredes em alvenaria convencional que simulam o adobe, através de sulcos no reboco de cimento. Além disso, o seu uso é acentuado nas edificações comerciais, totalizando 52% destes edifícios (Moreira, 2018). Assim sendo, o motivo de construir com adobe no momento indica a manutenção do aspecto bucólico da vila como chamariz turístico mais do que a preservação da tradição adobeira.

Como consequência desta transformação da tradição construtiva vernácula na Lapinha da Serra constata-se a deficiência da qualidade das edificações cujas manifestações patológicas mais frequentes correspondem a desagregação da argamassa e fissuras no reboco, provavelmente pelo uso inadequado do cimento no preparo da argamassa de terra.

Moradores e adobeiros relatam o uso da cal dentro da tradição construtiva, sobretudo na pintura. Assim, apontam que a cal nunca foi empregada nos adobes, na argamassa de assentamento e nem no reboco de terra, além de rejeitarem a possibilidade da substituição do cimento pela cal. A vila, ao longo de sua história, era bastante humilde, e a cal era empregada apenas como pintura em parte das construções da vila, sendo que a maioria das paredes lapinhenses eram pintadas com a tinta de tabatinga e grude.

4.3 O adobe

Uma parcela considerável de moradores nascidos na Lapinha da Serra sabe fazer e edificar com adobe. Alguns fazem desse conhecimento o seu ofício. Selecionaram-se três adobeiros[1] para relatar sua história e permitir compreender tanto a manutenção da cultura construtiva local como a sua descontinuidade.

Acompanhou-se em campo o processo de produção dos adobes do mestre adobeiro (Sr. Valdeir). Enquanto seu filho brincava na masseira de terra, ele relatou que apreendeu a técnica observando seu pai e seus tios. O canteiro de fabricação dos adobes é uma área aberta em seu quintal, a céu aberto e na terra. O local de preparo da massa não é fixo, move-se segundo a disposição dos adobes em processo de secagem. A distribuição geral do canteiro depende da quantidade de adobe a ser produzido.

Quanto à escolha do solo para fabricação do adobe, o entrevistado utiliza três opções: (1) terra de formigueiro[2], com menor frequência, (2) terra extraída de uma cova aberta por ele ou por um companheiro, ou ainda (3) compra diretamente na loja de materiais de construção

[1] Sr. Valdeir, Sr. Djalma e Sr. Natalino

[2] Embora a literatura científica a respeito do uso da terra de formigueiro e de cupinzeiro seja escassa, existem depoimentos informais, dados por vários construtores com terra, que a terra pré-selecionada por formigas e cupins apresenta melhor coesão na mistura, provavelmente devido ao tipo da argila e a possíveis substâncias incorporadas pelos animais, inorgânica e estável à decomposição. Essa afirmativa é reforçada no depoimento deste adobeiro em Lapinha da Serra.

em Santana do Riacho ou Serra do Cipó. Ele demonstra domínio dessa etapa, apontando conhecimento da necessária reatividade da terra com água a fim de bom desempenho da técnica com terra (Houben; Guillaud, 1989).

O adobeiro adiciona água em uma parte da terra e, para a mistura, revira primeiro com a enxada e depois com os pés, até obter uma massa homogênea. Segundo seu relato, o ponto da massa é deduzido no olhar, quando a mistura se torna "liguenta". Com os moldes de madeira molhados, ele espalha areia na superfície interna e lança com impulsão a mistura preparada com terra e água. O molde é retirado iniciando assim o processo de secagem do bloco, ao sol.

A casa onde hoje o adobeiro e sua família residem apresenta o tipo arquitetônico vernáculo local (formato retangular, um pavimento, parede de adobe e cobertura com telha cerâmica de duas, três ou quatro águas). Ele relata que dada a necessidade de anual manutenção da parede externa original de adobe, preferiu adotar o reboco de argamassa de areia e cimento. Na aplicação do reboco, usou uma tela metálica fixada sobre a alvenaria para garantir a aderência do novo tipo de reboco. Ele reconhece que a alternativa empregada demanda manutenção em intervalos de tempo semelhante ao anterior. No entanto, ele aponta a importância da tradição construtiva não somente em sua vida, mas para a identidade da comunidade de forma geral.

Ainda no terreno de sua casa, foi construído um bangalô para alugar para moradores temporários e turistas. Sua base é em pedra e cimento até meia parede e segue em adobe aparente, produzido localmente, com cobertura de telha cerâmica. O adobeiro afirma que escolheu deixar a alvenaria de adobe aparente como recurso estético. Sua escolha por meia parede de pedra deu-se a fim de evitar a umidade nas paredes, e consequente necessidade de manutenção consideravelmente frequente como em sua residência.

O outro mestre adobeiro (Sr. Djalma), raramente emprega cimento e nunca utiliza a cal. Segundo seu relato, para assentamento dos adobes ele utiliza a mesma mistura dos adobes, preparada com terra e água; para o reboco ele adiciona areia na massa. A vantagem da adição areia no preparo da argamassa do reboco é reconhecida por diversos autores (Guimarães, 1997; Ferreira, 2014), uma vez que, por ser mais inerte que a argila, diminui a possibilidade de fissuras, tendo como consequência o menor afloramento de fissuras ao secar, o que demonstra o domínio da técnica pelo adobeiro.

Nascido na região, o terceiro adobeiro (Sr. Natalino) acompanhou o crescimento urbano da Lapinha dentro dos canteiros de obra. Além do adobe ele integrou a primeira geração que trabalhou com as técnicas construtivas convencionais, sendo a principal referência para a geração de construtores nascidos na década de 1990, inclusive para os outros dois mestres adobeiros entrevistados.

4.4 Manifestações patológicas

Ao longo do território da vila, uma quantidade significativa dos edifícios com adobe emprega cimento nas argamassas de assentamento e revestimento. Identificou-se em quantidade expressiva nas edificações construídas após 2010 o uso de argamassa de assentamento composta de areia e cimento para fixação de elementos estruturais (figura 3) e aberturas. Observa-se em edificações vernáculas a substituição do reboco original interno e externo, de argamassa de terra e água por argamassa de areia e cimento. Em novas edificações o adobe permanece aparente nas fachadas, e internamente revestido com reboco de areia e cimento. Há casos também nos quais se prepara a argamassa de assentamento e de argamassa de revestimento com terra, areia e cimento. Segundo apontam os relatos, o emprego do cimento nas argamassas ocorre para maximizar a vida útil dessas alvenarias. Contudo observa-se que as soluções empreendidas não alcançam o resultado esperado, uma vez que os serviços de manutenção continuam inevitáveis.

Como a argamassa de cimento não possui boa adesão à alvenaria de adobe (Kanan, 1999), são necessários mecanismos para garantir sua aderência. Na Lapinha adotam-se dois mecanismos: (1) fixam-se pregos na alvenaria para criar uma ponte de aderência mecânica

com o reboco, ou (2) cobre-se a alvenaria com tela metálica a qual promove suporte ao reboco.

Constata-se a ocorrência de anomalias patológicas principalmente nas alvenarias de adobe em que se emprega a argamassa de assentamento e revestimento com cimento. Predomina a ocorrência de fissuras na argamassa de assentamento nas situações: (1) no encontro com esquadrias; (2) na união com pilares ou de madeira ou de concreto, (3) ou ainda no contato com outra alvenaria convencional.

As figuras 2 a 5 ilustram algumas manifestações patológicas observadas decorrentes provavelmente do uso do reboco de areia e cimento nas argamassas de assentamento e revestimento em alvenarias de adobe, aparente e rebocado.

A figura 2 mostra a deficiência de adesão do revestimento, evidenciando o processo de desagregação do reboco na parede de adobe. A argamassa empregada para completar orifícios da alvenaria e fixar na estrutura de madeira, à direita da imagem, está desagregada.

A figura 3 também explicita a pouca coesão entre a argamassa de cimento e o adobe. A edificação possui o sistema estrutural de madeira e alvenaria de adobe aparente. Para a união do pilar de madeira com a alvenaria, utilizou-se argamassa de terra com cimento, favorecendo assim a decorrência da longa fissura entre a argamassa e a alvenaria. Observa-se a manifestação patológica nos dois lados do pilar, apesar de no lado esquerdo estar muito mais evidente.



Figura 2. Desagregação do reboco da alvenaria do muro em adobe (crédito: M. M. K. Moreira, 2018)



Figura 3. Fissura entre alvenaria de adobe aparente e argamassa (crédito: M. M. K. Moreira, 2018)

A figura 4 ilustra a situação de junção entre duas alvenarias perpendiculares entre si, uma em adobe e a outra composta por blocos de cimento. A argamassa de terra não adere ao bloco de cimento (Kanan, 1999), de forma que, quando ela seca, sua retração promove um vazio na união. Observa-se ainda que o construtor buscou otimizar a união dos dois tipos de alvenaria com a inclusão de um fio metálico na argamassa, contudo, pelo metal ser inerte à

terra, possivelmente a alternativa empregada pode não contribuir com a aderência entre as duas alvenarias.

Por sua vez, a figura 5 ilustra a situação de uma alvenaria de adobe rebocada com argamassa de areia com cimento, em contato com um pilar de concreto armado. A baixa coesão tanto entre os adobes e seu revestimento como entre os adobes e o pilar, somada à movimentação da parede pelo processo de dilatação e contração, expôs o limite entre os adobes e o pilar em uma fissura na superfície do reboco.



Figura 4. Fio metálico na argamassa de terra na junção de alvenaria de adobe com a de bloco de concreto (crédito: M. M. K. Moreira, 2018)



Figura 5. Fissura na junção do adobe com pilar de concreto armado (crédito: M. M. K. Moreira, 2018)

5. CONCLUSÕES

Observa-se que, na argamassa de assentamento, as manifestações patológicas expressam-se em fissuras ao longo da união dos diferentes elementos. Quanto à argamassa de revestimento, expressam-se na desagregação do reboco da alvenaria. As anomalias patológicas observadas originam-se, provavelmente, à pouca aderência da argamassa de areia e cimento ou da argamassa de terra, areia e cimento à alvenaria de adobe.

A introdução do cimento nas argamassas empregadas na alvenaria de adobe, técnica vernácula mais expressiva na Lapinha, externa a transformação parcial da cultura construtiva local. A variação da técnica tradicional ocorreu pela influência da construção civil hegemônica como um todo, pela interação com os novos moradores que, em significativa quantidade, não têm proximidade com as técnicas vernáculas e, também, tendo em vista que a cultura é dinâmica, pelo processo orgânico de fusão de tradições locais com novas alternativas construtivas.

Pontua-se que a relação entre o desempenho tecnológico das técnicas tradicionais e a manutenção da arquitetura vernácula é fundamental para o aproveitamento do potencial que

a paisagem cultural lapinhense proporciona. É necessário chegar a um consenso entre o uso da técnica vernácula original e as transformações impostas pela modernidade, maior acesso a materiais de construção industrializados, chegada de novos moradores sem o conhecimento e prática de técnicas vernáculas, entre outros fatores. O uso da argamassa de terra, areia e cal representa uma alternativa tecnicamente adequada para evitar as anomalias patológicas observadas e este procedimento deve ser estimulado no contexto da construção com terra na Lapinha da Serra. A cal não é um material de construção estranho à população uma vez que desde a década de 1970 ela foi incorporada na cultura construtiva da Lapinha, sobretudo como tinta, apesar de não ter sido empegada em larga escala, devido provavelmente ao poder econômico dos moradores da vila na época.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ferreira, T. L.. (2014). Arquiteturas vernáculas e processos contemporâneos de produção: Formação, experimentação e construção em um assentamento rural. Tese de doutorado. São Carlos: Universidade de São Paulo

Gontijo, B. M. (2003). A ilusão do ecoturismo na Serra do Cipó / MG: O caso de Lapinha. Tese de doutorado. Brasília: Centro de Desenvolvimento Sustentável, UnB

Guimarães, J. E. P.. (1997). A cal - fundamentos e na engenharia civil. São Paulo: Pini

Houben, H.; Guillaud, H. (1989). Earth constructions. Editora: Pareathese.

Kanan, M. I. C. (1999). Tecnologia de restauro arquitetônico: argamassas e tintas a base de cal. Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassas, 3. Anais. Vitória: ANTAC. p. 609-619

Moreira, M. M. K. (2018). Arquitetura vernácula: registro e análise. Belo Horizonte: CNPq, Universidade Federal de Minas Gerais

Lopes, C. G. F. (2009). Diferença e conflito: uma perspectiva teórica para análise do fenômeno do turismo a partir das transformações do/no modo de vida dos lapinhenses. Dissertação de mestrado. Belo Horizonte: Departamento de Geografia, UFMG

Montaner, J. M.; Muxí, Z. (2014). Arquitetura e política: ensaios para mundos alternativos. São Paulo: Gustavo Gili.

Ottoni, C. (2008). Serra do Cipó: sempre viva. Pedro Leopoldo: Gráfica Editora Tavares.

Ribeiro, R. W. (2007). Paisagem cultural e patrimônio. Rio de Janeiro: IPHAN/COPEDOC.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos moradores e adobeiros de Lapinha da Serra que abriram além de suas casa e seus canteiros de trabalho, suas histórias de vida.

Agradecem também ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq pelo financiamento da pesquisa.

AUTORES

Mariana Maia Klimkievicz Moreira, graduanda em Arquitetura e Urbanismo (Universidade Federal de Minas Gerais). É bolsista de Iniciação Científica pelo CNPq desenvolvendo pesquisa na área de arquitetura vernácula na Lapinha da Serra. Tem publicação nas áreas de arquitetura vernácula e paisagem cultural. Tem experiência em bioconstrução, por meio de seminários, cursos e vivências. Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/4400880991846658

Marco Antônio Penido Rezende, pós-doutor pelo Programa Preservação Histórica (Universidade de Oregon, EUA, 2010), doutor em Construção Civil (Politécnica/USP, 2003) e mestre em Arquitetura e Urbanismo (UFMG, 1998). Professor Associado da Escola de Arquitetura da UFMG, atuando no programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável e nos cursos de especialização em Sistemas Tecnológicos e Sustentabilidade Aplicados ao Ambiente Construído e Revitalização Urbana e Arquitetônica. É membro da Association of Preservation Technology International, da Associação Nacional da Tecnologia do Ambiente Construído (diretor 2004-2006), da Rede Ibero Americana Proterra e da Rede TerraBrasil. Possui várias publicações na área, principalmente no campo de estudo de arquitetura vernácula. Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/8413549938151614

TERRA BRASIL 2014

Viçosa - Minas Gerais

CULTURAS CONSTRUTIVAS: TEMPO, TERRITÓRIO, COSMOLOGIA E ORGANIZAÇÃO SOCIAL

TerraBrasil 2018
Território e trabalho: a produção da arquitetura com terra no Brasil
VII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Rio de Janeiro-RJ (Brasil), 30 de outubro a 2 de novembro de 2018
http://redeterrabrasil.org

ARQUITETURA DE TERRA E DIFERENTES MANEIRAS DE CONSTRUIR

Maria Estela Rocha Ramos Penha[1], Ilana Ramos Costa Santos[2], Israel Jonatas Veloso dos Santos[3]

UNIME-Lauro de Freitas

[1]mariaestelaramos@gmail.com; [2]ilanaramoscs@gmail.com; [3]jonatasveloso1@gmail.com

Palavras-chave: cosmovisão, culturas construtivas, arquitetura afro-brasileira

Resumo

A partir de um projeto de pesquisa de iniciação científica, o presente artigo aborda diferentes formas de arquitetura de terra vinculadas a estéticas ligadas a visões de mundo e modos de vida, conforme contextos históricos, culturais, regionais e ambientais, sobretudo diante das arquiteturas africana e afro-brasileira. Algumas maneiras de se construir em terra são destacadas na sua importância histórica e contemporânea, ainda pouco inseridas nos currículos de arquitetura. O objetivo é assinalar diferentes maneiras de construir com terra mediante diversas culturas construtivas em distintas complexidades culturais materiais e imateriais. Pautada pela perspectiva de aspectos simbólicos, a proposta é evidenciar as culturas construtivas intrinsecamente ao fazer arquitetônico, sobretudo habitacional, relacionando este fazer à cosmovisões de mundo a partir de referências do continente africano. Para a produção deste artigo, a metodologia adotada consistiu em revisão bibliográfica, leituras e fichamentos de textos e seleção de culturas construtivas a partir das técnicas com terra. As referências evidenciadas nas práticas milenares na arquitetura africana, conformadas pelas cosmovisão de mundo e interação com o território, demonstram consistência, potência e relação harmônica com a natureza, sendo uma grande possibilidade de futuro para a arquitetura de terra, nas suas diferentes maneiras de construir e podem ser inspiradoras e potencializadoras para a produção contemporânea da arquitetura.

1 INTRODUÇÃO

A arquitetura de terra, sendo originária de práticas milenares nas suas diferentes formas de construir, é abordada neste artigo a partir de referências culturais africanas e afro-brasileiras, cujo interesse está em evidenciar estéticas ligadas a visões de mundo e modos de vida, conforme contextos históricos, culturais e ambientais em distintos contextos regionais.

A proposta deste artigo está inserida num projeto de pesquisa intitulado *Arquiteturas Africanas e Afro-brasileiras* alinhado à iniciação científica no curso de Arquitetura e Urbanismo da Unime-Lauro de Freitas, cuja temática é ainda pouco abordada nos currículos, tendo em conta a diáspora africana e a grande proporção da população negra brasileira, buscando contribuir para as pesquisas que estão amalgamando este campo de estudo.

Propõe-se compreender a arquitetura de terra como possibilidade de integridade e completude na disciplina da arquitetura enquanto resultado da tríade vitruviana da técnica, funcionalidade e estética, tomando como ponto de partida a arquitetura produzida no continente africano e suas reelaborações na produção arquitetônica afro-brasileira no Brasil, nas diversas possibilidades das culturas construtivas. Também contemplar a diversidade da arquitetura na valorização das culturas particulares frente às culturas hegemônicas e aos respectivos sistemas construtivos *high technology*.

Neste trabalho foi dada visibilidade às acepções cosmológicas que vão orientar a arquitetura, um aspecto também pouco abordado, sobretudo nas áreas das ciências exatas, que se fixam na materialidade física da técnica construtiva, cujas análises tradicionais são dadas pela percepção espacial da forma, dimensões, volumetria e tipologias, sem vinculações ao metafísico.

Este artigo é constituído por esta perspectiva de aspectos simbólicos. A proposta é refletir a relação simbiótica entre o habitat e território e diferentes cosmovisões de mundo, que orientam a produção e a concepção da casa e seu entorno.

Para a elaboração deste artigo, a metodologia foi definida em etapas: revisão bibliográfica para determinação de fichamentos de textos acerca da correlação das visões de mundo e *modus vivendi*, enquanto cosmovisão na produção africana vernácula da arquitetura de terra. Em seguida, foram pesquisadas culturas construtivas tendo a terra como material principal nas variações de tipologias arquitetônicas e sistemas construtivos, sob aspectos geográficos e adequação climática e ambiental na sua relação com o território. Os critérios utilizados para delimitação da pesquisa das culturas construtivas foram: antiguidade das culturas, disseminação em diferentes partes do continente africano, relativo desconhecimento das tipologias no Brasil e facilidade de material disponível para pesquisa para as análises, como esquemas, desenhos, fotografias e relatos.

Neste ínterim, são pontuados diferentes aspectos da arquitetura originária do continente africano e como suas reelaborações são identificadas na arquitetura afro-brasileira, mesmo sob as limitações das condições do escravismo no Brasil.

2 UMA BREVE CONTEXTUALIZAÇÃO

O Brasil é um país composto por inúmeros grupos étnicos, sendo originalmente formado por indígenas, portugueses e africanos. A diáspora africana no Brasil acarretou a vinda de aproximadamente quatro milhões de pessoas durante quase quatro séculos, do século 16 ao século 19. Atualmente, os afro-brasileiros correspondem a 54% da população brasileira, segundo dados de 2015 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

O deslocamento de pessoas não implica somente a transposição de corpos, mas também de instituições culturais como religiosidade, ancestralidade, relações sociais, formas de trabalho, musicalidade, práticas alimentares e culinária, medicina e farmacologia, artes e arquitetura, vestuários, corporeidade, constituídas por tradições milenares como elementos estruturantes de culturas com origem de diversas regiões, etnias, estágios culturais e períodos históricos, que passaram a coexistir com as demais culturas presentes em solo brasileiro, o que significou, concomitantemente, mediante as dinâmicas próprias da cultura, reelaborar, substituir, eliminar, adaptar, integrar, somar, enfim, construir novas instituições culturais (Ramos, 2013).

No Brasil, os grupos étnicos trazidos eram, sobretudo, da África Ocidental, dentre os quais destacam-se os sudaneses (iorubanos) e os angola-congoleses (bantos). Diante das diversidades de grupos étnicos africanos, também são plurais e diversas as manifestações da arquitetura africana, desde as dos povos antigos e avançados como os Dogons no Mali (Eick, 1975) à arquitetura fractal dos Bai-la, na Zâmbia, ou dos Kirdi, dos Camarões, com seu design fractal Mokoulek (Jenks, 2002). Observa-se que as culturas construtivas são diferenciadas, utilizando a terra como material de construção, como estão ilustrados os exemplos da figura 01.



Figura 1 - Habitações Tataouine, na Tunísia; Habitações Dogon no Penhasco de Bandiagara, Mali; Casa patriarcal na Vila Hogan, no Mali; Casa Ndebele em Pretória, na África do Sul (da esquerda para direita). (Oliver, 2006)

Embora, massivamente, não tenhamos características formais e tipológicas da arquitetura africana na arquitetura afro-brasileira, em nossas heranças destacam-se a relação simbólica/cosmológica que permeia as formas de organização espacial, com também a utilização da terra como material de construção e as técnicas construtivas.

3 A COSMOVISÃO COMO UM MEIO DE INTERPRETAÇÃO DA ARQUITETURA

Ao incorporar as análises da produção da arquitetura pelas cosmologias, pelo metafísico, pelo sagrado, pela influência do sobrenatural, cria-se uma possibilidade de ampliar sua compreensão, sobretudo na arquitetura vernácula. A cosmovisão é tida como parte de visões de mundo, a partir de cosmologias de origem e evolução do universo que orientam a construção de conhecimentos para acomodar modos de vida específicos.

Segundo Rapoport (1969), nos seus estudos da arquitetura vernácula sobre a casa, forma e a cultura, grupos humanos justapõem à casa aspectos cosmológicos e simbólicos imbricados ao sagrado que interfere, preliminarmente, na forma, em relação aos demais fatores materiais, climáticos, geográficos, econômicos. O autor conclui em pesquisas que a casa é um suporte espiritual, orientada pela tradição, havendo uma relação entre os homens, antepassados e a terra. O sagrado é muito importante, intrínseco ao estabelecimento da ordem da sociedade, na ordem do pensamento e na ordem do universo, simbolicamente representados nos artefatos e construções.

Na busca pela tradição na construção de adobe nas abóbadas e cúpulas da Núbia no norte da África, ao sul do Egito, por volta da década de 1940, Fathy (1980) aponta metáforas arquitetônicas à cosmologia árabe quando do fim do nomadismo, na qual o céu passou a ser encarado como uma cúpula apoiado por quatro colunas. Essa analogia conferiu um valor simbólico à casa, que passou a ser considerada como um modelo do microcosmo do universo. Consegue-se isso através do pátio interno: um cubo oco, com as paredes externas cegas e os cômodos voltados para dentro.

No enfoque para as referências africanas, segundo Sodré (1988), as religiosidades estão imbricadas aos territórios numa integração simbiótica com a natureza que vão permear as relações sociais, econômicas. Sodré refere-se à dimensão territorial de uma cultura ou à “lógica do lugar” de uma cultura. O território e suas articulações socioculturais aparecem com dinâmica própria e irredutível às representações que o convertem em puro receptáculo de formas e significações. Sodré cita o exemplo dos povos bantos do Kavirondo (localização entre o Quênia e a Tanzânia): para eles a direção leste/oeste constitui o eixo principal de organização do mundo, dado pelas importantes chuvas que vêm do Leste. O dado geográfico, o sentido das chuvas, é acrescido de valores simbólicos como a fertilidade, prosperidade, e condiciona o modo como estes grupos bantos se relacionam com seu território particular.

Neste âmbito, muitas das organizações espaciais africanas refletem, como aponta Adjaye, arquiteto britânico nascido na Tanzânia: a concepção do homem que lá vive à sua maneira de estar no mundo que assim se torna legível (Raposo, 2011).

Exemplos a seguir ilustram uma arquitetura dada pelo sentido das visões de mundo.

Em relação à organização social, as casas Musgum possuem uma implantação peculiar, com a unidade do pai situada na parte mais importante e as unidades dos demais familiares ao redor. Esta configuração é o resultado dos objetivos e necessidades do grupo unificado, segundo Chin (2010). As construções agrupadas em círculo composto de até quinze casas e um muro que as envolve, indicando que todas pertencem à mesma família (figura 2, em cima), tendo os celeiros localizados ao centro simbolicamente representando a continuidade, a abundância, a prosperidade do grupo.

É importante ressaltar a atuação das mulheres em algumas das sociedades africanas tradicionais, tendo o exemplo do povo Kassena, pertencente ao grupo étnico Gurunsi, que vive na região do Tiebélé na fronteira de Ghana e Burkina Faso. As pinturas murais das mulheres kassenas nas habitações são famosas pela beleza do traçado da ornamentação

geométrica e pela harmonia de cor, obtidas a partir de diversos tipos de terra e sumos de plantas. A ornamentação exterior e interior, com símbolos religiosos que personalizam as construções, é realizada exclusivamente por mulheres (figura 02 - embaixo), pois estas estão vinculadas à fertilidade. Segundo Fontaine e Anger (2009), a renovação das pinturas, além de servir de manutenção para a durabilidade das construções, está relacionada à prosperidade do grupo familiar. Também neste grupo étnico, a organização social demanda a organização espacial, na qual é possível identificar que as habitações na forma retangular com terraço pertencem a jovens casais, já nas pequenas casas redondas vivem os jovens solteiros.

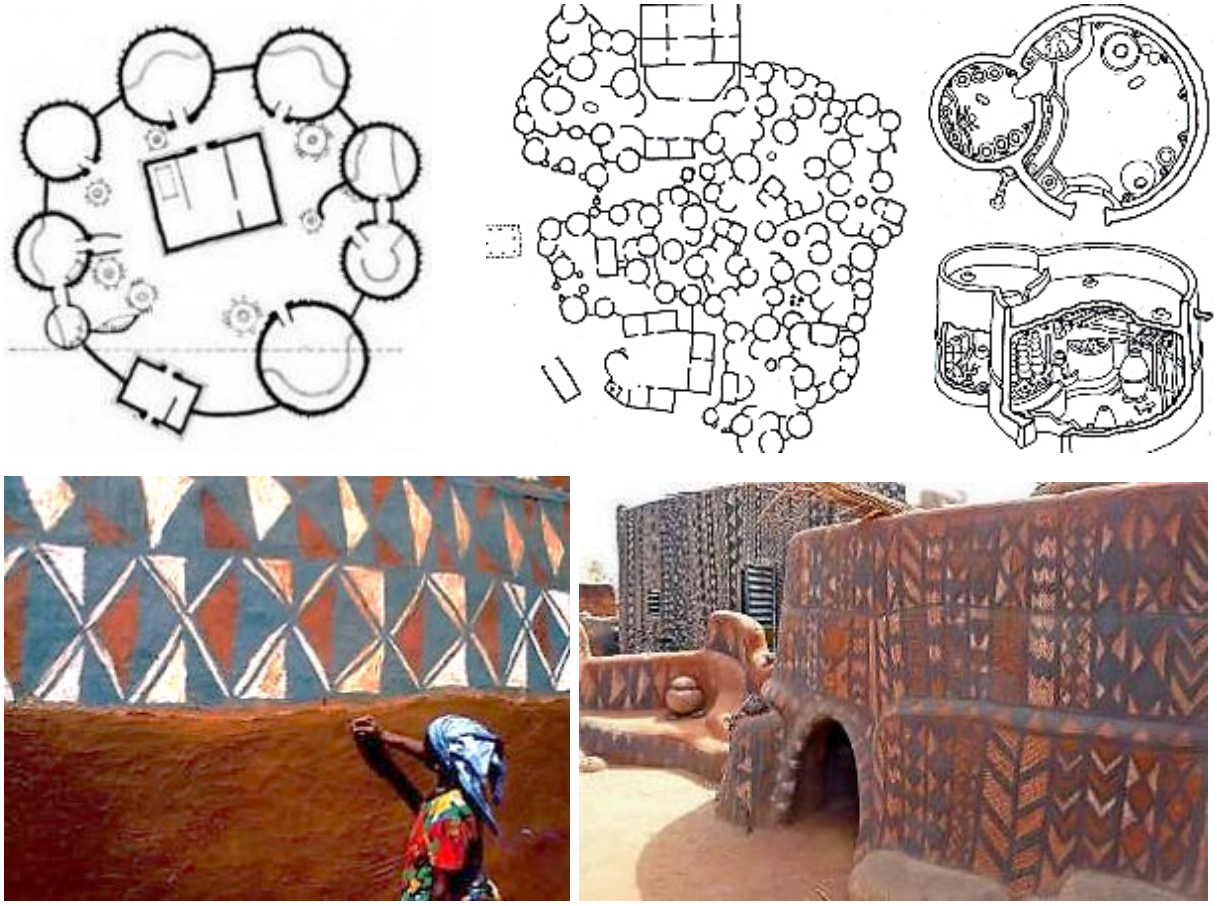


Figura 2 - Organização espacial de habitações Musgum, nos Camarões (em cima); Mulheres e habitações Kassena, Tiebélé (embaixo). (Fontaine, Anger, 2009)

4 CULTURAS CONSTRUTIVAS

Para muitos grupos étnicos africanos, a terra é utilizada nas habitações não por ser apenas o material disponível e abundante para a construção. A terra é um elemento de origem, de fertilidade, que representa o sagrado (Prussin, 1974 apud Faria, 2011, p. 55): “o centro do universo é a terra em si mesma, na qual seus ancestrais residem e da qual eles vêm, o que valida o conceito da terra ter o caráter sagrado”.

Dada a antiguidade de utilização deste material, foram contempladas neste artigo três culturas construtivas tradicionais africanas como ilustração de arquitetura de terra: a arquitetura das abóbadas dos núbios, as construções do Mali e as habitações Musgum. Estas culturas construtivas aparecem em diferentes partes do continente africano, sendo possível identificar, por exemplo, a construção de abóbadas e cúpulas com adobes dos núbios (Fathy, 1980) de maneira semelhante nas encontradas em Dakar, no Senegal e no Sahel, em Burkina Faso (Paquier, 2015). Necessário apontar que estas culturas construtivas são apropriadas às condições de clima árido, adequando-se às grandes variações de temperatura entre o dia e a noite.

Fathy (1980) descreve, aqui de forma sucinta, a técnica da construção das abóbadas e cúpulas dos núbios com a utilização de adobes feitos a partir de barro pisado, que pode ser complementado com componentes naturais como esterco ou palhas, e secos ao sol. A técnica do arco sem cimbramento é constituída por uma parede elevada a fim de criar o escoramento para a abóbada, sendo desnecessário o uso de formas para escorá-la. No processo, não há argamassa entre os adobes da mesma fiada e é preciso que haja uma inclinação das fiadas para que os adobes se apoiem na parede elevada. Os tijolos precisam ser sulcados para que agreguem melhor a argamassa, como pode ser observado na figura 3. No término da construção, as superfícies são rebocadas para dar o acabamento e proteção contra as intempéries.



Figura 3 - Construção de abóbadas com adobes pelos núbios; Mercado em Nova Gurna, no Egito; Construção de abóbadas com adobes pelos senegaleses; Hassan Fathy Village (da esquerda para direita) (Fathy, 1980); (Paquier, 2015)

As construções do Mali são marcantes na sua imponência e de grande fluidez estética (figura 4). A base da construção é composta por adobes também feitos a partir de barro pisado com esterco, resinas ou palhas e secos ao sol. Os rebocos são de grande espessura, modelando as formas curvas das construções. Os troncos de madeira cravados nas paredes aumentam a resistência estrutural, permitem a sua dilatação e contração sem fissurar e servem de apoios para a manutenção dos rebocos exteriores. A arquitetura maliana é intrínseca à interação do homem com o meio ambiente seco e de ventos fortes, predominantes na região. Segundo Oliver (2006), as construções, além da força de expressão criativa e autêntica, trazem técnicas complexas para a adaptação à atmosfera em que estão inseridas.

Para Figueira (2016), a ação coletiva de reparação dos rebocos das construções, após as épocas chuvosas, constitui um momento comunitário de trabalho e festividade. Para além da manutenção periódica, o contato humano com a construção é também cultural, pois é feito de modo ativo, numa relação manual e sensorial de uma expressão própria e pessoal, através de manifestação estética e intuitiva de valores simbólicos transversais a uma cultura.



Figura 4 - Fonte: Manutenção da Mesquita (à esquerda em cima); Adobes expostos antes da recomposição do reboco e após a modelagem (à direita); Habitação no Mali (à esquerda embaixo) (Oliver, 2006); (Fontaine, Anger, 2009)

Partindo para outra cultura construtiva, nas Casas Musgum é possível observar a superfície irregular (figura 5).

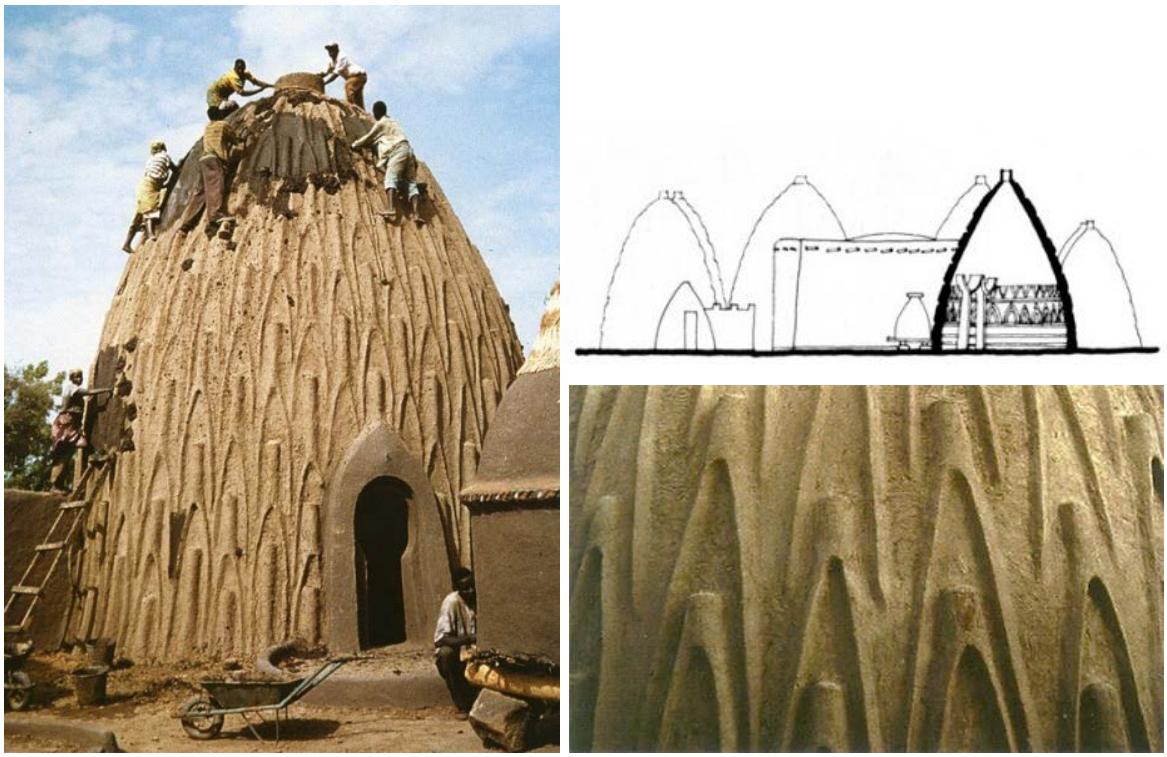


Figura 5 - Casa Musgum e manutenção periódica da construção (à esquerda); Base mais larga das paredes confere estabilidade (à direita em cima); Detalhe da textura do grupo familiar (à direita embaixo) (Fontaine, Anger, 2009)

Os juncos são geometricamente dispostos e são recobertos com barro. As casas são construídas no formato de arcos catenários, suportando a carga máxima com mínimo de material. Para construir o arco completo, que varia de 8.00 a 9.00 metros de altura, e para estruturá-lo, a geometria da fachada cria saliências na superfície das paredes que apresentam muitas funções, além do primoroso aspecto estético: servem de canais para condução da água das chuvas, apoio para a manutenção da construção (figura 5, à esquerda e à direita embaixo), que é sempre uma celebração dos moradores para o acontecimento. A base mais larga das paredes confere estabilidade (figura 5, no canto direito superior), enquanto que o pé-direito alto e abertura no topo propiciam o conforto térmico (Franco, 2010; Zilliacus, 2017).

As texturas que se diferenciam representam distintos grupos familiares. Segundo Guillaud e Houben (1989 apud Fernandes, 2006, p. 24), os relevos ou outras expressões arquitetônicas são ainda hoje os símbolos de identidade de grupos étnicos: “O continente africano é um bom exemplo de como a decoração em terra é ao mesmo tempo estética, mágica, religiosa, protetora e fundamentalmente útil”.

Parte deste conhecimento técnico, orientado pelas cosmovisões de mundo, foi deslocado e reelaborado no Brasil através de africanos escravizados, em novos contextos de sobrevivência e re-existência.

5 RECONSTRUINDO COSMOVISÕES NA ARQUITETURA AFRO-BRASILEIRA

Rapoport (1984) discorre sobre a importância da territorialidade na diferenciação dos espaços naturais e as percepções da cultura, havendo uma interrelação entre ambos, tal qual à fixação dos árabes que Fathy (1980) menciona no caso dos árabes nas novas territorializações que moldam a cultura na sua constante dinâmica.

Também nesta acepção, Sodré (1988) constata que o patrimônio simbólico negro brasileiro afirmou-se como território mítico-religioso, para sua transmissão e preservação. Para os membros desprovidos de uma civilização, separados de seus grupos étnicos, e de um território físico, como os africanos e seus descendentes à época do escravismo, a possibilidade de se reterritorializar na diáspora foi a estratégia encontrada para uma re-existência. Neste ínterim, tomam-se os quilombos distribuídos pelo território brasileiro e a arquitetura afro-brasileira na paisagem urbana para assinalar esta reterritorialização.

Munanga (1995, 1996 apud Pereira, 2011) informa que o círculo, para a cosmologia africana, serve de base para o espaço da existência humana e dá ideia de uniformidade, continuidade e seguimento de energia para a construção do ciclo de vida. Para Pereira (2011), a referência circular ocorre porque, na cosmologia africana, o círculo é de relevante importância. E em várias manifestações afro-brasileiras, como a roda do samba e a capoeira, a roda dos terreiros, entre muitas outras, carregam um importante significado. Ramos (2013) também detecta que a circularidade é um princípio ancestral africano, que simboliza o tempo presente na junção do passado com o futuro.

Pereira (2011) reconhece, em seus estudos em comunidades quilombolas, que a circularidade inspirou muitas comunidades quilombolas, cujo círculo se mantém na organização espacial, semelhante à cosmovisão africana. A arquiteta cabo-verdiana aponta que, na comunidade quilombola de São Cristóvão em São Mateus, norte do Espírito Santo:

> no centro da comunidade estão às residências das pessoas mais experientes da comunidade, podemos chamar de líderes comunitários [...]. Nesse mesmo miolo encontramos a casa de farinha, outras áreas comuns e de convívio da comunidade: a igreja, o campo de futebol (Pereira, 2011, p. 9).

Faria (2011), em sua pesquisa sobre influências da arquitetura de terra em Minas Gerais, busca indícios explícitos e implícitos da influência africana. Segundo a autora, as comunidades quilombolas, por estarem em locais afastados e fugidios, possuíam relativa autonomia para reconstituir referências culturais para o estabelecimento da organização espacial. Faria reúne uma série de desenhos, pinturas e escritos de pintores e viajantes

para ilustrar recriações da estrutura interna dos quilombos mineiros dos séculos 16 a 18 (figura 06 - à esquerda), a exemplo do Quilombo de São Gonçalo, de 1769. A forma circular é identificada centrada na constituição de espaços de poder como do ferreiro, por exemplo, de ligado às ancestralidades em sociedades africanas que, nas comunidades quilombolas foram corporificados também em novas ressignificações como a casa do tear ou dos pilões, representando uma reelaboração de estruturas políticas, econômicas e sociais similares ao do continente ocidental africano.

Outra fonte de informações acerca desta circularidade de comunidades quilombolas pode ser verificada em Barreto (2006) na comunidade Kalunga, localizada junto à divisa entre Goiás e Tocantins, que data, aproximadamente, de meados do séc. 18 (figura 06 - à direita).

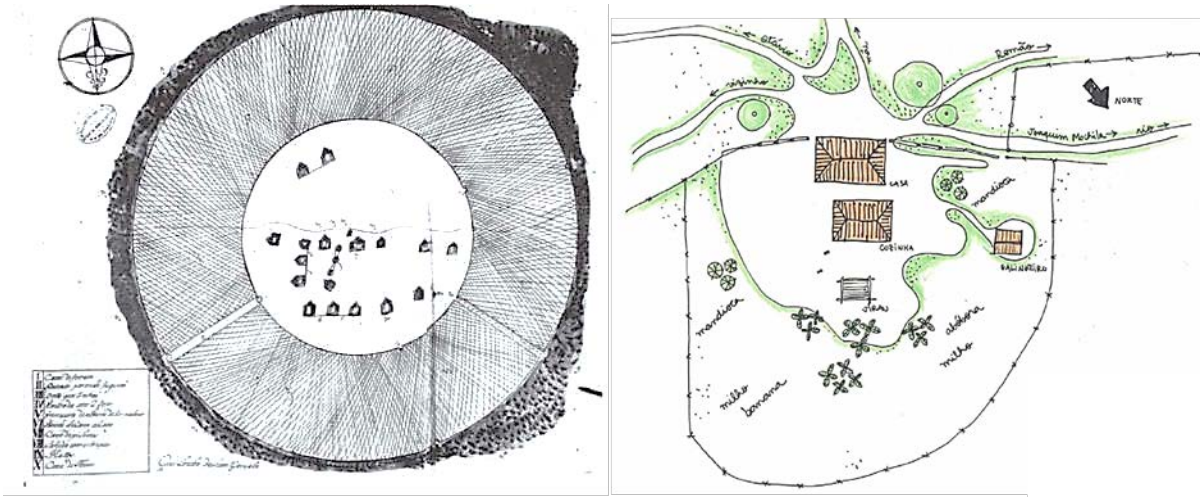


Figura 6 - Planta do Quilombo de São Gonçalo (à esquerda) (BIBLIOTECA NACIONAL, 1992, p. 107 apud FARIA, 2011, p. 76); Implantação de uma família da Comunidade quilombola Kalunga (à direita) (BARRETO, 2006)

E ainda são tomados os estudos de Sommer (2005), como aproximação dos *kraals,* conformação típica de um assentamento africano matrilinear, espacialmente delimitado através de um cercado periférico (ou *compounds*, terminologia britânica). Com base nas referências de Weimer (2005), a autora elabora uma interpretação da forma de ocupação espacial em 1940 de uma família afro-brasileira, a Família Silva, em Porto Alegre para analisar a configuração socioespacial de uma área constituída por quilombo urbano.

Em relação à arquitetura de terra, sob uma cosmovisão afro-brasileira, entende-se os conhecimentos ancestrais como mantenedores de uma tradição mítica africana ou uma ressignificação desta tradição. Para Oliveira (2003), a ancestralidade africana reverencia seus ancestres, seguindo-lhes os passos e preceitos. Envolve a força dos seres da natureza, o princípio da senhoridade, do respeito aos mais velhos, do conhecimento passado de geração a geração, tendo na oralidade e no fazer a transmissão dos saberes e fazeres.

Para exemplificar, expõe-se a comunidade quilombola de Salamina Putumuju, de meados do séc. 18, em Maragojipe, na Bahia. Nesta comunidade, as casas são construídas com a técnica da taipa de mão. Velame (2013, p. 11) afirma, em relação aos conhecimentos das comunidades quilombolas locais, que:

> a retirada da madeira da estrutura primária da casa que compõe os pilares (forquilhas), as vigas (travessas), terças, cumeeiras só podem ser feitas no verão e na primavera, nos três dias depois da lua cheia, durante a lua minguante, e apenas durante a maré baixa, de preferência no início do dia. Isso se deve porque durante a lua cheia as marés atingem sua altura máxima, aumentando o nível de umidade no ambiente que são absorvidas pelas madeira que, consequentemente, incham, aumentam de volume e de seção, facilitando a entrada e penetração de cupins e, principalmente, brocas, sobretudo, nas madeiras claras que possuem maior índice de

materiais ligantes entre as fibras da madeira que serve de alimentos a esses insetos.

Estes saberes-fazeres construtivos possuem uma forte relação com o lugar, com o sítio e a natureza. São conhecimentos técnicos que estão relacionados ao ciclo natural e constituem um saber ancestral.

6 PARA CONCLUIR

Conclui-se neste artigo que as técnicas milenares da arquitetura africana de terra sobreviveram, mesmo tendo havido o surgimento de sistemas construtivos mais avançados tecnologicamente e mais produtivos, porque há em sua essência a perspectiva cultural na relação com o metafisico, cuja significado e sentido estão relacionados à forma-conteúdo, que une, segundo Santos (2006), o processo e o resultado, a função e a forma, o passado e o futuro, o objeto e o sujeito, o natural e o social.

As culturas construtivas milenares africanas da arquitetura de terra são acúmulos de conhecimentos. Para preservar este conhecimento são necessários pesquisas, registros, aprendizagem e aperfeiçoamento.

REFERÊNCIAS

Barreto, J. N. (2006). Implantação de infra-estrutura habitacional em comunidades quilombolas: o caso da comunidade quilombola Kalunga. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Brasília: PP-GAU/UNB.

Chin, A (2010). Musgum earth architecture. Disponível em: <https://www.designboom.com/architecture/musgum-earth-architecture/> Acesso em: 4 jun. 2018.

Eyck, A. V. (1975). La Interioridad del Tiempo. In: Jencks, Charles e Baird, George. El Significado en Arquitectura. Rosario/ Madrid: Hermann Blume.

Fathy, H. (1980). Construindo com o povo: arquitetura para os pobres. Trad. Maria Clotilde Santoro. Rio de Janeiro: Salamandra; São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.

Faria, J. P. R. (2011). Influência africana na arquitetura de terra de Minas Gerais. Dissertação de Mestrado. Escola de Arquitetura e Urbanismo. Belo Horizonte: PP-GACPS/UFMG. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/MMMD-8T7TBZ> Acesso em: 04 abr. 2018.

Fernandes, M. (2006). Técnicas de construção em terra. Terra: forma de construir. Arquitectura-Antropologia-Arqueologia. Lisboa: Argumentum.

Figueira, A. F. T. (2016). O carácter vernáculo na construção com terra no panorama contemporâneo. Faculdade de Arquitetura. Universidade de Lisboa. Disponível em: <http://docplayer.com.br/60756754-O-caracter-vernaculo-na-construcao-com-terra-no-panorama-contemporaneo.html> Acesso em: 28 mai. 2018.

Fontaine, L.; Anger, R. (2009). Bâtir en terre: du grain de sable à l'architecture. Doat, P.; Houben, H.; Van Damme, H. (collaborateurs). Belin; Cité des sciences et de l'industrie.

Franco, J. T. (2014). Arquitetura vernacular: casas Musgum nos Camarões. Trad. R. Baratto.

Guillaud H.; Houben H. (1989). Traité de Construction en Terre. Marseille: Editions Parenthéses.

Jencks, C. (2002). The New Paradigm in Architecture: The Language of Post-Modernism. New Haven, Londres: Yale University Press.

Oliveira, E. (2003). Cosmovisão Africana no Brasil: Elementos para uma filosofia afrodescendente. Fortaleza: LCR.

Oliver, P. (2006). Built to meet needs: cultural issues in vernacular architecture. Oxford: Architectural Press. Disponível em: <https://ia801800.us.archive.org/10/items/Built_to_meet_Needs/Built_to_meet_Needs.pdf> Acesso em: 17 out. 2016.

Paquier, A. (2015). Construction en terre dans la région de Dakar. Théorique de Master en Architecture SAR/ENAC/EPFL. Lausanne, France.

Pereira, V. M. T. B. (2011). A herança da arquitetura africana nas comunidades quilombolas. Anais do XXVI Simpósio Nacional de História – ANPUH. São Paulo. Disponível em: <http://www.snh2011.anpuh.org/resources/anais/14/1308185752_ARQUIVO_herancadaarquiteturaafricana.pdf> Acesso em: 30 mar. 2018.

Ramos, M. E. R. (2013). Bairros Negros: uma Lacuna nos Estudos Urbanísticos. Um estudo empírico-conceitual no Bairro do Engenho Velho da Federação, Salvador (Bahia). Tese de Doutorado. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo / UFBA. Salvador: PP-GAU/UFBA.

Rapoport, A. (1969). House, form and culture. New Jersey: Prentice-Hall Inc. Disponível em: <http://www.fastonline.org/CD3WD_40/JF/433/25-603.pdf> Acesso em: 08 set. 2015.

Rapoport, A. (1984). Origens culturais da arquitetura. In: Snyder, J. C. e Catanese, A. Introdução à Arquitetura. Rio de Janeiro: Ed. Campus Ltda.

Raposo, I. (2012). Notas em torno da África Urbana de David Adjaye. Disponível em: <http://www.buala.org/pt/cidade/notas-em-torno-da-africa-urbana-de-davidadjaye>.

Santos, M. (2006). A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção. 4ª ed. 2ª reimpr. São Paulo: Edusp.

Sodré, M. (1988). O Terreiro e a Cidade: a forma social negro-brasileira. Petrópolis: Vozes.

Sommer, M. F. (2005). Territorialidade negra urbana: a morfologia socioespacial dos núcleos negros urbanos segundo a herança histórica comum. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre: PROPUR / UFRGS.

Velame, F. M. (2013). Arquiteturas de terra do Quilombo Salamina Putumuju: o valor da terra em esquecimento. Anais do IX ENECULT - Encontro de Estudos Multidisciplinares em Cultura. Salvador, Bahia.

Weimer, G. (2005). Arquitetura popular brasileira. São Paulo: Martins Fontes.

Zilliacus, A. (2017). 11 Técnicas vernaculares de construção que estão desaparecendo. Trad. G. Pedrotti Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/867182/11-tecnicas-vernaculares-de-construcao-que-estao-desaparecendo> Acesso em: 4 jun. 2018.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à UNIME-LF pela oferta de apoio através do Programa de Iniciação Científica e aos estudantes que participaram desta pesquisa.

AUTORES

Maria Estela Rocha Ramos Penha, graduada em Arquitetura e Urbanismo pela UFES, mestre e doutora em Arquitetura e Urbanismo pela UFBA. Possui experiência profissional na área de projetos de arquitetura e projetos comunitários. Atua como arquiteta e professora em curso de Arquitetura e Urbanismo - UNIME/Lauro de Freitas-BA, no qual também coordena o Escritório Modelo de Arquitetura e Interesse Social (EMAIS E+) e participa do Programa de Iniciação Científica.
Currículo Lattes: http://lattes.cnpq.br/3100513551876982

Ilana Ramos Costa Santos, graduada em Gastronomia pela Universidade Federal da Bahia, estudante de Arquitetura e Urbanismo na UNIME/Lauro de Freitas-BA, pesquisadora de iniciação científica com o tema Arquiteturas Africanas e Afro-brasileiras e possui interesse em Arquitetura Sustentável. Currículo Lattes: http://lattes.cnpq.br/7507901322354710

Israel Jonatas Veloso dos Santos, formado no curso profissionalizante em Técnico em Edificações pela UNIME/Lauro de Freitas-BA na qual é estudante de Arquitetura e Urbanismo e pesquisador de iniciação científica com o tema Arquiteturas Africanas e Afro-brasileiras.
Currículo Lattes: CV: http://lattes.cnpq.br/5908008510391685

TerraBrasil 2018
Território e trabalho: a produção da arquitetura com terra no Brasil
VII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Rio de Janeiro-RJ (Brasil), 30 de outubro a 2 de novembro de 2018
http://redeterrabrasil.org

ARQUITETURA TRADICIONAL DE TERRA NO VALE DO RIBEIRA – ENTRE A CULTURA QUILOMBOLA E A COLONIZAÇÃO JAPONESA

Akemi Hijioka[1]; Alain Briatte Mantchev[2]

[1]IFSP- Campus Registro Grupo Habis IAU USP/Rede TerraBrasil, Brasil, ahijiok@ifsp.edu.br

[2] Estúdio Arquitetura da Terra/Rede TerraBrasil, alain@alain-mantchev.com

Palavras-chave: território, imigração japonesa, quilombo, construção, taipa de mão

Resumo

A região do Vale do Ribeira, é atualmente um grande mosaico de unidades de conservação, tendo o rio ribeira de Iguape o seu principal eixo de desenvolvimento até o inicio do século XX. A região passou por diversos ciclos de desenvolvimento desde o Brasil colônia recebendo imigrantes da África, Europa e Japão, o que favoreceu o desenvolvimento de uma arquitetura própria, tendo a taipa de mão como técnica comum, são técnicas ainda vivas em muitos quilombos da região.

1 INTRODUÇÃO

A região do Vale do Ribeira foi o local das primeiras ocupações na costa brasileira no século XVI, inicialmente com a função de defesa, em seguida com a ocupação de expansão, exploração do território português. Naquele período, o povoamento, restrito ao litoral e com uma economia baseada na pesca, coleta e lavoura de subsistência, teve a fundação de dois pequenos núcleos: Cananéia e Iguape, que funcionaram como "'cabeça-de-ponte' para servir ao processo de penetração para o interior" (Petrone, 1961, p. 25).

No século XVII, a economia da região toma impulso com a mineração, visto que no Vale foram encontradas as primeiras jazidas auríferas do país. Este primeiro empreendimento econômico em escala comercial fez com que a região apresentasse um relativo desenvolvimento, segundo Braga (1999, p. 55), "concentrado, no entanto na Vila de Iguape, que por sua posição estratégica tornou- se a porta de escoamento do metal, tendo sediado, inclusive, a primeira casa de fundição de ouro do país, a 'Casa Real de Fundição[1], construída em 1635".

Durante o "ciclo do ouro", a população avança para o interior, seguindo o curso do rio Ribeira de Iguape, o qual perpassa quase toda região. As origens de Registro, Eldorado, Juquiá, Jacupiranga, Iporanga, Cajati, Apiaí, Pariquera-Açu e Sete Barras estão todas relacionadas com o processo de interiorização à procura do ouro, por meio das vias fluviais, as quais tiveram um importante papel no povoamento do Vale[2].

O Vale do Ribeira apresenta uma grande diversidade de paisagens. O Alto Ribeira, é marcado pela presença da Serra do Mar, apresentando uma paisagem montanhosa e florestada, por onde passa o Rio Ribeira, em cujas margens situam-se cidades e municípios como Iporanga, Apiaí, Ribeira, Itaoca. A região do Médio Ribeira é marcado pela presença do rio que recebe vários afluentes como o Juquiá, o Jacupiranga e onde se situam cidades como Eldorado, Sete Barras, Juquiá, Jacupiranga e Registro. Já na região do Baixo Ribeira as terras são mais planas e inundáveis, onde o rio desce em meandros até desembocar na região litorânea próxima a Iguape.

---

[1] A casa funcionou até o dia 12 de abril de 1763. Atualmente o prédio é sede do Museu Municipal de Iguape.

[2] "O sistema de comunicações obedecia à disposição dos principais cursos de água, os quais se constituíram, desde a fase aurífera do final do século XVI até os anos 30 do século XX, nos caminhos naturais de penetração e povoamento. Dada a disposição desses cursos fluviais que se abriram em leque do litoral para a retroterra, o núcleo de Iguape torna-se ponto forçoso de passagem" (Müller, 1980, p. 32).

A arquitetura ao longo dessa paisagem reflete o espaço[3] encontrado, isto é, as construções do baixo ribeira são, predominantemente, de taipa de pedra e uso de cal oriundo dos sambaquis, encontrados abundantemente na região. Já o médio e alto ribeira, a terra é o principal material utilizado na construção, e o sistema misto de construção é a taipa de mão em suas diferentes variações ao longo do Vale do Ribeira.

2 AS TAIPAS DE MÃO

A taipa de mão foi utilizada em grande parte das construções ao longo do Ribeira, os aspectos técnicos históricos de origem negra, cabocla teve predomínio durante mais de três séculos. Com a vinda dos imigrantes japoneses, a taipa de mão passa a ter uma nova versão, que traz consigo parte da técnica milenar japonesa do tsuchikabe[4] e a adaptação desse saber aos trópicos.

O negro foi introduzido a partir do século XVI para exploração do ouro na região, a região aurífera do alto e médio ribeira descoberto em meados do século por exploradores portugueses trouxe no período um grande contingente de escravos. O primeiro ciclo do ouro ocorreu nos afluentes do Rio Ribeira, o ouro de aluvião era explorado e as regiões tem marcas desse período, como a primeira casa de fundição do ouro, a cidade de Registro no médio Ribeira que carrega o nome do local onde se registrava o quinto do ouro cobrado pela coroa portuguesa.

Houve o período em que a população negra na região era de 50%, com a descoberta de ouro em Minas Gerais, os exploradores abandonaram a região deixando para traz um grande numero de negros, esta região atualmente tem cerca de 88 comunidades quilombolas (Instituto Socioambiental, 2013).

A imigração de origem europeia teve sobretudo na região de Pariquera Açu, onde famílias alemãs, polonesas, e búlgaras se instalaram na região.

A imigração japonesa ocorreu no inicio do século XX, numa modalidade até então inexistente de um planejamento territorial voltado à fixação das famílias através da agricultura familiar. Uma área de 50 mil hectares de terras devolutas do Estado de São Paulo foi cedida ao governo japonês na condição de introduzir duas mil famílias. Esse plano ocorreu em três etapas, a primeira delas foi de forma experimental numa área denominada Jipovura, no baixo ribeira, no município de Iguape. Lá foram introduzidas 33 famílias, havia escolas, usinas de beneficiamento de arroz, postos de atendimento médico e uma variedade grande de comércio; configurando na década de 1920 como um bairro de grande movimentação, "...até as pessoas de Iguape iam fazer compras em Jipovura, pois encontrava uma variedade maior de produtos ..." [5] (Fortes, 2005)

Com o sucesso de Jipovura, a empresa de imigração partiu para a fase seguinte de ocupação de 576 lotes, cada lote tinha em média 250 m de testada com 1 km de laterais, ou seja, cerca de 10 alqueires, ou 25 hectares.

A nova área Ribeira acima era muito mais desafiadora, pois predominava uma paisagem diferente de mata virgem e em quantidade muito maior. As famílias que ali chegavam ficavam inicialmente em hospedarias, até que em um sistema de mutirão, conseguissem abrir uma clareira e construir uma unidade mínima habitável para que a família pudesse

[3] Espaço neste contexto entendida como o espaço santosiana (Santos, 2006 p 39).

[4] Termo japonês que denomina parede de terra

[5] O Jipovura possuía engenhos de arroz, casas de comércio, agência de correio, escola e muitos outros estabelecimentos. Era comum os habitantes da cidade de Iguape irem até a colônia fazer compras, onde a mercadoria era mais variada e barata. Em 1915, já estavam instaladas no Jipovura 29 famílias japonesas, totalizando 121 pessoas. No ano seguinte, esse número subiria para 30 famílias, num total de 136 indivíduos. Em 1915, existiam 16 casas construídas, sendo 20 em 1916. A área da colônia foi dividida em 27 lotes de 25 hectares cada um e mais cinco lotes de 15 hectares destinados aos colonos sem recursos. Existia uma serraria onde se industrializava a madeira extraída das redondezas, além de diversos engenhos de aguardente.

instalar. Essa unidade mínima consistia em uma casa construída de toras de jiçara[6] de cerca de 2m x 4m onde ficariam abrigados, até que pudessem colher as primeiras safras, obter algum recurso e construir uma casa definitiva, que são objetos deste artigo.

2.1 As casas do quilombo

A taipa de mão foi a principal técnica construtiva até meados da década de 1990 na grande maioria dos quilombos da região, estando ainda muito viva no imaginário local, e frequentemente citado pelos moradores. Apesar de atualmente a maioria das habitações serem construídas com blocos cerâmicos ou de cimento, é facilmente encontrado extensões das habitações feitas em taipa de mão, utilizadas em sua maioria como cozinha equipadas com fogão a lenha construído em taipa de pilão.

Os quilombos têm origem na fuga dos trabalhadores escravizados, que por sua vez constituíram vilas de resistência frente ao colonizador português. Importante ressaltar que, as pessoas trazidas na condição de escravos de diversas partes da África eram separadas de seus grupos e postos com outras pessoas escravizadas que possuíam língua e costumes diferentes, com objetivo de dificultar a organização de motins. Proporcionando, portanto, um distanciamento de sua cultura de origem.

Essas vilas de resistência desenvolveram-se sempre com a ameaça de um ataque dos colonos portugueses, e mesmo com a abolição da escravatura só obtiveram seu reconhecimento pelo território com a promulgação da Constituição de 88. Mesmo assim apenas dois quilombos da região possuem a titularidade integral do território (Instituto Socioambiental, 2013). É evidente que todo esse histórico de incertezas refletiu no desenvolvimento da arquitetura tradicional quilombola, sendo atualmente a casa de taipa de mão um dos símbolos da resistência.

A habitação quilombola tinha que ser erguida rapidamente, o que é feito em torno de três semanas. Da retirada da madeira ao barreamento realizado em regime de mutirão. As construções possuem um ciclo de vida médio de 30 a 40 anos, o que é considerado bom, segundo os moradores.



Figura 1. Casas quilombolas tradicionais, Quilombo de Praia Grande, Iporanga/SP (crédito: A. Mantchev, 2015)

Em vivências de campo que tinham por objetivo a construção de receptivos turísticos para a utilização no turismo de base comunitária (Circuito Quilombola)[7], foram postos de frente os comunitários que detém a técnica e conhecimento na construção de casas de taipa de mão e os jovens das comunidades. Foi observada a capacidade de manejo dos recursos florestais na retirada da madeira em consonância com a dinâmica da floresta. A madeira não é só escolhida pela sua qualidade estrutural, mas também, em como a sua retirada irá

[6] Palmeira jiçara ou jussara (*Euterpe edulis*). É uma palmeira que pode alcançar até 15 metros e com diâmetro de 15 centímetros. Seu tronco reto e fibroso foi largamente usado no período colonial como matéria-prima para o fornecimento de ripas para os telhados e as tramas das paredes de taipa de mão.

[7] realizados por A. Mantchev

impactar a floresta e na recuperação da formação da clareira formada, as árvores matrizes são sempre preservadas e há uma cultura de se utilizar arvores caídas, que por vezes ficam na mata por mais de uma década. Importante observar que a relação da cultura quilombola com a floresta não é a de exploração, tampouco a de preservação intocada, usam a floresta para suprir suas necessidades. Todo o material é fornecido pela floresta com exceção dos pregos.

Até o começo da década de 1990, havia uma relação do manejo da paisagem para a manutenção das casas, como as zonas de cipós, taquarais e os campos de sapê e capim do mato que eram devidamente cuidados a fim de se obter materiais de qualidade. A partir então da transição para os materiais industriais esses campos de manejo deixaram de ser cuidados com afinco, dificultando a obtenção destes materiais atualmente.

Para o manejo da terra, devido ao trabalho pesado de se misturar a terra até o ponto plástico de aplicação nas paredes são organizados os mutirões ou puxirões na linguagem local. Realizados na maioria das vezes em fins de semana para serem momentos festivos de finalização das construções. Apesar da terra ser trabalhada em um tempo curto os locais de extração e comportamento da terra são bem conhecidos, como as terras para as paredes e as terras para os revestimentos.



Figura 2. Construção e barreamento da casa de taipa de mão (crédito: A. Mantchev, 2015)

2.2 As casas dos imigrantes japoneses

A casa definitiva, assim como a primeira casa emergencial, foi construída com os recursos existentes no seu entorno, ou seja, madeira e terra. Entretanto sua construção era mais elaborada, adequando às necessidades de cada família e sua atividade produtiva. Desta forma, cerca de 500 casas haviam sido construídas nos primeiros 20 anos da imigração japonesa na região, com imensa variedade quanto ao seu tamanho, podendo ser térreas, em dois pavimentos, com construção da área de trabalho conjugado à moradia ou separadas. A despeito de atender às necessidades de cada família, as casas apresentavam uma linguagem comum, a inserção de elementos da arquitetura japonesa como as telhas em *irimoya* vistas em muitas delas. Outro aspecto comum entre elas era o uso da unidade métrica japonesa denominada *shakkanhou*, apesar de não adotarem o tatami como piso de suas casas, a sua medida era adotada na modulação dos espaços. Foi possível comprovar essas medidas nas diversas casas durante o levantamento de campo.



Figura 3. Residências dos imigrantes japoneses (crédito: A. Mantchev, 2016)

A construção dessas casas era feita a partir da conversa entre o proprietário e o carpinteiro, a partir de croqui bastante simples, riscado em pedaços de tábua. Baseado nesse croqui, todo o material era providenciado, e as peças estruturais, vigas, pilares e cobertura eram preparadas com antecedência até o dia da montagem da casa, denominada *tatemae*. Todas as peças recebiam durante o preparo das sambladuras, um código alfanumérico onde podia ser lido a posição e o local a ser encaixado. Sob o comando de um mestre, no sistema de mutirão, a estrutura era montada de uma só vez, e coberta. Para depois receberem o elemento de vedação, que era de uma versão japonesa da taipa de mão, ou pau a pique.

A técnica mista era adotada em toda a região, embora tenha em comum o entramado para receber a aplicação de barro, a versão japonesa tinha um aspecto diferente, como observado por Baldus e Williams (1941, p.123) ".... diferentemente do aspecto rudimentar dos caboclos da região a parede das casas dos imigrantes japoneses são cuidadosamente alisados...."

A montagem da casa, ou *tatemae* no vocabulário japonês, é o momento de trabalho coletivo. No Japão essa ação era denominada de *yui*[8], mas passaram o adotar o termo local, que era o "puxirão[9]". Na literatura em língua japonesa sobre a história da colonização pode se ver o termo escrito em japones "プシロン" grafado em katakana, e mostra a adoção dos termos locais (Handa, 1987). O seu significado é o trabalho conjunto para colheita, plantio, roçada, construção, ou outra atividade que exija um esforço coletivo, no puxirão o dono da casa chama a comunidade para executar o trabalho e oferece o alimento para o dia de trabalho, normalmente no final do dia ocorre o baile. Segundo Paulo Pupo[10], "é o trabalho festivo". Embora o trabalho coletivo seja comum em várias culturas, o fato de incorporar o novo termo implica de alguma forma, na desconstrução daquilo que tinham como certo. Essa adaptação e ajuste ocorreram em grande parte do viver, por parte dos japoneses, o povo local já acumulava séculos de conhecimentos, sobretudo com relação à natureza que o cerca, e o tempo das coisas, essenciais à sua sobrevivência. Esse repertório foi prontamente apropriado e adotado pelos novos integrantes do Vale do Ribeira.

3 AS TAIPAS DO RIBEIRA

A técnica utilizada em ambas culturas foi a técnica mista, onde os elementos de vedação era a taipa de mão, ou pau a pique, que consiste na aplicação de barro em um entramado. Do lado quilombola a técnica prevalece até a atualidade, sobretudo em pequenos povoados onde não existe acesso para veículos. Já a técnica da taipa japonesa não é praticada na região, mesmo que os exemplares centenários comprovem a qualidade e durabilidade; a cultura de que o material industrializado, encontrado nos depósitos, como a mais adequada, é hegemônica. Ao analisar as paredes de taipa de mão das moradias dos imigrantes japoneses, pode se verificar que carrega elementos de diferentes culturas, nascendo uma técnica híbrida local como relacionado na tabela 1.

Pode se destacar nesta relação, a espessura da parede, que comparada à versão quilombola e cabocla, representa quase a metade da espessura. Isto é, a parede das casas dos quilombos feitas em taipa de mão, tem em torno de 12 a 15 cm de espessura, enquanto que as paredes das casas dos imigrantes japoneses têm em média em torno de 7 a 9 cm de espessura. O trabalho do preparo do barro plástico é uma das demandas que mais

[8] Yui cuja grafia japonesa - 結い é o conjunto dos ideogramas 糸 e 吉 que significam respectivamente linha e junção e tem o sentido de juntar, ordenar, ligar algo disperso. O conjunto desse ideograma representa o trabalho coletivo, de ajuda mútua em comunidades, 吉 isoladamente significa sorte também. Portanto no seu sentido etimológico, é associado à coisa positiva que traz isso como elemento agregador que traz beneficio coletivo.

[9] O termo mutirão, como conhecido hoje, não era usual, isso pôde ser comprovado em conversas na comunidade quilombola de Ivaporunduva, onde explicaram os vários termos que denominam o trabalho coletivo. Mutirão é um termo novo para eles, já o puxirão é o termo que sempre fez parte da comunidade.

[10] Coordenador da Associação Quilombo de Ivaporunduva na gestão do ano 2016, liderança da comunidade quilombo do mesmo nome.

sobrecarregam os trabalhadores na produção da taipa de mão; dessa forma a espessura reduzida da versão japonesa implica em menor volume de material a ser preparado.

Tabela 1. Aspectos da cultura hibrida da taipa de mão das casas dos imigrantes japoneses

Tradição Japonesa	**Cultura Local**
Entramado com espaçamento pequeno	Utilização dos troncos da palmeira Juçara para fazer o entramado
Inexistencia da estrutura de travamento horizontal, utilizou-se apenas o engastamento periférico	Utilização do cipó Imbé e Timbopeba
Medida entre eixos do entramado em torno de 4 cm	Predominância do uso do sapê no lugar da palha de arroz.
Tipo de laçamento das ripas do entramado típico japonês. *mawariami*	Uso da terra imediatamente após o preparo da terra
Uso de ferramentas (kote) no acabamento das paredes (lisas)	Localização dos tipos adequados da terra no entorno das construções
Espessura em torno de 7 a 8 cm (metade da espessura vigente local)	O tempo das coisas. (época certa para coleta da madeira, do cipó, da terra...)
Execução de 3 camadas	A técnica de coleta dos materiais.



Figura 4. Espessura da terra aplicada na trama de jiçara e medida dos feixes (crédito: A. Hijioka, 2013)



Figura 5. Espessura da parede a abertura com viga de madeira de 11,5 X 11,5 cm (crédito: A. Hijioka, 2014)

A espessura reduzida foi possível em função de que cada plano de parede seja de menor área, ou seja, a estruturação modular dos pilares que segue a medida do tatami e raramente ultrapassa a largura de 1,81 cm e seu entramado tem cerca de 4 cm pois são feitas somente de ripas de jiçara partida no sentido horizontal e vertical. Esse entramado fica engastado em toda a estrutura periférica, tanto nos pilares, quanto no baldrame e frechal em aberturas feitas a cada 30 cm.

Quanto ao entramado na qual se aplica o barro, a versão quilombola segue o padrão de pau a pique, onde os elementos verticais recebem em ambos os lados os elementos horizontais; compondo um entramado de mais de 10 cm para receber o barro.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A despeito de uma técnica comprovadamente boa, a taipa japonesa não teve continuidade, tampouco foi transmitida para outros povos. Isso se deve a toda uma conjuntura trazida de que os materiais industrializados eram melhores, o artesanal e local eram sinônimos de pobreza e precariedade. A casa de "material", assim como nas comunidades quilombolas, era algo almejado por todos e simbolizava a ascensão social, a imagem daquele que agora "tem condições de comprar", o senhor Benedito[11] afirma "...temos direito de ter as nossas casas como as casas das cidades" Esta afirmação de alguma forma mostra se antagônica, ao mesmo tempo que passa a almejar e valorizar as casas feitas de material comprado, em experiência vivida durante a pesquisa, o lugar da visita era o espaço construído em materiais industrializado e comprado; porém o espaço do aconchego e das relações mais próximas se davam ainda nas casas antigas de barro em volta do fogão de taipa[12].

Neste sentido, o presente artigo tenta trazer a reflexão sobre as construções em terra que falam do seu lugar, resultantes da condicionante local, material e social.

Posto os elementos materiais e técnicos, sua execução está atrelada à ação, e esta ação se dava por meio do Trabalho Livre, conceito formulado por Ferro (2006), o trabalho que vai além da mera troca de horas de atividade ou esforço físico por remuneração, mas um momento em que se atua com autonomia, autogestão e produção de conhecimento, onde todo o envolvido é permitido criar, colaborar, discordar e assentir (Hijioka, Joaquim, Ino, 2010).

A arquitetura pesquisada neste trabalho é intrínseca ao local na qual ela se insere, sua linguagem dialoga intimamente com o entorno; e este aspecto pode ser comprovado também através dos exemplares da arquitetura imigração japonesa. A unidade que pode ser lida nas centenas de casas na área de colonização japonesa no Vale do Ribeira, mostra que as famílias oriundas de várias regiões do Japão passam a adotar uma nova identidade na construção de suas casas. Isto é, do extremo sul como Okinawa até ao norte como a província de Hokkaido, em cada parte ao longo dos 2800 km, as moradias têm uma linguagem única representativa de cada região, entretanto essas variações não são reproduzidas aqui.

Quanto à adoção dos saberes locais, a viabilização da vida dos imigrantes tem uma relação direta com as práticas locais. Ao deparar com uma natureza distinta de sua terra natal, imposta pela condição de estrangeiro, apropriar se, o quanto antes, do novo espaço era fundamental para a sobrevivência. Esse espaço no sentido santosiano, de lidar não somente com a materialidade nela encontrada, mas também das dinâmicas e ações, do tempo ditado por esse lugar. Neste sentido, a relação amistosa com os povos locais foi de fundamental importância para o desenvolvimento de uma técnica autóctone; a parede de taipa de mão

[11] Benedito Alves da Silva, conhecido como Ditão, líder da comunidade quilombo de Ivaporunduva, em fala durante a entrevista em 2015.

[12] O fogão utilizado de uma boca só, feita em terra apiloada com três aberturas, uma para entrada da lenha, outras duas na parte superior, a primeira para colocar a panela e a segunda na extremidade para saída da fumaça.

que tem aparência de *tsuchikabe* contém em seu interior todo o saber da floresta construído pelo povo local.

Esses saberes, como por exemplo, sobre os feixes de jiçara que compõe a trama, devem ser de jiçara madura, que tem a porção lenhosa mais adequada para abrir em peças de cerca de 3 cm. A amarração desses elementos era feita em cipó, da espécie timbopeba ou Imbé, estas espécies têm o período adequado para coleta, do contrário ela se torna quebradiça e inutilizável. Dizem os mateiros, que o timbopeba deve ser puxado e enrolado antes de cortar a base, do contrário "...ela assusta! E dai você não consegue mais tirar..."[13]. Do Imbé se usa somente a casca, extremamente resistente e flexível, isso pôde ser comprovado em pesquisa de campo em uma das casas dos imigrantes japoneses[14], indicando que foram coletadas corretamente, através de sua durabilidade, que mesmo após quase 70 anos, os amarrios de imbé feitos nos feixes do entramado dessas casas apresentavam se íntegros e resistentes.

Diferentemente da atualidade, essas construções eram, acima de tudo, resultados do diálogo profundo com a natureza local, do conhecimento dos materiais e dos saberes que eram transmitidos na prática.

Dessa forma, o território usado era material e social, tanto os negros que fixaram nessas terras há mais de três séculos, quanto os imigrantes japoneses que chegaram há um século. Duas culturas distintas, que se encontraram no Vale do Ribeira, que hoje estão em quase uma centena de comunidades remanescentes de quilombo, quanto os imigrantes e os exemplares de arquitetura desse período configuram como a materialidade da leitura cuidadosa desses conhecimentos singulares e plurais, caboclas, quilombolas e japonesas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baldus, H.; Williams, E. (1941). Casas e túmulos de japoneses no Vale do Ribeira de Iguape. São Paulo: Revista do Arquivo Municipal

Braga, R. Raízes da questão regional no Estado de São Paulo: considerações sobre o Vale do Ribeira. Geografia, Rio Claro, v. 24, n. 3, dez. 1999

Ferro, S. (2006). O canteiro e o desenho. Em: Arquitetura e trabalho livre. São Paulo: Cosac Naify, 2006.

Handa, T. (1987). O imigrante japonês – Historia de sua vida no Brasil. Centro de estudos nipobrasileiros, Ed. T. A. Queiros

Fortes, R. (2005). A primeira colônia japonesa no Brasil. In: Iguape em imagens. Disponível en http://robertofortes.fotoblog.uol.com.br/photo20050904142704.html

Hijioka, A.; Joaquim, B.; Ino. A. (2014). Minka - The houses of japanese imigrants in Ribeira Valley, São Paulo, Brazil. In: Correia, M.; Carlos, G.; Rocha, S. Vernacular heritage and earthen architecture - Contribuitions for sustainable development. London: Taylor & Francis Group.

Instituto Socioambiental (2013). Inventário cultural de quilombos do Vale do Ribeira. São Paulo. Disponível em https://www.socioambiental.org/sites/blog.socioambiental.org/files/publicacoes/pdf-publicacao-final_inventario.pdf

Müller, G. (1980). Estado, estrutura agrária e população: ensaio sobre estagnação e incorporação regional. Petrópolis: Editora Vozes/CEBRAP

Petrone, P. (1961). Notas sobre os sistemas de culturas na Baixada do Ribeira. São Paulo. Boletim Paulista de Geografia, n. 39

Santos, M. (2006). A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo (Coleção Milton Santos, 1)

[13] Cristiano Furquim, relatado durante a dinâmica realizada no curso "Habitação quilombola – da floresta aos programas habitacionais" em 2016 no quilombo de André Lopes, Eldorado, São Paulo;

[14] Residência Okiyama, construída entre as décadas de 1920 a 1930, um dos exemplares tombado pelo IPHAN em 2010 como patrimônio arquitetônico da imigração.

AUTORES

Akemi Hijioka, doutora em arquitetura e urbanismo com especialidade em arquitetura da imigração japonesa e mestre em urbanismo; professora do Instituto Federal de São Paulo (IFSP) Campus Registro; membro do Grupo Habis (habitação e sustentabilidade) – IAU USP e da Rede TerraBrasil. Curriculo completo em http://lattes.cnpq.br/6483931563378439

Alain Briatte Mantchev, Arquiteto e Urbanista - Especialista em Arquitetura de Terra pelo CRAterre - Escola Nacional Superior de Arquitetura de Grenoble - França. Desenvolve projetos na área de meio ambiente, planejamento territorial, projetos residenciais, comerciais e edifícios de interesse social em terra. Atua nas comunidades tradicionais caiçaras e quilombolas nas regiões do Litoral Norte de São Paulo e do Vale do Ribeira no desenvolvimento de projetos de arquitetura e investigação da cultura construtiva em terra.

TerraBrasil 2018
Território e trabalho: a produção da arquitetura com terra no Brasil
VII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Rio de Janeiro-RJ (Brasil), 30 de outubro a 2 de novembro de 2018
http://redeterrabrasil.org

A MORADIA DE TAIPA DE MÃO NOS MUNICÍPIOS DO MARANHÃO, BRASIL

Andrea Garcez de Farias[1], Frederico Lago Burnett[2], Amanda Marques Gomes[3], Nubiane da Fonseca Vieira[4]

Departamento de Arquitetura e Urbanismo, UEMA, São Luís, MA, Brasil

[1]andreagarceez@gmail.com; [2]fredlburnett@gmail.com; [3]amandamarquesg2@gmail.com; [4]nubianevieira@gmail.com

Palavras-chave: Autoconstrução, arquitetura em terra, assistência técnica, identidade sociocultural, habitação rural

Resumo

Estado do Brasil com maior percentual de população rural, o Maranhão tem nas construções em taipa de mão uma alternativa habitacional para milhares de famílias pobres que recorrem à autoconstrução para conseguirem um abrigo. Entretanto, interesses privados e preconceitos morais e estéticos discriminam as construções em terra, ignorando suas possibilidades de qualificação e o grande potencial para resolução da carência habitacional da região, superior ao déficit urbano. O objetivo deste trabalho é demonstrar o valor cultural e o potencial construtivo de habitações de taipa de mão das comunidades rurais do Maranhão que, sem recursos financeiros ou acesso ao mercado da construção civil, autoconstroem suas casas com materiais extraídos da natureza, adequando-os aos seus modos de vida e trabalho. A pesquisa científica envolveu estudos bibliográficos e trabalho de campo sobre moradia rural em povoados do Maranhão, para identificar modos de vida e de trabalho da população, relações da moradia com as atividades produtivas exercidas dentro e fora da casa, métodos de construção, manutenção e ampliação da moradia. Foram aplicados questionários sobre composição familiar, cotidiano e atividades desenvolvidas no interior da moradia, além de registros fotográficos e arquitetônicos, identificando materiais, mobiliário e utensílios domésticos existentes na moradia e nas edificações anexas. Considera-se que extrair da natureza materiais para autoconstrução de moradias representa estratégia de sobrevivência para famílias rurais de baixa renda do Maranhão, pois a taipa de mão permite autonomia no tamanho, distribuição e ampliação dos ambientes, com baixo custo de manutenção.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o Maranhão apresenta o maior percentual de população vivendo em zona rural, com 36,6% dos habitantes, mais de 2 milhões de pessoas, vivendo no campo, possui os mais baixos indicadores de desenvolvimento humano, além de ter o maior déficit habitacional relativo do país (Déficit habitacional no Brasil 2015, 2018). Diante do cenário de vulnerabilidade econômica enfrentado por grande parte da população do Estado, em especial a rural, que inviabiliza a aquisição de materiais industrializados para construção de moradias e a necessidade da mesma, é que os moradores do campo constroem suas casas utilizando a terra como matéria-prima, através da autoconstrução[1].

É possível afirmar que as construções em terra já constituem parte da paisagem do interior do Estado. Levantamentos do ano de 2013 do Sistema de Informação da Atenção Básica (SIAB) do Ministério da Saúde identificam 28,6% de casas de taipa de mão com e sem revestimento no Maranhão contra 13,7% do Piauí e 3,9% do Brasil[2]. Em números absolutos, segundo a Fundação João Pinheiro (Déficit habitacional no Brasil 2015, 2018), era de 157.927 o número de domicílios permanentes rurais de paredes externas em taipa não

[1] Processo de trabalho calcado na cooperação entre as pessoas, na troca de favores, nos compromissos familiares. (Maricato, 1982)

[2] Disponível em: http://www.deepask.com/goes?page=Maranhao-tem-o-maior-percentual-de-casas-de-taipa-sem-revestimento-102-vezes-acima-da-media-do-Pais

revestida, referências essas que explicitam a forte presença da construção em terra no Estado. Burnett (2017) afirma que as precárias condições de moradia das camadas populares brasileiras são, em sua essência, uma das consequências materiais da situação histórica de marginalização social e dominação econômica em vivem, há séculos, amplas parcelas da população nacional, na cidade e no campo.

À vista deste cenário de destaque negativo, com os piores índices do país em relação à questão da habitação, o governo do Estado lança o programa Minha Casa, Meu Maranhão, que consiste na substituição das casas de taipa de mão ou de adobe por casas de alvenaria de bloco cerâmico, visando melhorar as condições de habitação, logo, diminuição do elevado déficit habitacional.

É perceptível que o programa tem a intenção de mudança do cenário maranhense, em relação ao déficit habitacional e ao melhoramento do índice de desenvolvimento humano (IDH), entretanto, é passível também de efeitos indesejados surgidos durante e após a execução do programa, afinal, trata-se de um modelo urbano de habitação que, implantado em meio rural, pode ignorar questões de extrema importância como o valor cultural que a casa de taipa de mão tem para as famílias do campo, que, através do multiuso, veem suas casas não só como abrigo, mas também como fonte de renda e lazer.

2 OBJETIVO

Demonstrar o valor cultural e o potencial construtivo de habitações de taipa de mão das comunidades rurais do Maranhão que, sem recursos financeiros ou acesso ao mercado da construção civil, autoconstroem suas casas com materiais extraídos da natureza, adequando-os aos seus modos de vida e trabalho.

3 METODOLOGIA

Com o objetivo de compreender os atuais modos de vida, a partir da moradia no espaço rural do Maranhão, Brasil, foram utilizadas as experiências observadas nas visitas de campo ao povoado de Pequizeiro, em Belágua, e São Miguel dos Correia, Cajari, dois povoados rurais do Maranhão. O município de Cajari localiza-se na Mesorregião Norte Maranhense e o município de Belágua encontra-se na Mesorregião Leste Maranhense. Os municípios se encontram em regiões diferentes, o que possibilita perceber tanto realidades comuns, pois se encontram no contexto do Estado na área de extrativismo, o que indica sobre as formas de produzir e viver destas populações, como realidades distintas, devido à identidade de cada comunidade.

Para cumprimento do objetivo proposto, foram desenvolvidos os seguintes momentos: pesquisa indireta de base teórica e estado da arte, juntamente com fontes secundárias de dados socioeconômicos e ambientais sobre o rural no Maranhão, e pesquisa direta, com trabalho de campo. O segundo momento consistiu na aplicação de entrevistas semiestruturadas, onde se observou questões relacionadas às formas de trabalho e atividades produtivas, sendo aplicados questionários sobre composição familiar, cotidiano e atividades desenvolvidas no interior da moradia, além de registros fotográficos, identificando materiais, mobiliário e utensílios domésticos existentes na moradia e nas edificações anexas, realizaram-se também levantamentos físicos das habitações, assim como da implantação dos anexos em torno da casa, estes em nível de croqui, com objetivo de entender as relações entre moradia, vida e produção. Utilizou-se de uma amostragem de 11 famílias residentes do Povoado de Pequizeiro e 10 famílias do Povoado de São Miguel dos Correia. As figuras 1 e 2 apresentam as plantas esquemáticas das casas estudadas, exemplificando a distribuição dos usos nas referidas moradias.

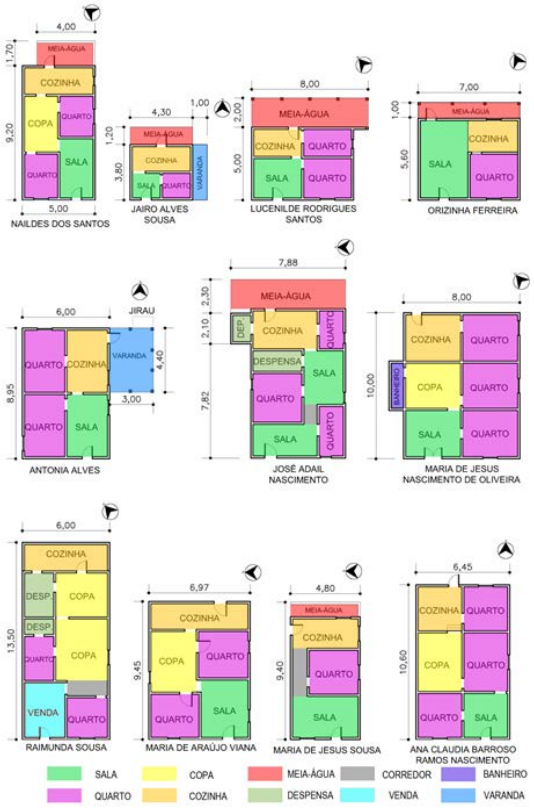


Figura 1: Zonificação dos ambientes das casas estudadas em Pequizeiro (Fonte: Latese[3])



Figura 2: Zonificação dos ambientes das casas estudadas em São Miguel dos Correia (Fonte: Latese)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Conhecendo os objetos de estudo

a) O povoado de Pequizeiro

O Povoado de Pequizeiro está localizado no município de Belágua, no Maranhão, a cerca de 7 km da sede urbana do município (figura 3). A partir de informações colhidas em entrevistas com os moradores do povoado, o surgimento de Pequizeiro foi por volta de 1930, quando uma família de Buritizinho, localidade a 6 km do Povoado de Pequizeiro, se deslocou para o lugar com objetivo de fazer roça. Eles construíram cinco casas, sendo todas de parentes e, a partir de então, o povoado foi crescendo, sendo a maioria dos habitantes ligados por graus de parentesco. Porém, alguns dos moradores atuais do povoado vieram de outros povoados vizinhos, e até de povoados em outros municípios. As terras estão sob o gerenciamento da Associação de Moradores e em espera da emissão de posse pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA).

[3] Laboratório de Análise Territorial e Estudos Socioeconômicos da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Brasil.

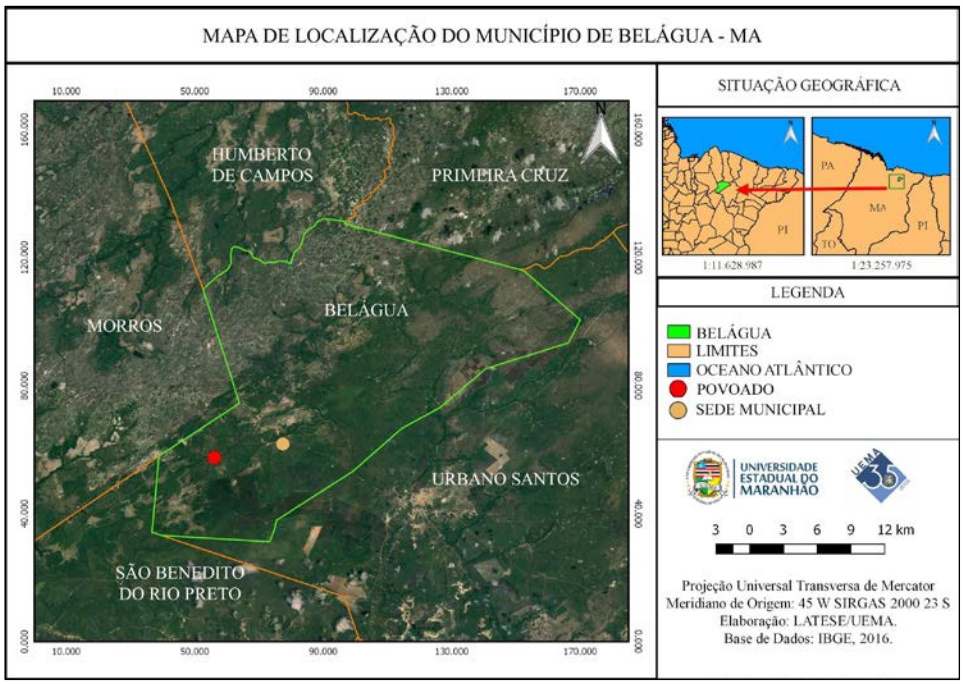


Figura 3: Localização do município de Belágua (MA), incluindo o povoado de Pequizeiro (Fonte: Latese)

Segundo dados do Censo Demográfico do IBGE de 2010[4], a localidade tem um total de 705 pessoas, sendo 54,32% homens e 45,68% mulheres, divididos num total de 113 domicílios. No ano de 2016, em visita de pesquisadores do Latese ao povoado, foi realizado um mapeamento de Pequizeiro com o auxílio de um veículo aéreo não tripulado (VANT[5]), que permitiu uma visão maior sobre a área completa da região e que possibilitou o reconhecimento de um total de 221 domicílios, o que, relacionado à quantidade de famílias no povoado, descrito em entrevistas como 230, demonstra a coabitação de famílias em alguns domicílios.

Quase metade da população do povoado é analfabeta, com uma taxa de cerca de 49,51% de analfabetismo, porém, em relação aos equipamentos voltados para a educação, Pequizeiro é relativamente bem atendido, visto que, das três escolas de ensino médio que o município de Belágua possui, uma se encontra neste povoado. O povoado conta com duas escolas públicas, uma de ensino fundamental e outra de ensino médio. O posto de saúde da localidade encontra-se atualmente abandonado, assim, quando a população precisa de atendimento médico, é necessário o deslocamento para sede ou para outros municípios. Quanto à renda, a população apresenta um quadro de carências, já que cerca de 50% de sua população está encaixada na categoria sem rendimentos, que inclui as pessoas que recebem apenas em benefícios, e 59% dos domicílios têm rendimento mensal domiciliar de até R$ 70,00 reais (aproximadamente $ 20 USD).

Através de informações levantadas em entrevistas com moradores, a produção predominante no povoado é de mandioca, feijão, milho e arroz, servindo para o consumo e para a comercialização. A farinha de mandioca é o principal produto, sendo comercializada não somente em Belágua, mas em outros lugares, e também na capital São Luís. No local ainda são comuns frutas como murici, mirim, bacuri, banana, mamão e caju. Há também a criação de animais como porcos, galinhas, cachorros, cavalos e jumentos.

Segundo dados do Censo Demográfico de 2010, no que se refere ao saneamento, o tipo de esgotamento sanitário predominante é a fossa rudimentar (conhecida como sentina), estando presente em 63,7% dos domicílios. A maior parte do lixo é queimada, em cerca de

[4] Disponível em: https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm

[5] Popularmente chamado de “drone”.

83% dos domicílios. O abastecimento de água é 46,9% feito por poço ou nascente na propriedade, sendo os 53,1% restantes divididos em abastecimento por poço ou nascente fora da propriedade, ou carro-pipa, ou água da chuva, ou rio, açude, lago ou igarapé, ou por outras formas de abastecimento. Quanto à energia elétrica, apenas cerca de 2,6% dos domicílios não a possui.

Quanto às atividades religiosas na localidade são comuns os festejos religiosos, principalmente na época dos festejos juninos, porém existem na região tanto católicos como protestantes. Como forma de lazer, os moradores jogam futebol (disputado por homens e mulheres), sendo que no povoado existem três campos, o que demonstra a popularidade do esporte. Outras formas de lazer são os rios, lagos e a televisão.

É comum, devido à carência de serviços no povoado, o deslocamento dos moradores para outras regiões, como a sede do município de Belágua e o município de Urbano Santos, em busca de hospitais, bancos e comércios, sendo necessários gastos com transporte, que é feito por automóveis e motocicletas destinados a este fim. A população também se desloca para povoados vizinhos para visitarem parentes e fazerem alguns roçados.

b) O povoado de São Miguel dos Correias

O povoado de São Miguel dos Correias localiza-se no município de Cajari, a aproximadamente 14 km de distância da sede municipal (figura 4). O povoado faz parte do Território Quilombola de Camaputiua, que é composto por mais outras 25 comunidades, assentamento rural conforme definido em Santos (2015, p. 18):

> De acordo com os agentes sociais, entende-se como comunidade os povoamentos com infraestrutura mínima como: escolas, igrejas, cemitérios, terreiros, espaços esportivos e comércios. Nesta definição, não é necessário que a localidade possua todos estes serviços para ser considerada uma comunidade. Estas possuem o mesmo significado de povoado. Porém existem no território, pequenos núcleos de povoamentos, normalmente com pouquíssimas casas, mas com denominações próprias. Essas áreas geralmente dependem dos serviços existentes nas comunidades.

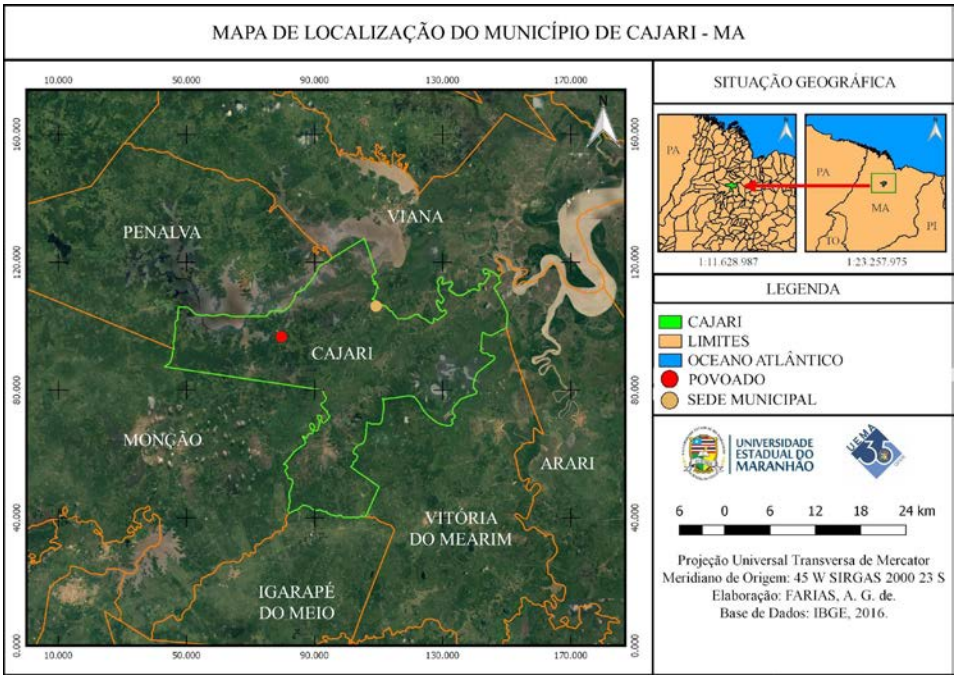


Figura 4: Localização do município de Cajari, incluindo o povoado de São Miguel dos Correias (Fonte: Latese)

No século XIX, vários engenhos foram instalados na Baixada Maranhense, sendo um deles o Engenho Tramaúba, que foi desmembrado do Engenho Kadoz, e que hoje corresponde às terras do Território Quilombola Camaputiua. Esse território sofre com questões relacionadas

à definição da territorialidade, titulação, garantia de direitos quilombolas e as formas de construção da identidade. Essas questões geram conflitos que envolvem "violência física e psicológica, pois as ações dos latifundiários penalizam as famílias das comunidades que são colocadas na condição de invasoras e promotoras de ações ilegais". (Santos, 2015, p. 38).

Em relação ao território onde está inserido, o povoado é cercado por vários corpos d'água, como a grande lagoa perto do município de Centralzinho (1,5 km de distância), a Lagoa Cajari (5 km de distância), o Lago de Viana (4 km de distância), além da proximidade com diversas outras lagoas e corpos d'água que cortam o território do povoado. Isso se dá pelo fato do povoado estar inserido em uma área alagável.

As atividades extrativistas são comuns no povoado. A produção predominante, a partir das transcrições feitas das entrevistas com moradores do povoado, bem como da observação particular dos autores, é, em geral, a agricultura de subsistência - mandioca, milho e feijão, que é produzida no quintal da própria casa ou na roça, fora do lote. Além disso, constata-se a presença de pequenas hortas nos lotes, e do trabalho de alguns moradores com o babaçu. A prática da pesca é corriqueira.

O abastecimento de água é feito por rede geral e poço ou nascente localizada na propriedade. A população também possui energia elétrica. Quanto aos cuidados, tratamento e descarte do lixo, ele é queimado, enterrado ou ambos. Já em relação ao esgotamento sanitário, é mais comum a utilização da fossa rudimentar, mais conhecida como sentina, também havendo presença de valas.

Constata-se também a presença de alguns equipamentos comunitários, como uma escola municipal, um centro de lazer, representado pelo campo de futebol comumente utilizado por homens e mulheres, além de também servir como espaço para festejos, e outros lugares utilizados para se fazer alguma reunião da comunidade, como são os casos da igreja, do rio e do açaizeiro.

Devido à carência de serviços públicos e reduzida opção de comércio, tal qual em Pequizeiro, Belágua, a população de São Miguel dos Correias precisa se deslocar – quase sempre em veículos - até a sede municipal de Cajari ou de Penalva e, em casos de atendimento de saúde, para o povoado Ladeira, onde está localizado o posto mais próximo.

4.2 As moradias rurais

Buscando contribuir com ao tema e com base em referenciais teóricos sobre o tema e dados obtidos nos trabalhos de campo, apresentam-se as características das moradias rurais das duas áreas de estudo.

No que se refere às moradias rurais vistas nestas regiões do Estado, percebe-se claramente o que expresso por Costa e Mesquita (1978, p. 9):

> Morar constitui uma necessidade básica do homem. Ao construir a habitação, ele lhe imprime o próprio padrão econômico e sua condição sócio-cultural, utilizando, geralmente, o material fornecido pela natureza que o cerca, de acordo com as técnicas que ele domina. Isto se evidencia claramente no caso da habitação rural, objeto do presente estudo.

Maricato (1982) ainda diz que a autoconstrução surge então como alternativa ou "arquitetura possível", pois geralmente famílias que se utilizam deste método estão total ou parcialmente impossibilitadas ao acesso ao mercado da construção civil.

Os materiais empregados nas habitações rurais maranhenses estão diretamente ligados à abundância de vegetação e solo característicos de cada região. Dentre as técnicas construtivas tradicionais empregadas nas moradias rurais, têm-se o adobe e a taipa de mão. Já nas coberturas têm-se principalmente a palha e a telha cerâmica (figura 5).



Figura 5: Moradia em taipa de mão, não revestida: a) cobertura em telha cerâmica, no povoado de São Miguel dos Correia, Cajari; b) cobertura em palha, no povoado de Pequizeiro, Belágua (fonte: Latese)

Ao se tratar do lote em que as casas observadas nas visitas de campo encontram-se, confirma-se a presença de elementos que compõem o espaço de produção, trabalho e convivência retratado por Arruda (2007): animais, plantações, depósitos, banheiros, etc. Soares (1988, p. 14-15) também considera:

> O interior do terreno destes camponeses é um local de produção agrícola, onde se observa a produção de frutas, hortaliças, a criação de animais. Mas pode ser também um espaço para serviços, como cozinhas externas, banheiros, lavagem de roupas. Este espaço também fortalece vínculos sociais, pois é utilizado para atividades religiosas e de lazer.

É característico o uso de fossas rudimentares, então conhecidas como sentinas. Para este local onde são feitas as necessidades é destinado um anexo, geralmente de taipa de mão. Quanto aos banhos, é destinado outro anexo, e geralmente as “casas de banho” são feitas de palhas. É comum a água não ser encanada dentro das casas, mas pode existir o abastecimento de água por torneiras nos quintais ou por poços manuais, onde ela é coletada em vasilhas e bacias e colocada nas casas de banhos e jiraus (espaço para lavagem e secagem de louças e roupas) para o uso necessário.

Quanto aos animais criados nos lotes, tem-se a presença de cachorros, jumentos, galinhas e porcos, havendo anexos para o galinheiro e chiqueiro. Outro anexo encontrado nos lotes são os depósitos, feitos com troncos ou hastes de madeira, com cobertura de palha e que servem como local para guardar apetrechos relacionados ou não com a manutenção da casa, abrigando materiais, tralhas ou até mesmo as colheitas da roça. Também existe a casa de farinha, anexo construído no quintal com cobertura de palha e estrutura de madeira, sem paredes. A casa de farinha não aparece com tanta frequência, mas quando está presente, é compartilhada com todos os membros da família. Todos os parentes participam e ajudam a garantir o alimento plantando, colhendo e a realizando os processos para o preparo da farinha.

Em referência à produção de alimentos que as famílias geram em seus lotes, têm-se as árvores frutíferas, que auxiliam na alimentação da casa, além de proporcionarem sombras no terreno, o que favorece para uma agradável sensação térmica. Além disso, há o cultivo de hortaliças em pequenos canteiros elevados. O trabalho do roçado e a pesca são as principais atividades produtivas dos moradores visitados, sendo estes produtos a base do consumo das famílias e, em poucos casos, comercializados.

Outro espaço importante na comunidade corresponde ao quintal, que, segundo Arruda (2007), configura-se como um acesso a outros espaços utilizados pelo camponês. Inicialmente, ele escapa à vista de um observador externo, mas possui atalhos que ligam uma casa à casa de outro parente, ou a um riacho de onde se pesca o necessário para o dia, ou a uma área que conduz à coleta de coco.

O sítio do morador rural é a clara expressão desse modo de produção da vida, em que a casa é, ao mesmo tempo, morada e meio de produção de alimento. No meio rural, o sentido de morar não se restringe somente aos limites físicos das paredes da casa. A relação com o entorno, com o exterior, não pode ser excluída desse processo de compreensão. Nesse sentido, tem-se a "casa-quintal", pois, segundo Arruda (2007, p.78), "é no exterior da casa que parte do trabalho da família se espacializa".

Esse aspecto foi observado nas visitas, onde o lote é também um local de reuniões, como citado por Pinheiro (2008). Nos povoados, as pessoas sentem-se confortáveis para colocarem cadeiras ao lado da casa sob uma sombra, sentarem e conversarem. Este comportamento comprova a vivência social nos espaços externos, no entorno da casa. Assim, o espaço do lote, externo da habitação, é local de lazer, de trabalho conjunto, de ações cotidianas que identificam e caracterizam seus usuários, beneficiando cada um à sua maneira.

No que se refere à zonificação dos ambientes internos das casas, a sala é sempre o local de acesso das moradias, destinado ao estar das famílias, mas, principalmente, à recepção das visitas. Através da sala em seguida chega-se aos quartos, ambientes íntimos das famílias, mas sem qualquer espaço de transição e, por último, na parte posterior das casas, tem-se a cozinha, que em alguns casos é intermediada por uma copa.

A cozinha é um local de produção e consumo, pois é onde são preparados os alimentos e são lavadas as louças com o auxílio dos jiraus. Em determinadas casas, logo após a cozinha, encontra-se quase sempre a "meia-água", espaço parcialmente vedado, possui cobertura de palha e "paredes" de galhos compridos de madeira, criando um ambiente vazado e iluminado, onde se localiza o fogão a lenha, carvão vegetal ou casca de coco babaçu. Usado para o preparo das principais alimentações, o fogão de terra é alternativa para escapar do alto custo do botijão de gás. Eventualmente, a meia-água também pode servir como depósito, conforme esclarece Piccini (1996 *apud* Pinheiro, 2011, p.37):

> Quando [o alpendre ou, nesse caso, a meia-água] abriga objetos de uso diário, como fogão, geladeira e ferramentas, funciona como um apêndice da moradia, correspondendo a uma extensão do espaço interno da cozinha. Quando a cozinha está no mesmo corpo da casa, costuma haver uma divisão de paredes ou um desnível de piso, marcando a transição de cômodo, e a mesma costuma estar próxima ao quintal para facilitar os fluxos para a horta e o pomar."

A varanda, quando existe, é um espaço aberto

> [...] quase sempre em um ângulo da fachada principal. [...] sendo coberta com o mesmo telhado da casa [...] ocupando o lugar de um cômodo, com usos principalmente de lazer e descanso, não sendo exercido nela nenhum tipo de trabalho doméstico cotidiano. (Piccini, 1996 *apud* Pinheiro, 2011, p.37).

O mobiliário das casas é simples, onde, em geral, na sala, se encontram algumas cadeiras, muitas vezes de plástico, uma vez ou outra existe a presença do sofá; também existem pequenos móveis que suportam a televisão, que geralmente é acompanhada de antena parabólica no lado externo. Na sala são expostos quadros com fotografias da família nas paredes e que trazem uma decoração particular para o local. Nos quartos encontram-se principalmente camas, redes e guarda-roupas. Na copa e na cozinha se percebe-se a presença de mesa e cadeiras, algumas vezes de pequenos armários, do filtro de barro (cerâmico), das panelas colocadas na parede que demonstram o cuidado que as mulheres têm de mantê-las areadas[6] e organizadas, e, em alguns casos, tem-se o fogão a gás, mas é predominante a existência do fogão de terra (adobe ou taipa de mão) a lenha. São observados nas casas móveis industrializados, assim como os que os próprios moradores fabricam.

[6] Limpar ou polir, esfregando com areia ou algo similar.

As esquadrias são de madeira, sendo comum a utilização de cortinas como separador interno de ambientes (as portas de madeira, por serem caras, são utilizadas, em geral, apenas no acesso da frente e dos fundos das casas).

4.3 Aspectos das casas de taipa de mão

O comparativo entre as moradias dos dois povoados, que apresentam diferentes percursos históricos e identidades culturais distintas, demonstra semelhanças que se relacionam com as relações de produção em que a terra tem centralidade. A segurança fundiária que desfrutam, que contrasta com a realidade do Maranhão, com grandes contingentes de camponeses vivendo em zonas de conflito ou sob licença precária de proprietários de grandes glebas, não se traduz em moradias de qualidade construtiva, fato que demonstra não existir relação direta entre a posse da terra e a durabilidade e mesmo qualificação da unidade familiar. Apesar de São Miguel dos Correias contar com maiores recursos naturais, resultando em produtividade e variedade significativamente maior do que Pequizeiro, não é possível conectar tais condições com uma melhor condição de habitabilidade das moradias na comunidade quilombola.

No que se refere diretamente à composição espacial das moradias, constata-se que no povoado de Pequizeiro, entre as casas de taipa de mão analisadas, todas são formadas por um quarto apenas, sala e cozinha, tendo por consequência área reduzida, apresentam também a meia-água, normalmente abrigando o fogão de terra. São moradias simples, com chão de terra batida e cobertura de palha, casas com pouca manutenção e que apresentam alguns riscos no sentido de ruir, como já acontecido no povoado. Não são revestidas e possuem baixos níveis de habitabilidade. Situação que difere do povoado de São Miguel dos Correias, onde as casas estudadas são mais elaboradas se comparadas com Pequizeiro, possuindo grande variação no tamanho das residências (fator que depende da necessidade e dos recursos da família), podendo apresentar de um até cinco quartos, por exemplo. Algumas casas apresentam a taipa revestida somente na fachada principal; outras, além da fachada, também haviam feito esse acabamento nos ambientes internos; e casas de taipa de mão não revestida em nenhum cômodo. O reboco não é predominante, aparecendo somente em algumas fachadas e ambientes internos sociais. As esquadrias apresentam basicamente as mesmas características. O piso – nas casas analisadas em São Miguel dos Correias – aparece em terra batida, que é mais comum, e cimentado (bem mais raro, e quando aparece é somente nos cômodos sociais).

5 CONCLUSÕES

O comentário do arquiteto John Turner, quando de visita às favelas brasileiras e conjuntos habitacionais em 1968, resume a atitude que se deve ter em relação à autoconstrução da moradia popular no Brasil:

> Mostraram-me problemas – favelas, mocambos, alagados, etc. – que considero soluções. E mostraram-me soluções – conjuntos habitacionais de baixo custo – que eu chamo problemas (Turner, 1968 *apu*d Espinosa; Grappi, 2017).

A realidade da moradia rural do Maranhão, exposta neste texto e presente também em diversos estados das Regiões Norte e Nordeste do Brasil, demonstra que, passados 50 anos da arguta declaração de Turner, a população de baixa renda ainda tem muito a ensinar sobre como solucionar seus problemas com a habitação. E, quando os programas estatais de produção habitacional se estendem para as áreas rurais, alcançando comunidades como as apresentadas neste texto, é fundamental alertar para os ensinamentos que se precisa extrair de suas práticas tradicionais.

Evitando o julgamento apressado e preconcebido que condena as edificações populares pelo uso de materiais não industriais, justamente aquilo que melhor possibilita a solução do problema de seus usuários, as políticas públicas e as normas técnicas de construção para as camadas populares deveriam atentar para o contexto de incerteza social com que as atuais moradias de taipa de mão são erigidas. Como edificações de “emergência e

provisoriedade", para observadores externos elas se mostram descartáveis, porém as intencionalidades expressas em espaços e mobiliários mostram as aderências que constituem para modos de vida nos quais a casa é parte de estratégias de sobrevivência.

Perante as evidências comprovadas pelas pesquisas, as moradias de taipa de mão do Maranhão se apresentam como campo de qualificação técnica a exigir programas específicos e um vasto quadro de profissionais da arquitetura e engenharia, dispostos a aprender novas oportunidades de colocar seus conhecimentos técnicos ao serviço de uma imensa parcela da população que luta solitariamente para resolver seus problemas de abrigo familiar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arruda, A. F. (2007). O espaço "concebido" e o espaço "vivido" da morada rural: políticas públicas x modo de vida camponês. Dissertação (Mestrado em Paisagem e Ambiente). São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo

Burnett, F. L. (2017). Moradia popular no Maranhão: política habitacional rural, autoconstrução em Aldeias Altas e produção estatal em Buriticupu. I Encontro Estadual Habitat Urbano e Rural no Maranhão, Resumo. São Luís

Costa I. B. da, Mesquita, H. M. (1978). Tipos de habitação rural no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE

Déficit habitacional no Brasil 2015 (2018). Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, Diretoria de Estatística e Informações. Disponível em: <http://www.fjp.mg.gov.br/index.php/docman/direi-2018/estatistica-e-informacoes/797-6-serie-estatistica-e-informacoes-deficit-habitacional-no-brasil-2015/file>

Espinoza, J. H.; Grappi, L. (2017). Novas velhas questões? (Re)visitando as teorias de John F. C. Turner sobre a "cidade informal" no Brasil. XVII ENANPUR, São Paulo. Disponível em: <http://anpur.org.br/xviienanpur/principal/publicacoes/XVII.ENANPUR_Anais/ST_Sessoes_Tematicas/ST%207/ST%207.6/ST%207.6-03.pdf>

Maricato, E. (1982). Autoconstrução, a arquitetura possível. In: Maricato, E. (org). A produção capitalista da casa (e da cidade) no Brasil industrial. São Paulo: Editora alfa-ômega, p. 71-93.

Pinheiro, A. P. S. C. (2011). Modo de olhar: metodologia para o estudo de moradias rurais. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil). Fortaleza: Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará

Pinheiro, F. (2008). Quintais agroecológicos: resgatando tradição e construindo conhecimento. Disponível em:<http://www.ecodebate.com.br>.

Santos, D. dos (2015). Identidade étnica e territorialidade: a luta pela titulação definitiva do território quilombola de Camaputiua, Cajari, MA. Dissertação (Mestrado). São Luís: Curso de Cartografia Social e Políticas da Amazônia, Universidade Estadual do Maranhão.

Soares, A. A. (1988). Terras devolutas de Goiás – assentamentos. Revista da Faculdade de Direito da UFG, v. 12, n. 1-2, p. 173–193

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão, FAPEMA, pelo apoio financeiro através do Edital Tecnologia Social - TECs 2015-2016 e Edital Universal 2017-2019 para realização de pesquisas sobre moradia popular urbana e rural no Maranhão.

AUTORES

Andrea Garcez de Farias: graduada em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). Atuou como bolsista na pesquisa "Formas de produção e uso da moradia popular tradicional urbana e rural no Maranhão" pelo Laboratório de Análise Territorial e Estudos Socioeconômicos – LATESE do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UEMA. Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/9446551790790080

Frederico Lago Burnett: graduado em Arquitetura, Universidade de Buenos Aires, Argentina, Mestre em Desenvolvimento Urbano, Universidade Federal de Pernambuco, Doutor em Políticas Públicas, Universidade Federal do Maranhão, professor Curso de Arquitetura e Urbanismo e da Pós-graduação Desenvolvimento Socioespacial e Regional, UEMA, Coordenador Laboratório de Análise Territorial e Estudos Socioeconômicos – LATESE. Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/9094745284365149

Amanda Marques Gomes: graduada em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). Mestranda em Desenvolvimento Socioespacial e Regional (PPDSR-UEMA). Foi bolsista na pesquisa “Formas de produção e uso da moradia popular tradicional urbana e rural no Maranhão” pelo Laboratório de Análise Territorial e Estudos Socioeconômicos - LATESE do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UEMA. Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/4545223281384539

Nubiane da Fonseca Vieira: graduada em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Bolsista de Apoio Técnico da Pesquisa “A Moradia Popular Autoconstruída no Maranhão” do Laboratório de Análise Territorial e Estudos Socioeconômicos - LATESE do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UEMA. Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/6209560620308074

TerraBrasil 2018
Território e trabalho: a produção da arquitetura com terra no Brasil
VII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Rio de Janeiro-RJ (Brasil), 30 de outubro a 2 de novembro de 2018
http://redeterrabrasil.org

CULTURA CONSTRUCTIVA DE LAS VIVIENDAS CON TIERRA DESPUÉS DEL TERREMOTO DE 1976 EN GUATEMALA

Esvin Obaldo Mayor López[1]; Edgar Virgilio Ayala Zapata[2]; Saulo Moisés Méndez Garza[3]

Centro de Investigaciones de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala,

[1]esvin_2010@hotmail.com; [2]virgilioayala@yahoo.com; [3]mendezgarza@yahoo.com

Palabras clave: adobe, diseño de vivienda

Resumen

Las viviendas con tierra en Guatemala poseen diferentes métodos constructivos, según la región del país, debido a que en cada comunidad existen técnicas propias que se basan en tradiciones generacionales, así mismo, la utilización de materiales propios de la región. Después del terremoto ocurrido en Guatemala en el año de 1976, los métodos constructivos sufrieron transformaciones al ser incorporadas nuevas técnicas y materiales modernos orientados a mejorar las características físicas de las viviendas. El objetivo principal de esta investigación es analizar cómo se modificó el método constructivo con tierra después del terremoto de 1976, y qué materiales modernos se han implementado para hacer construcciones con tierra más durables en el área rural del municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala. Se realiza un muestreo de las viviendas construidas con tierra del área rural del municipio de San Juan Sacatepéquez. En esta actividad se identifican diversas características constructivas y se consulta a los habitantes de dichas viviendas para la obtención de información que ayude a identificar los factores culturales que influyen en la construcción de viviendas con tierra. Después del terremoto de 1976, al adobe se le implementó refuerzos de concreto armado, es decir columnas y soleras, al igual que se construyeron muros de adobe de menor altura o medios muros, los cuales se finalizan con: varillas de caña de castilla o madera, también en algunas viviendas se colocaron cimientos de concreto ciclópeo, la implementación de nuevas técnicas no cambió los diseños arquitectónicos de las viviendas. Se utiliza el de adobe debido a sus características térmicas, ya que la región posee un clima húmedo; este método es parte de la cultura constructiva del lugar, dado que las personas que construyen con tierra, han adquirido dichas técnicas de sus ancestros, lo cual ponen de manifiesto la identidad cultural regional. La implementación de técnicas modernas se debe, en parte, a que las personas necesitan que sus hogares sean resistentes ante algún evento sísmico futuro.

1 INTRODUCCIÓN

“La construcción con tierra en Guatemala ha estado presente a lo largo de la historia de la ocupación humana en el país. Ha sido el único material constructivo que ha tenido presencia en todas las épocas, desde los primeros habitantes de la región hasta la época actual” (Ayala; Quiñonez; Quiñonez, 2016, p. 1).

Las construcciones con tierra aún son comunes en las áreas rurales del país, siendo el adobe y el bajareque los métodos constructivos con tierra más utilizados. Según la región del país, se utiliza un método constructivo en específico, debido a que en cada comunidad existen técnicas propias que se basan en tradiciones generacionales, así mismo, la utilización de materiales propios de la región. Esta investigación se realiza en el área rural del municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala, en dicho municipio aún no han desaparecido las construcciones con tierra a pesar de que el 4 de febrero de 1976 ocurrió un terremoto[1] que provocó el colapso de la mayoría de las construcciones con

[1] El terremoto del 4 de febrero de 1976 es uno de los eventos sísmicos más significativos en la historia de Guatemala, el cual fue de 7.5 grados en la escala de Richter. El terremoto duró entre 35 y 49 segundos, según registros de las instituciones del Estado en ese entonces. El epicentro se ubicó a más de 160 kilómetros al noroeste de la Capital, a unos 5 kilómetros de profundidad de la falla del Motagua en Los Amates, Izabal.

tierra no sólo en San Juan Sacatepéquez, pero en todo el país. Después de este evento algunas personas optaron por construcciones contemporáneas y otras decidieron mantener su cultura constructiva pero implementando nuevas técnicas y utilizando materiales modernos para hacer más seguras las construcciones con tierra ante algún evento sísmico. “Tanto los acontecimientos de dominación política como los eventos naturales han provocado un cambio en los materiales de construcción y la tipología constructiva principalmente en el último siglo por el acelerado aparecimiento de materiales contemporáneos” (Ayala; Quiñonez; Quiñonez, 2016, p. 1).

A principios del año 2017, se dio inicio a un proyecto en el Centro de Investigaciones de la Facultad Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, el cual ayudará a identificar cómo cambió la cultura constructiva de las viviendas del área rural del municipio de San Juan Sacatepéquez, donde se realiza un muestreo. Dicha actividad revela qué método constructivo es el más utilizado y cuáles fueron las técnicas que se aplicaron inmediatamente como alternativas de construcción después del terremoto del 4 de febrero de 1976 en Guatemala. El terremoto destruyó, en San Juan Sacatepéquez, 9172 viviendas, dejando a 45737 personas sin vivienda, ya que estas fueron afectadas en su totalidad, debido a que la mayoría de viviendas de este municipio era de tierra y no tenían una aplicación adecuada de los métodos de construcción con tierra para regiones sísmicas.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Analizar cómo se modificó el método constructivo con tierra después del terremoto de 1976, en el área rural del municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala.

2.2 Objetivos especificos

a) Identificar el método constructivo con tierra más utilizado en las viviendas del área rural del municipio de San Juan Sacatepéquez.

b) Analizar qué técnicas y materiales modernos se han implementado para hacer construcciones con tierra más resistentes y durables.

c) Identificar los diseños arquitectónicos de las viviendas y cómo la cultura constructiva de este municipio se ve plasmada en dichas construcciones.

3 METODOLOGÍA ADOPTADA

Para determinar la cultura constructiva de una comunidad, es necesario contar con un documento que facilite la recolección de datos que se analizan al momento de realizar el muestreo. Debido a esto, se utiliza un modelo, el cual posee diferentes indicadores que ayudan a determinar rasgos que se repiten en cada una de las viviendas, y así, determinar culturas constructivas de la comunidad analizada.

Para realizar el muestreo, es necesario contar con el apoyo de las autoridades municipales y líderes comunitarios (Consejo Comunitario de Desarrollo COCODE) debido a que ellos brindan el acercamiento con los habitantes de las viviendas para poder obtener datos de las construcciones. El número de viviendas analizadas fue una muestra representativa de las construcciones con tierra del área rural del municipio. La información que se recaba consiste en: conocer el diseño de la vivienda y medir las dimensiones de los muros y la altura del techo, entre otros datos que aporten informaciones cuantitativas del diseño; colectar información fotográfica para realizar las comparaciones de las diferentes viviendas analizadas; y, entrevistar a los habitantes para obtener datos que ellos conocen.

4 SAN JUAN DE SACATEPÉQUEZ

El Departamento de Guatemala se encuentra ubicado al centro de la República de Guatemala. Su cabecera es la Ciudad de Guatemala y su superficie es de 2.126 km². Cuenta con 17 municipios. Con una población de 4.552191 habitantes, lo convierte en el

departamento más densamente poblado de los 22 departamentos que conforman la República de Guatemala (figura 1).

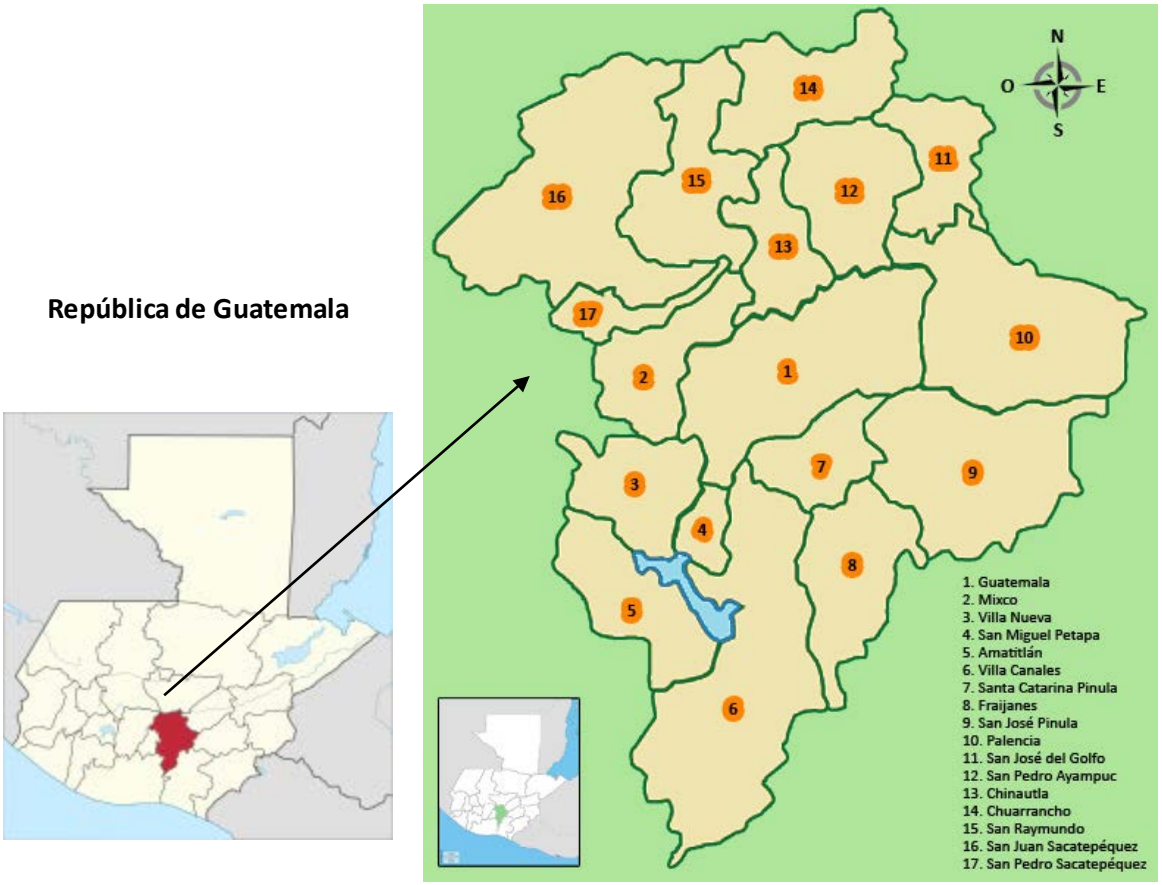


Figura 1. Mapa de Guatemala y localización de San Juan de Sacatepéquez en el Departamento de Guatemala

La población total del municipio de San Juan Sacatepéquez, en el año 2002, se calculó en 152.583 habitantes, teniendo una estimación de 208.039 habitantes para el año 2010, observando que en el plan del horizonte la proyección estimada de la población para el 2025 será de 319.429. La población del municipio está distribuida en un 46,5% en el área rural, mientras que un 53,5% es urbana; la población sanjuanera cuenta con un promedio del 65,4% de población indígena, perteneciente al grupo Kaqchiquel y el 34,6% ladino, siendo uno de cuatro municipios con mayor población indígena del departamento de Guatemala.

Según la distribución poblacional del municipio, la mayor parte de la población es joven, con un porcentaje 61,25% de 0 a 30 años de edad, de los 35 a 60 años son adultos, con un porcentaje del 31,38%, y, un 7,37% mayores de 65 años o de la tercera edad. Esta característica demográfica es una oportunidad para el desarrollo municipal, pero a la vez, requerirá una ampliación en la cobertura educativa, la salud, así como, de los servicios básicos.

En municipio de San Juan Sacatepéquez presenta una densidad de población muy media, ubicándolo en el noveno lugar a nivel departamental; teniendo 725 habitantes por kilómetro cuadrado; concentrándose su población en el casco urbano.

5 RESULTADOS Y DISCUSIONES

Se analizaran 16 viviendas de adobe en el área rural del municipio de San Juan Sacatepéquez y se entrevistaron 20 personas, algunos moradores de la misma vivienda, y todos vivían en esas residencias cuando ocurrió el terremoto. Las figuras 2 y 3 presentan la medición de la vivienda y la entrevista a los moradores.



Figura 2. Medición de las viviendas



Figura 3. Entrevista a los habitantes de las viviendas

Los resultados del muestreo indican que luego del terremoto de 1976 se inició la reconstrucción de las viviendas dañadas con albañilería de adobe, que es el más utilizado en el área rural del municipio analizado.

Según los habitantes, la elección del adobe como método constructivo se debe a que sus antepasados construían con este método y han aportado soluciones adecuadas a las viviendas de la región. Otro motivo por el cual también 90% de las personas entrevistadas consideran que utilizan el adobe debido a que no tienen los recursos económicos suficientes para construir una vivienda con materiales modernos que tienen un costo alto.

Las características estructurales medidas, que se repitieron en la mayoría de las viviendas son las siguientes: la altura promedio de los muros es de 2,20 m, el ancho 24 cm, no existen contrafuertes en la mayoría de las viviendas; los cimientos, por lo general son de 3 a 4 hiladas de adobes. Las dimensiones promedio de los adobes son de 10 x 24 x 37 cm, y el tamaño promedio de la sisa es de 4 cm.

También se observó que la mayoría de las viviendas analizadas no poseen revestimientos en las paredes de las viviendas, dejando expuesto el adobe.

Las fachadas y la distribución de espacios de las viviendas analizadas son muy parecidas en toda región. Se puede apreciar que la mayoría de las viviendas cuenta con una sola puerta en la fachada y una ventana: la puerta, por lo general, ubicada en el centro; la ventana no es muy grandes. La puerta y ventana son de madera.

La vivienda cuenta con los espacios necesarios: dormitorios, comedor y cocina; el servicio sanitario es una letrina ubicada en el exterior de la vivienda y, por lo general, retirada de la misma.

En el exterior, al frente de las viviendas, se aprecia un corredor en el cual suelen socializar con los vecinos de la comunidad

El método constructivo ha sufrido cambios después del terremoto, debido a que las personas han implementado nuevos materiales y técnicas para construir, ya que estas tienen temor de que las viviendas colapsen en un evento de igual o mayor magnitud que el mencionado. Según los habitantes, algunas viviendas se reconstruyeron con muros más bajos de adobe para evitar que en sismos posteriores estas estructuras colapsaran (figura 4), otras viviendas constan de refuerzos de concreto armado y utilizan el adobe como material de cerramiento (figura 5), otras viviendas presentan medios muros y la parte superior se finaliza con varillas de caña de castilla o madera (figuras 6 y 7).

También se identificó que el techo de las viviendas, generalmente de dos aguas, fue cambiado de techo pesado, teja cerámica, a techo liviano utilizando láminas de zinc. Según

los habitantes, este cambio se debe a que, durante el terremoto, el peso de techos de teja provocó que los muros tuvieran una sobrecarga, lo cual aportó a que los muros fallaran.



Figura 4. Vivienda con muros bajos



Figura 5. Viviendas con muros con refuerzos de concreto armado



Figura 6. Vivienda con medios muros y finalizado con varillas de caña de castilla



Figura 7. Vivienda con medios muros, refuerzos de concreto armado y finalizado con madera

Algunas características de las viviendas de adobe observadas en San Juan Sacatepéquez se pueden observar en las imágenes presentadas en la figura 8.





Figura 8. Viviendas de adobe del área rural del municipio

6 CONSIDERACIONES FINALES

El terremoto de 1976, influyó en la forma cómo construyen los habitantes de esta comunidad, debido a que el temor persiste de que ocurra una nueva catástrofe como la que ocurrió en esa ocasión. Es por ello que, al momento de construir, tratan de implementar modificaciones para hacer una construcción que pueda soportar un evento de igual o mayor magnitud. Según Cortes y Sakakibara (2015, p.475) “A pesar de la experiencia traumática, el sismo abre oportunidades de investigación que permiten concluir y preparar para eventos futuros, creando así escenarios de anticipación que esperan resultados cada vez más eficientes y con mejores efectos de estabilidad y seguridad para el habitar”. La reconstrucción con el método de adobe indica la conservación de la cultura constructiva de la comunidad, y la implementación de técnicas contemporáneas, forman una cultura constructiva sísmica local. Como lo indica Lemarquis y Rivera (2015, p. 516) “El conocimiento acumulado durante los años, junto a una gran capacidad de resiliencia de los habitantes y constructores tradicionales, ha formado una riquísima cultura constructiva sísmica local; logrando mejorar en cada episodio las debilidades constructivas, reforzando la cultura.”

Los diseños de las viviendas resaltan la cultura constructiva y su relación con el desarrollo social de la comunidad. Las personas construyen con características similares debido a que ellos han adquirido esa manera de construir de sus antepasados, conservando así sus creencias y tradiciones. Es como lo describe Viñuales (2005, p.4) “no sólo serán las condicionantes físicas las que definirán la fisonomía de las edificaciones en tierra, también lo harán las creencias y costumbres, las cargas simbólicas, la interacción social, las tendencias estéticas” y, Ferreira (2014, p.155) “las culturas constructivas son el resultado de un proceso de evolución sometido a múltiples influencias, producto de la experimentación a lo largo de los siglos y de los procesos de degradación de los materiales producidos por el clima y el paso del tiempo”.

Se observó que el método constructivo más utilizado en la comunidad analizada es el adobe, debido a que es un método que satisface y se adapta a las características del entorno de la región y a las tradiciones largamente decantadas de la comunidad. Sin embargo, los resultados obtenidos indican que el método constructivo de adobe se modificó con la implementación de nuevas técnicas y materiales modernos.

La utilización del adobe como material de construcción se considera adecuado en este municipio debido a que el clima de la región es templado y, según los habitantes, cuando el clima exterior está muy frio, el clima en el interior de la vivienda es cálido y, cuando el clima en el exterior es muy caliente, el clima en el interior de la vivienda es fresco.

Los aspectos económicos influencian a construir viviendas con tierra, y, en ciertos casos, facilitan la implementación de tecnologías contemporáneas para construir una vivienda resistente. Debido a que la mayoría de las personas de las comunidades rurales no poseen

los recursos financieros necesarios para comprar materiales modernos, optan por utilizar la tierra, ya que es un material que está al alcance de todos. Y en otros casos, las personas tienen el poder adquisitivo para implementar nuevas tecnologías al método constructivo con tierra y así mejorar las capacidades de la construcción de resistir a algún evento sísmico significante. Un ejemplo de la utilización de materiales modernos en una construcción con tierra es la integración de columnas y soleras de concreto armado a muros de adobe. Como lo describe Roux y Espuna (2005, p.17) “las técnicas de construcción con tierra, si bien son tradicionales, en las últimas décadas han sufrido una incorporación tecnológica importante que las hacen tan válidas y eficientes como la técnica más moderna de construcción”

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ayala, E. V.; Quiñonez, F. J.; Quiñonez, J. (2016). La construcción con tierra en Guatemala, patrimonio cultural de la nación. 16º Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra. Asunción, Paraguay: FADA-UNA/PROTERRA/CEDES/hábitat

Cortes, M; Sakakibara, M. (2015). Rutas sísmicas ancestrales. Un viaje por las culturas constructivas en adobe en los lugares más sísmicos del mundo. 15º Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra. Cuenca, Ecuador: Proyecto vlirCPM/Universidad de Cuenca/PROTERRA

Ferreira, T. (2014). Traditional and contemporary constructive cultures: A comparison between building process. En: M. Correia; G. D. Carlos; S. Rocha (eds.), Vernacular heritage and earthen architecture: Contributions for sustainable development. London: Taylor & Francis Group, p.153-158.

Lemarquis, A.; Rivera, A. (2015). Escuela de construcción en tierra. Valorización contemporánea de un saber hacer ancestral y local. 15º Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra. Cuenca, Ecuador: Proyecto vlirCPM/Universidad de Cuenca/PROTERRA

Roux, R. S.; Espuna, J.A. (2005). La arquitectura de tierra en México. Construcción con tierra, 1. Buenos Aires: Centro de Investigación Hábitat y Energia, FADU-UBA. p.13-23.

Viñuales, G. M. (2005). La arquitectura de barro y la conservación del ambiente. Construcción con tierra, 1. Buenos Aires: Centro de Investigación Hábitat y Energia, FADU-UBA. p.4-12.

AGRADECIMIENTOS

A las autoridades municipales del municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala y al COCODE de la aldea Montufar del mismo municipio.

AUTORES

Esvin Obaldo Mayor López, estudiante de Ingeniería Civil de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC); investigador del Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII).

Virgilio Ayala, Doctor en Ingeniería Civil, jefe de la Sección de Tecnología de Materiales y Sistemas Constructivos e investigador del Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, miembro de PROTERRA, coordinador de la Red PROTERRA Centroamérica, miembro del Comité Organizador del 18 Seminario de Arquitectura y Construcción con tierra SIACOT.

Moisés Méndez, ingeniero industrial y maestro en Formulación y Evaluación de Proyectos, jefe de la sección de EcoMateriales e investigador del Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, miembro del Comité Organizador del 18 Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con tierra SIACOT.

TERRA BRASIL 2014

Viçosa - Minas Gerais

ARQUITETURA CONTEMPORÂNEA: TRABALHO, PRODUÇÃO E INOVAÇÃO

TerraBrasil 2018
Território e trabalho: a produção da arquitetura com terra no Brasil
VII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Rio de Janeiro-RJ (Brasil), 30 de outubro a 2 de novembro de 2018
http://redeterrabrasil.org

ANÁLISE DE CONTEÚDO SOBRE TAIPA DE PILÃO EM MEIOS DIGITAIS

Natália Dotta[1]; Délis Pereira[2]; Luiz Fernando Ferrari[3]; Andrea Naguissa Yuba[4]

UFMS – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – campus Campo Grande; MS, Brasil

[1]dotta.arquitetura@gmail.com; [2]delispereira2@gmail.com; [3]luizferrari92@gmail.com; [4]naguissa@gmail.com

Palavras-chave: arquitetura e construção com terra, internet, plataformas digitais

Resumo

A internet é um importante meio que concentra as mais atualizadas fontes de dados para o processo de pesquisa e aprendizagem. Para as técnicas de construção não convencionais, como a taipa de pilão, serve de instrumento para o compartilhamento e disseminação do conhecimento. Os variados meios/plataformas, elaborados e alimentados por organismos científicos, instituições governamentais e não governamentais, prestadores de serviço e público em geral, tratam esse assunto de formas diversas, o que é bom para a popularização da técnica, mas, por outro lado pode promover a divulgação de informação de qualquer tipo, correta ou incorreta. Este trabalho tem como objetivo analisar se o conteúdo disponível na internet é suficiente para sanar as dúvidas do leitor e se contribui para a correta disseminação da técnica. Foram escolhidas sete plataformas de busca para realizar a análise e de cada uma delas foram selecionados os 10 primeiros resultados obtidos com as palavras chave "taipa de pilão" e "*rammed earth*". Pôde-se observar a incipiência e a baixa qualidade dos conteúdos encontrados na pesquisa em português em algumas plataformas. Já na pesquisa em inglês, os temas e abordagens foram considerados mais aprofundados em todas as plataformas. A qualidade do conteúdo independe do tipo de plataforma em que é veiculado. Foi encontrado conteúdo com alta relevância e coerência em plataformas tidas como questionáveis e conteúdos com baixa relevância e coerência em plataformas consideradas confiáveis. Pôde-se concluir que os conteúdos encontrados norteiam o usuário que busca informação sobre a taipa de pilão, porém, deve-se atentar para as especificidades de cada plataforma, sendo o Instagram a plataforma que obteve o melhor resultado, considerando o usuário que nunca teve contato com a técnica.

1 INTRODUÇÃO

A taipa de pilão, assim como outras técnicas construtivas à base de terra, tem dados científicos e literatura técnica mais escassa quando comparada a sistemas construtivos similares convencionais. É preciso criar e valorizar as informações confiáveis para a correta disseminação das técnicas de construção com terra. Por essa razão, a internet desempenha um papel importante para a propagação do conhecimento sobre os sistemas não convencionais.

A internet revolucionou o modo como se gera e se busca conteúdo. Da mesma maneira, a facilidade de acesso à informação através desta e das outras TICs (Tecnologias de Informação e Comunicação) viabilizou também a apropriação da informação na *web*. A expansão tecnológica do universo virtual configurou um cenário midiático em que a massiva distribuição de informações promoveu o surgimento de uma gama de plataformas que oferecem conteúdos nos mais diversos formatos (Novelli; Hoffmann; Gracioso, 2014).

Assim, depreende-se que estes conteúdos, quando dizem respeito às técnicas construtivas que empregam a terra, podem manifestar-se em meios de comunicação em massa, como *sites*, *blogs*, revistas e mídias sociais, que associam a informação cotidiana à possibilidade de acesso a conteúdo técnico simplificado.

Como observa Westerwick (2013), muito do que é disponibilizado na *web* não é averiguado por comunicadores profissionais, tampouco contestado pelos usuários da internet, que permitem que as informações *on-line* assumam papel importante durante a tomada de decisões tanto no âmbito profissional como na vida privada. Tamanha diversidade tanto possibilita potencial multiplicidade de vozes manifestando-se sobre o mesmo tema, quanto faz com que seja ainda mais importante lançar um olhar criterioso sobre o universo da *web*, especialmente visando caracterizar e analisar *sites* (D'Andréa, 2006).

Além de diversa, é também numerosa a quantidade de informação disponibilizada, fazendo crescer cada vez mais o uso de redes neurais e outras técnicas de inteligência artificial que moldam a disposição do conteúdo às preferências do usuário. Isso influencia substancialmente a posição que cada conteúdo ocupa nas buscas realizadas, mas, mesmo que essa dinâmica dos mecanismos de busca esteja mudando de forma lépida, os componentes técnicos (fatores de qualidade, velocidade e eficiência) ainda têm grande peso no posicionamento do conteúdo na lista de resultados (Westerwick, 2013), fazendo disso outro importante dado a ser bem trabalhado nos conteúdos disponibilizados.

Com o intuito de lançar um olhar crítico às informações *on-line* a respeito da taipa de pilão, este trabalho tem como objetivo analisar se o conteúdo disponível na internet é suficiente para sanar as dúvidas do leitor e se contribui para a correta disseminação da técnica.

2 METODOLOGIA

Esta pesquisa tem caráter exploratório e desenvolve uma análise de conteúdo com abordagem quali-quantitativa de plataformas da internet. Foram selecionadas sete plataformas de pesquisa (científicas e não científicas), cada uma com maneiras diferentes de navegação e disponibilização de informação e com diferentes tipos de conteúdo (imagem, texto e vídeo):

- Periódicos Capes: plataforma de busca exclusiva de produções científicas que proporciona acesso a textos completos de artigos selecionados em periódicos nacionais e internacionais, sem restrições de conteúdo às instituições de ensino e pesquisa no Brasil. Utiliza variados filtros para busca;
- Google: é um instrumento de busca que se baseia no princípio de retornar resultados de pesquisa de alta qualidade em vez de uma grande quantidade de *links* e elenca conteúdos sobre qualquer tema (Google, 2000);
- Google acadêmico: ferramenta de busca focado em materiais para fins acadêmicos, possuindo o mesmo mecanismo de pesquisa do Periódicos Capes por palavras-chave. É possível ter acesso a teses, artigos, livros, resumos e publicações de universidades nas mais variadas áreas. Possui filtros mais simplificados do que o Periódicos Capes;
- YouTube: possibilita aos seus usuários publicar e visualizar vídeos *on demand* (transmissão por demanda). É possível criar um perfil para relacionamento e compartilhamento do conteúdo por meio de URLs (*uniform resource locators)* e códigos HTML (*HyperText Markup Language*) que permitem que os vídeos sejam facilmente incorporados em outros *sites*;
- Pinterest: permite o compartilhamento de imagens e vídeos da internet a partir de uma URL. É uma plataforma colaborativa com interface em formato de "quadro de anúncios" onde o usuário pode, por meio da "pinagem" (ação de marcar conteúdos por *pins*), organizar o conteúdo interessante em diferentes pastas (Barbosa, 2013; Hansen; Knowlan; Winter, 2012). Cada palavra inserida é classificada como uma *tag* e o resultado é um compilado de conteúdos de outros *sites*, com opção de "visitar" a fonte de origem;

- Instagram: rede social gratuita de compartilhamento de fotos e vídeos curtos (Seco; Santos; Bartalo, 2016). Possibilita o acesso de qualquer pessoa, compartilhando conteúdos sobre qualquer temática, que podem ser marcadas por palavras-chave precedidas de uma *hashtag* (#), o que funciona também para a sua localização posterior (Brito, 2016);
- Facebook: qualquer pessoa pode criar um perfil ou página onde é possível publicar e replicar o conteúdo de seu interesse. É um *website* em que os seus utilizadores podem realizar buscas feitas por palavras-chave que oferecem os resultados em forma de publicações, perfis pessoais, fotos, vídeos, páginas, locais, grupos, aplicativos e eventos.

Foram utilizadas as palavras-chave "taipa de pilão" e "*rammed earth"*, ambas sem aspas em todas as plataformas para ampliar os resultados e analisar se há diferença de tratamento em diferentes idiomas. Baseado no estudo de Pan et al. (2007 apud Westerwick, 2013), onde os participantes preferiram os *links* elencados no topo (mesmo que os seus resumos fossem menos relevantes), a análise foi restrita às dez primeiras publicações de cada plataforma. Os detalhes da busca:

- Periódicos Capes: busca "por assunto", em 17/05/2018;
- Google acadêmico: busca "em qualquer idioma", "sem patentes", "sem citação", em 17/05/2018;
- Google: em 01/05/2018;
- Pinterest: em 01/05/2018;
- Instagram: busca "por *hashtag*" ("#taipadepilão" e "#rammedearth"), em 09/05/2018;
- Facebook: busca "por página", em 17/05/2018;
- YouTube: em 01/05/2018.

Cada conteúdo encontrado foi analisado segundo os seguintes critérios, classificados em graus baixo, médio e alto:

- Rastreabilidade da fonte: a fonte é crucial para a credibilidade no contexto *on-line* (lanagin e Metzger et. al. apud Westerwick, 2013). Segundo Tomaél, Alcará e Di Chiara (2005), é essencial determinar a responsabilidade intelectual da fonte, bem como identificar quem está disseminando essa informação ou quem a está disponibilizando. Tradicionalmente, o que determina a precisão de uma fonte de informação é a conferência das referências e a consistência da bibliografia. Porém, o que dificulta o exame de fontes na internet é o fato de que elas podem se referir, da mesma forma, a outras de credibilidade questionável (Tomaél et al., 2001). Esse critério foi simplificado, resumindo-se apenas à presença/ausência da fonte;
- Relevância: a relevância pode ser descrita como o grau em que as informações encontradas atendem às expectativas dos usuários (Kalyanaraman e Ivory apud Westerwick, 2013). Foi considerado como usuário "padrão" a pessoa que não tem conhecimento sobre taipa de pilão. Esse critério foi aplicado em todas as plataformas. Os valores atribuídos: baixo - conteúdo não relacionado à área de interesse do usuário; médio - pouco conteúdo e superficial; alto - conteúdo abrangente;
- Coerência: segundo Gonçalves e Dias (2003), a coerência é o que dá sentido e garante a interpretabilidade de um texto. Para avaliação, atentou-se para a existência de concatenação das ideias ou se não há informações contraditórias. Esse critério foi aplicado em todas as plataformas. Os valores atribuídos: baixo - conteúdo incorreto; médio - conteúdo parcialmente correto; alto - conteúdo correto;

- Interface: baseado em Tomaél et al. (2001), foram observados padrões estéticos da página, sua diagramação, facilidade de navegação e busca. Este critério foi aplicado apenas para a plataforma Google, pois as plataformas científicas, Facebook, Pinterest, Instagram e o YouTube possuem interface padrão para todas as publicações. Os valores atribuídos: baixo - conteúdo mal estruturado, diagramação ruim e presença de muita propaganda; médio - conteúdo bem estruturado com diagramação ruim; alto - conteúdo bem estruturado e diagramação equilibrada;
- Análise técnica: Westerwick (2103) e Searchmetrics (s.d.) citam a relação direta entre a qualidade técnica de confecção e operação de *sites* à sua colocação junto ao algoritmo de pesquisa. Foram utilizadas três ferramentas de análise de performance disponíveis *on-line*, Sitechecker[1], SEO *analyzer*[2] e SEO *web page analyzer*[3], para mensurar as características dos resultados listados. Como o resultado difere entre plataformas, somente os *links* obtidos via Google foram analisados, visto que os demais apresentariam o mesmo resultado do *site* onde o conteúdo está alocado. Os valores atribuídos: baixo – plataforma apresenta erros graves de programação que afetam sua utilização/visualização; médio – plataforma apresenta erros sem impacto em sua apresentação e erros de otimização; alto – plataforma não apresenta erros significativos e boa otimização.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Portal Periódicos Capes

Com a palavra-chave “taipa de pilão” obtiveram-se apenas oito publicações. Destas, cinco não abordam a taipa de pilão como assunto principal apenas mencionam-na uma vez no texto. O 1º e 7º itens são de alta relevância, tratam sobre patrimônio e possuem conteúdo avançado. O 4º item é um livro com potencial relevância, porém, com conteúdo pago (não foi analisado). O 3° item é de baixa relevância e baixa coerência (definição genérica e errônea de taipa de pilão).

Com a palavra-chave “*rammed earth”* (3.144 resultados), os dez primeiros são artigos sobre materiais e estruturas, todos da área da engenharia civil. É perceptível um tratamento de “redescoberta” e de “sustentável” nos artigos, mas predominam as abordagens aprofundadas e específicas sobre sua viabilidade técnica (estabilizações, desempenho estrutural, resistência a sismos, modelagem, ensaios). São leituras avançadas, para público acadêmico, mas as buscas nas duas línguas resultaram em dados bastante diferentes em quantidade e área de conhecimento (arqueologia e patrimônio, em português; engenharia civil, em inglês). Dentre os poucos resultados em português, chama a atenção a quantidade de resultados marginais, onde a taipa de pilão não é o foco principal do conteúdo.

Tabela 1. Análise de conteúdo dos documentos sugeridos pelo Portal Periódicos Capes

Palavra-chave: taipa de pilão / 8 resultados		VEI	Critérios		
			RLV	COE	RST
1°	Taipa de pilão histórica: Roteiro para reconstituição	artigo	alto	alto	17
2°	Fazenda Angélica e o Barão de Grão-Mogol	artigo	baixo	alto	8
3°	Retalhos históricos e detalhes arquitetônicos da Fazenda Água Verde	artigo	baixo	baixo	39
4°	Tecnologia da restauração e da inovação - materiais e estruturas: Um roteiro de estudos	livro	-	-	0
5°	Patrimônios de influência portuguesa: modos de olhar	artigo	baixo	alto	0

[1] https://sitechecker.pro/pt/

[2] https://neilpatel.com/seo-analyzer/

[3] http://www.seowebpageanalyzer.com/

6°	A descoberta do viver periférico: articulações do popular na arquitetura paulista (1960-1980)	artigo	baixo	alto	42
7°	Compreensão da biodeterioração na arquitetura de terra: estudo da colonização por fungos	artigo	alto	alto	31
8°	Educação ambiental como ferramenta de ação na recuperação de área degradada em Bonsucesso - Guarulhos	artigo	baixo	alto	9
Palavra chave: *rammed earth*/ 3.144 resultados		VEI	RLV	COE	RST
1°	*Rammed earth* (Taipa de pilão)	livro	-	-	0
2°	*Reduction of rammed earth's hygroscopic performance under stabilisation: an experimental investigation* (Redução do desempenho higroscópico da taipa de pilão sob estabilização: uma investigação experimental)	artigo	alto	alto	56
3°	*Comparative compressive strength of stabilized and unstabilized rammed earth* (Comparação da resistência à compressão entre a taipa de pilão estabilizada e não estabilizada)	artigo	alto	alto	45
4°	*Evaluating the seismic behaviour of rammed earth buildings from Portugal: From simple tools to advanced approaches* (Avaliação do comportamento sísmico de edifícios de taipa de pilão em Portugal: De ferramentas simples a abordagens avançadas)	artigo	alto	alto	63
5°	*Reliability analysis of rammed earth structures* (Análise de confiabilidade de estruturas de taipa de pilão)	artigo	alto	alto	39
6°	*Shaking table tests on seismic retrofitting of rammed earth structures* (Ensaio em mesa vibratória de estruturas de taipa com retrofit sísmico)	artigo	alto	alto	20
7°	*Engineering properties of unstabilized rammed earth with different clay contents* (Propriedades da taipa de pilão não estabilizada com diferentes quantidades de argila)	artigo	alto	alto	26
8°	*Modeling rammed earth wall using discrete element method* (Modelagem de parede de taipa de pilão usando o método de elementos discretos)	artigo	alto	alto	57
9°	*Behavior of cement-stabilized rammed earth circular column under axial loading* (Comportamento de coluna circular de taipa de pilão estabilizada com cimento sob carga axial)	artigo	alto	alto	33
10°	*Cement stabilized rammed earth as a sustainable construction material* (Taipa de pilão estabilizada com cimento como material de construção sustentável)	artigo	alto	alto	32

VEI: veículo; RLV: relevância; COE: coerência; RST: rastreabilidade
* "-" não houve acesso ao material
Obs.: Os critérios interface e análise técnica não foram analisados para o Portal Periódicos Capes

3.2 Plataforma Google

Nos resultados para "taipa de pilão", também predomina o caráter "inovador, totalmente sustentável e de baixo custo" (tabela 2). Em 4 dos 10 *sites* encontrados na busca em português (1º, 3º, 6º e 10º) foi verificada a repetição da seguinte afirmação: "...quando a terra ou argila atinge 2/3 da altura da taipa de pilão, pode receber transversalmente algumas madeiras em formato cilíndrico envolvidas em folhas de bananeira...", sem fonte e que descreve o método rudimentar apenas. O 9º item difere dos demais e traz imagens de projetos, destaca práticas e detalhes construtivos, expondo a importância da assessoria e orientação de um profissional.

A pesquisa com o termo *rammed earth* aponta uma maioria de *sites* pertencentes a empresas qualificadas, como a *Rammed Earth Constructions*, *Rammed Earth Works* e a Sirewal que se atentam a elucidar as dúvidas do consumidor, abordando questões como a possibilidade de fazer paredes curvas, instalações elétricas e hidráulicas e a sua resistência quanto à chuva, também fazendo comparações com outros materiais e sistemas construtivos convencionais. O 2º item (pertence ao Governo da Austrália) apresenta origem

histórica e até detalhes de acabamento. O 4°e 8° *sites* disponibilizam artigos diversos, abordando a taipa de pilão sob a perspectiva da sustentabilidade, possibilidades construtivas (como paredes curvas e execução de mais de um pavimento) e diversidade de projetos.

Tabela 2. Análise de conteúdo dos documentos sugeridos pelo Google

Palavra chave: taipa de pilão/ 259.000 resultados		VEI	CRITÉRIOS				
			RLV	COE	INT	RST	ATEC
1°	Ecoeficientes	*site*	médio	médio	baixo	1	baixo
2°	Ugreen	*site*	médio	médio	baixo	0	baixo
3°	Temsustentável	*site*	médio	médio	médio	1	baixo
4°	Sustentarqui	*site*	médio	médio	baixo	1	baixo
5°	Wikipedia	*site*	médio	médio	médio	26	alto
6°	História das artes	*site*	médio	médio	médio	0	baixo
7°	Materiais e técnicas para construção sustentável	*blog*	alto	médio	médio	1	baixo
8°	Futura arquitetos	*site*	médio	médio	baixo	13	baixo
9°	Revista restauro	revista	alto	alto	alto	8	baixo
10°	ECivil	*site*	médio	médio	baixo	0	baixo
Palavra chave: *rammed earth*/ 6.180.000 resultados		VEI	RLV	COE	INT	RST	ATEC
1°	Wikipedia	*site*	alto	médio	alto	15	alto
2°	*Your home*	*site*	alto	alto	alto	8	baixo
3°	Sirewall*	*site*	-	-	-	0	baixo
4°	Dezeen**	*site*	alto	alto	alto	0	alto
5°	Muskoka *Sustainable Builders*	*site*	médio	alto	médio	0	baixo
6°	Greenspec	*site*	alto	alto	alto	0	baixo
7°	*Rammed earth constructions*	*site*	alto	alto	alto	16	baixo
8°	*The conversation*	*site*	médio	alto	alto	0	baixo
9°	*Rammed earth works**	*site*	-	-	-	0	alto
10°	*Rammed earth works*	*site*	médio	alto	alto	0	baixo

VEI: veículo; RLV: relevância; COE: coerência; RST: rastreabilidade; ATEC: análise técnica
* "-" não houve acesso ao material

3.3 Google Acadêmico

A busca por "taipa de pilão" trouxe 2.420 resultados (tabela 3) e o 1° item é o mais completo, adequado para o usuário que nunca teve contato com a taipa de pilão, como para o usuário que tem interesse em se aprofundar no assunto. O 2°, 4° e 8° itens são de alta relevância (artigos de caráter histórico), abordam a taipa de pilão no período colonial brasileiro. O 9° item tem média relevância por tratar o tema de forma superficial e fragmentada (histórico, matéria prima, mistura e aplicação). O 10° item tem informações históricas e detalhes sobre preparação, detalhamentos e montagem de fôrmas, instalações elétricas, hidráulicas, compactação, desforma e cura, possui ainda imagens com boa qualidade e linguagem fácil, bom para todos os públicos.

A busca com "*rammed earth*" resultou em três conteúdos pagos (dois livros e um guia de diretrizes) e, por isso, não foram analisados. O 2° ao 5°, 9° e 10° itens tratam de materiais e o 7° aborda conforto térmico e possuem conteúdo avançado, para público específico. Há similaridade entre esse resultado e os do Periódicos Capes, pela especificidade e profundidade dos títulos encontrados.

Tabela 3. Análise de conteúdo dos documentos sugeridos pelo Google acadêmico

Palavra chave: taipa de pilão/ 2.420 resultados		VEI	CRITÉRIOS		
			RLV	COE	RST
1°	Técnicas de construção com terra	doc	alto	alto	17
2°	Taipas: A arquitetura de terra	artigo	alto	alto	7
3°	Prelúdio da metrópole: Arquitetura e Urbanismo em São Paulo na passagem do século XIX ao XX	livro	-	-	0
4°	A taipa no mundo	artigo	alto	alto	24
5°	Um tesouro herdado: Os vestígios arqueológicos da cidade colonial espanhola de Villa Rica del Espiritu Santo - Fênix/PR	artigo	baixo	alto	0
6°	Análise da malha urbana de Villa Rica del Espírito Santo (1589-1632) / Fênix-PR	artigo	baixo	alto	21
7°	Vamos criar um sentimento?! Um olhar sobre a arqueologia pública no Brasil	diss	baixo	alto	213
8°	Técnicas construtivas do período colonial – I	artigo	médio	alto	8
9°	O uso dos materiais naturais na Arquitetura	artigo	médio	alto	17
10°	Desenho do processo e qualidade na construção do painel monolítico de solocimento em taipa de pilão	diss	alto	alto	62
Palavra chave: *rammed earth*/ 28.000 resultados		VEI	RLV	COE	RST
1°	*Rammed earth: design and construction guidelines* (Taipa de pilão: Diretrizes de projeto e construção)	guia	-	-	0
2°	*Rammed earth sample production. context recommendations and consistency* (Produção de amostras de taipa de pilão: contexto, recomendações e consistência)	artigo	alto	alto	11
3°	*Compressive strength characteristics of cement stabilized rammed earth walls* (Características de resistência à compressão de paredes de taipa de pilão estabilizadas com cimento)	artigo	alto	alto	18
4°	*Durability of rammed earth walls exposed for 20 years to natural weathering* (Durabilidade das paredes de taipa de pilão expostas por 20 anos ao intemperismo natural)	artigo	alto	alto	17
5°	*The strength of unstablished rammed earth materials* (A resistência dos materiais da taipa de pilão não estabilizados)	artigo	alto	alto	18
6°	*The rammed earth house* (A casa de taipa de pilão)	livro	-	-	0
7°	*Energy use and thermal comfort in a rammed earth office building* (Uso de energia e conforto térmico em um prédio de escritórios em taipa de pilão)	artigo	alto	alto	13
8°	*History and Evolution of earth construction* (História e a evolução da construção com terra)	livro	-	-	0
9°	*Hygrothermal analysis of a stabilised rammed earth test building in the UK* (Análise higrotérmica de um edifício de taipa de pilão estabilizado no Reino Unido)	artigo	alto	alto	22
10°	*Compression behaviour of non-industrial materials in civil engineering by three scale experiments: the case of rammed earth* (Comportamento à compressão de materiais não industrializados na engenharia civil por experimentos em três escalas: o caso da taipa de pilão)	artigo	alto	alto	18

VEI: veículo; RLV: relevância; COE: coerência; RST: rastreabilidade; DOC: documento; DISS: dissertação
* "-" não houve acesso ao material
Obs.: Os critérios interface e análise técnica não foram analisados para o Google Acadêmico

3.4 Youtube

Tem cunho informal, grande diversidade e na pesquisa com a palavra-chave "taipa de pilão", 9 dos 10 vídeos selecionados para estudo não possuem roteiro nem objetivo específico de divulgação, tampouco são gravados por profissionais da área. Em geral, atribuem à técnica caráter exótico e alguns têm caráter encorajador, munidos do discurso do "faça você

mesmo", como no caso do 3º e 8º itens, que carecem de detalhes que permitam viabilizar o que dizem em seu discurso. Apenas o 4º e 7º itens apresentam a técnica de forma objetiva e ponderada, emitindo certo grau de confiabilidade (explicações detalhadas de execução de parede de taipa de pilão) e, por isso, são de alta relevância e coerência (tabela 4).

Com *rammed earth* há equilíbrio entre vídeos de execução tipo "*do it yourself*", caso do 3º, 5º e 8º itens, e vídeos que são usados como ferramenta de sensibilização e divulgação da técnica como solução construtiva eficiente e mais sustentável (4º, 6º e 7º). Com ausência de informação teórica e com pouca ou nenhuma fala, o 3º e 8º itens são de média relevância, por ilustrarem o processo sem descrição da técnica, demandando do espectador algum conhecimento prévio. Esses itens poderiam ser enriquecidos com a menção aos materiais e ferramentas, ou os benefícios e os impactos provocados pelo uso da técnica, como ocorre no 4º e 6º documentários, protagonizados por fundadores, proprietários e clientes de empresas especializadas em taipa de pilão, como a Aerecura *Rammed Earth*, Sirewall e KC *Homes*. Com esses resultados, houve substancial diferença de qualidade na busca nos dois idiomas.

Tabela 4. Análise de conteúdo dos documentos sugeridos pelo YouTube

Palavra chave: taipa de pilão / 2.360 resultados		CRITÉRIOS	
		RLV	COE
1°	"Execução de parede estrutural de Taipa de Pilão"	médio	alto
2°	"Taipa de Pilão - Conheça este processo de construção"	médio	alto
3°	"Casa de taipa de pilão"	médio	médio
4°	"Café com paredes de taipa de pilão na CASACOR São Paulo 2017"	alto	alto
5°	Oficina de TAIPA DE PILÃO - Congresso Terra Brasil 2014	médio	alto
6°	"Casas Bandeiristas, Módulo Didático: Taipa"	médio	alto
7°	"La técnica del tapial en la construcción tradicional de la Provincia de Albacete #1"	alto	alto
8°	"Parede de taipa e pilão (Faça a sua própria casa) Parte 10"	médio	médio
9°	"Casas de Taipa de Pilão no Vietnã"	médio	alto
10°	"Experimento parede barro de pilão"	médio	alto
Palavra chave: *rammed earth* / 24.500 resultados		RLV	COE
1°	*Rammed Earth Basics* (Noções Básicas de Taipa de Pilão)	médio	alto
2°	*Rammed Earth Construction Timelapse* (Timelapse de construção de taipa de pilão)	médio	alto
3°	*This is Rammed Earth! How to build with Rammed Earth technology. DIY!* (Esta é a Taipa de Pilão! Como construir com a tecnologia de Taipa de Pilão, Faça você mesmo!)	médio	alto
4°	*Groundwork Episode 4 - Building with Rammed Earth* (Groundworkl Episode 4 - Construindo com Taipa de Pilão)	alto	alto
5°	*DIY Rammed Earth Wall For An Outdoor Shower!* (Faça você mesmo uma parede de taipa de pilão para Um Chuveiro ao Ar Livre!)	alto	alto
6°	*Sustainability Can Be Beautiful: Dirt + Pressure = Rammed Earth* (A Sustentabilidade Pode Ser Bonita: Barro + Pressão: Taipa de Pilão)	alto	alto
7°	*Rammed Earth movie* (Filme da Taipa de Pilão)	alto	alto
8°	*How to Make a Rammed Earth Test Block - 5% Cement* (Como Fazer um Teste de Bloco da Taipa de Pilão - 5% de cimento)	médio	alto
9°	*Rammed Earth* (Taipa de Pilão)	alto	alto
10°	*Prefabricated rammed earth - BONUS: Formwork and compaction* (Taipa de Pilão pré-fabricada- BONUS: fôrma e compactação)	médio	alto

RLV: relevância; COE: coerência
Obs.: Veículo, interface, rastreabilidade da fonte e análise técnica não foram analisados para o Youtube

3.5 Pinterest

Na busca por "taipa de pilão" os resultados incluem imagens da fôrma tradicional até projetos finalizados (tabela 5). Também se observam imagens de paredes de taipa de pilão isoladas dos projetos aos quais pertencem. Os *sites* (exclusivamente brasileiros) para qual o leitor é encaminhado coincidem com os mesmos *sites* encontrados na pesquisa do Google.

Na busca por "*rammed earth*" as imagens encontradas são de alta qualidade e são relevantes para detalhamentos técnicos, imagens ilustrativas do apiloamento nas fôrmas e obras finalizadas. Somente o 2° item foi considerado de baixa relevância e baixa coerência por não se tratar de edificação, e sim de vasos decorativos.

Tabela 5. Análise de conteúdo dos documentos sugeridos pelo Pinterest

Palavra chave: taipa de pilão		CRITÉRIOS	
		RLV	COE
1°	Ourfarmadventure	médio	alto
2°	Casa PRO	alto	alto
3°	Futura arquitetos	alto	alto
4°	Taipa de pilão	baixo	baixo
5°	Joharchitects	alto	alto
6°	Pro casa Abril	alto	alto
7°	Coisas da arquitetura	alto	alto
8°	Execução de parede estrutural de Taipa de Pilão	alto	alto
9°	Sustentarqui	alto	alto
10°	EcoDesenvolvimento	alto	alto
Palavra chave: *rammed earth*		RLV	COE
1°	*Contemporist*	alto	alto
2°	danielmantovani.com.br	baixo	baixo
3°	DESIGN STUDIO_PHASE 3	alto	alto
4°	openbuildings	alto	alto
5°	fundaciontierraviva	alto	alto
6°	rammedearthworks	alto	alto
7°	Futura arquitetos	alto	alto
8°	Archdaily	alto	alto
9°	*Apartament therapy*	alto	alto
10°	Monochromat.com	alto	alto

RLV: relevância; COE: coerência
Obs.1: A plataforma não possui quantidade de resultados finais
Obs.2: Os critérios veículo, interface, rastreabilidade das fontes e análise técnica não foram analisados para o Pinterest

3.6 Instagram

Na busca por "#taipadepilão", verificou-se que os primeiros resultados obtidos não tratavam da técnica. Porém, ainda nas dez imagens selecionadas, são exibidas fotos de projetos executados com taipa de pilão localizados no Brasil (Capituva/SP, Alexânia/GO), através de perfis profissionais de empresas como a Terra Compacta e a Taipal Construções em Terra.

Assim também ocorre na busca por "#rammedearth": todos os resultados selecionados se associam à projetos oriundos de arquitetos e escritórios envolvidos com sustentabilidade, dos quais pode se citar o *Lake Flato* (Austin/Texas) e o *Taller AF Arquitectura Sostenible* (Valle de Bravo/México).

Tabela 6. Análise de conteúdo dos documentos sugeridos pelo Instagram

Palavra chave: #taipadepilão / 657 publicações		CRITÉRIOS	
		RLV	COE
1°	@vivianfrizon_interiordesign	baixo	baixo
2°	@bioconstrucao	baixo	baixo
3°	@materiabase	alto	alto
4°	@taipalbrasil	alto	alto
5°	@larissa_tmendes	baixo	baixo
6°	@terracompacta	alto	alto
7°	@su.cunha	alto	alto
8°	@terracompacta	alto	alto
9°	@rodrigo_a_rocha	alto	alto
10°	@cobishalev	alto	alto
Palavra chave: #rammedearth / 12.608 publicações		CRITÉRIOS	
		RLV	COE
1°	@hsuoffice	alto	alto
2°	@golfilloy	alto	alto
3°	@lakeflato	alto	alto
4°	@lisaknowlessf	alto	alto
5°	@pouyakhazaeli	alto	alto
6°	@australian_architecture	alto	alto
7°	@gobbledegooktheatre	alto	alto
8°	@diarmuidgavindesigns	alto	alto
9°	@morrisseylawadvisory	alto	alto
10°	@kalakutumbh	alto	alto

RLV: relevância; COE: coerência
Obs.: Os critérios veículo, interface e análise técnica não foram analisados para o Instagram

3.7 Facebook

Das 10 primeiras páginas encontradas com a palavra-chave “taipa de pilão” os itens 1°, 6°, 9° e 10° são de empresas que trabalham especificamente com a técnica, e possuem o portfólio do profissional com imagens em ótima qualidade do processo de construção como das obras finalizadas, todos com alto grau de relevância. O 2°, 7° e 8° itens são blogs sobre sustentabilidade, permacultura e técnicas construtivas com terra, que possuem conteúdo desconexo ou sem fonte. Há conteúdo sobre diversas técnicas, muitas vezes sem legenda explicativa. Os 3°, 4° e 5° itens são páginas sem relação com a técnica construtiva.

Já na pesquisa por páginas com “*rammed earth”*, 8 dos 10 resultados são páginas de empresas especializadas em construção com taipa de pilão e portfólio dos profissionais. O 7° item reúne *links* de outros *sites* sobre a taipa de pilão, todos corretos, apesar do proprietário da página ser anônimo. O 2° é a página de divulgação de um livro, com poucas postagens sobre a técnica da taipa de pilão (média relevância e coerência, por possuir informações sem legendas).

Tabela 7. Análise de conteúdo dos documentos sugeridos pelo Facebook

Palavra chave: taipa de pilão		CRITÉRIOS	
		RLV	COE
1°	Casa de terra	alto	alto
2°	Arquitetura de terra	baixo	baixo
3°	Condomínio de praia Juquey	baixo	baixo
4°	Pilão de outro artigos religiosos	baixo	baixo
5°	Taipa restaurante	baixo	baixo

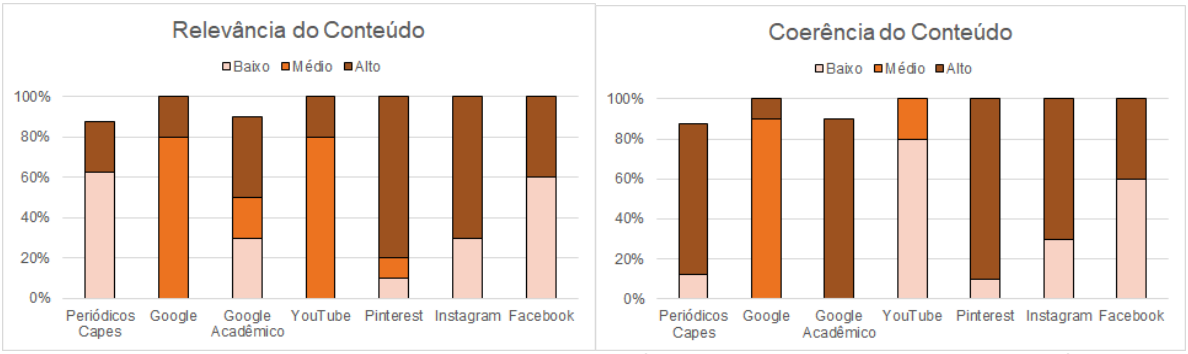
6°	Taipal - construções em terra	alto	alto
7°	Arquitetura de terra	baixo	baixo
8°	Permacultura	baixo	baixo
9°	Simbiose arquitetura viva	alto	alto
10°	Terra compacta	alto	alto
Palavra chave: *rammed earth*		RLV	COE
1°	*Rammed Earth Consulting CIC*	alto	alto
2°	*Historic Rammed earth*	médio	médio
3°	*Rammed Earth Australia Pty Ltd*	alto	alto
4°	*Rammed Earth Works*	alto	alto
5°	*Rammed earth Victoria*	alto	alto
6°	*Aerecura Rammed earth builders*	alto	alto
7°	*Rammed earth*	alto	alto
8°	*Rammed Earth Constructions*	alto	alto
9°	*Rammed Earth Solutions Nepal*	alto	alto
10°	Simbiose arquitetura viva	alto	alto

RLV: relevância; COE: coerência
Obs.1: A plataforma não possui quantidade de resultados finais
Obs.2: Os critérios veículo, interface, rastreabilidade de fontes e análise técnica não foram analisados para o Facebook

Nessa plataforma, o leitor obtém informações procedentes de profissionais atuantes na área de arquitetura e construção, vinculando credibilidade à técnica. O conteúdo apresentado na pesquisa em inglês aponta a frequência de utilização e ilustra o alto padrão das obras de taipa de pilão, desmistificando o rótulo de “material barato”.

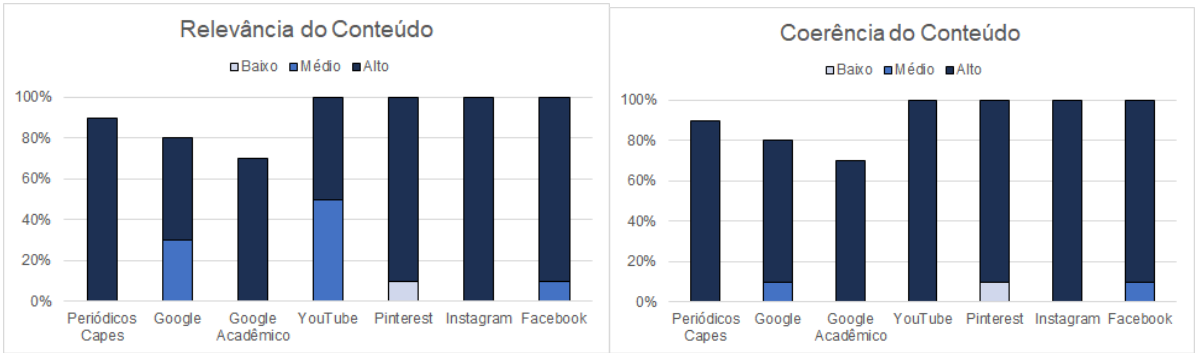
3.8 Gráficos de análise dos resultados

A pesquisa foi feita em língua portuguesa e inglesa, e os resultados apresentaram discrepâncias quanto à relevância e à coerência do conteúdo apresentado.



*As colunas que não alcançaram 100%, se devem a conteúdos não acessados ou a ausência de conteúdo.

Figura 1. Comparativo de resultados da pesquisa na língua portuguesa



*As colunas que não alcançaram 100%, se devem a conteúdos não acessados ou a ausência de conteúdo.

Figura 2. Comparativo de resultados obtidos da pesquisa na língua inglesa

Em português, as plataformas que tiveram conteúdo avaliado como mais relevante e coerente para o usuário foram o Instagram e o Pinterest. Foi verificado que o Google Acadêmico e o Periódicos Capes possuem alta coerência de conteúdo, porém com baixa relevância, o que foi atribuído à um defeito técnico de busca das plataformas, pois a taipa de pilão foi encontrada em foco no máximo duas vezes nos resultados encontrados. Em inglês, foi observada alta coerência e relevância de conteúdo entre as plataformas, sendo o Periódicos Capes e Google Acadêmico bons para obtenção de informação teórica e Instagram para conteúdo em imagem.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A busca com as palavras chave “taipa de pilão” e “*rammed earth”* foi essencial para perceber e comparar as diferenças de resultados por idioma, bem como a discrepância qualitativa e quantitativa do produto das pesquisas.

Pode-se concluir que a relação de confiabilidade entre plataforma e conteúdo tem relação em partes. Mesmo em plataformas popularmente consideradas confiáveis (como no caso do Periódicos Capes e o Google Acadêmico) nem todo conteúdo encontrado é relevante para o leitor, assim como em plataformas onde qualquer usuário pode publicar material sobre um assunto, sem avaliação ou filtro, como é o caso de plataformas como o Facebook, o Instagram e o Pinterest, contêm informações pertinentes para o usuário interessado no tema.

Considerando a relevância como critério para estabelecer o aproveitamento do conteúdo para o usuário, na pesquisa em português, em todas as plataformas é necessário ter conhecimento prévio sobre o assunto, tanto pelo fato de algumas plataformas não serem confiáveis, quanto pelo tipo de conteúdo disponibilizado ser específico ou avançado. Na pesquisa em inglês, a análise do conteúdo encontrado foi positiva, demonstrando alto grau de coerência e relevância entre as plataformas.

Após as análises, observou-se que os resultados não apresentaram forte vínculo entre qualidade de conteúdo e posicionamento na lista de resultados de pesquisa. Nota-se uma forte correlação entre os resultados com maior destaque, sendo eles *sites* de grande circulação ou comumente utilizados para pesquisas gerais. Os fatores de qualidade, velocidade e eficiência não apresentaram impacto perceptível na colocação, porém a difusão do *link* em redes sociais e a popularidade da plataforma de informação apresentou papel decisivo no resultado final.

Os *sites* com maior fluxo de acessos, como Wikipedia, Facebook, YouTube e demais redes sociais aparecem próximo ao topo da relação, aproveitando-se do nome do site principal para elevar suas páginas no *ranking*, assim como havia apontado Westwick (2013).

Nota-se que a qualidade do conteúdo apresentado pode ser obscurecida pela plataforma em que ele é veiculado, podendo tanto deixar de transmitir informações importantes quanto disseminar conteúdo errôneo ou incompleto. Assim, caso o autor não se atente às condicionantes técnicas dos sites, pode prejudicar a popularidade da publicação, deixando o conteúdo menos visível.

A presença de links para conteúdos externos ao site auxilia sua visibilidade, visto que as plataformas de indexação de conteúdo levam em consideração a presença de indícios de pesquisa na composição do texto.

Deste modo, a escolha da plataforma de vinculação do texto e do corpo técnico responsável pelas publicações se tornam críticos para a abrangência da informação (Searchmetrics, s.d.).

Foi assumido que a relevância possui peso maior que os demais critérios observados, sendo assim, coerência e rastreabilidade só são checadas se a relevância for média ou alta,

isso porque, se a informação não atende às necessidades do usuário, não há necessidade de continuar a leitura do conteúdo.

Conforme os resultados coletados, aparenta-se mais adequado ao usuário que não tem conhecimento prévio sobre a técnica se voltar à busca pelo Instagram, pois, mesmo sendo uma plataforma de imagens, possibilita ao usuário estabelecer o primeiro contato com a técnica através de um conteúdo de alta relevância.

Em inglês, o Instagram desempenha este papel juntamente com o Pinterest e o Facebook, já em português, no Instagram, apesar das duas primeiras imagens serem de baixo grau nesse critério, estas acabam sendo superadas pelas outras oito imagens analisadas.

Os conteúdos encontrados são capazes de nortear o usuário que busca por taipa de pilão. Porém, em cada plataforma há peculiaridades para as quais se deve atentar. Vale ressaltar que essas conclusões são válidas para o conjunto de dados obtidos no método estabelecido e para a data que foi realizada, podendo variar em função da adição de novos conteúdos em cada plataforma.

Por fim, com a análise dos conteúdos e sua difusão pelos veículos de pesquisa se tornou evidente que não somente sua colocação garante sua integridade. Sendo essencial que o leitor se conscientize sobre a possível existência de divergências e dados incorretos, assumindo um olhar mais crítico para avaliar a procedência e as fontes apresentadas no texto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barbosa, V. M. (2013). El caso de la red social Pinterest: Representación propia y coleccionismo virtual a través de imágenes. Revista de Comunicación Vivat Academia, ano XV, n.122, p. 92-105

Brito, C. O. R. (2016). Estudo acerca do uso de Instagram como estratégia de divulgação: Caso TPM. Trabalho de Conclusão de Curso. Brasília: Universidade Católica de Brasília

D'Andréa, C. (2006). Estratégias de produção e organização de informações na web: conceitos para a análise de documentos na internet Ci. Inf., Brasília, v. 35, n. 3, p. 39-44

Google (2000). Reviews. Journal of government information, 27. p. 71–73. Disponível em https://kundoc.com/pdf-google-.html

Gonçalves, F.; Dias, M. G. B. B. (2003). Coerência textual: um estudo com jovens e adultos. Psicologia: reflexão e crítica, 16 (1), p 29-40

Hansen, K.; Knowlan, G.; Winter, C. (2012). Pinterest as a tool: application in academic libraries and higher education. Partnership: the Canadian Journal of Library and Information Practice and Research, vol. 7, 2012. Disponível em: <https://journal.lib.uoguelph.ca/index.php/perj/article/view/2011>

Novelli, V. A. M.; Hoffmann, W. A. M.; Gracioso, L. D. S. (2014). Ferramentas para mediação de fontes de informação: avaliação sobre seus usos em bibliotecas universitárias nacionais e internacionais. Perspectivas em Ciência da Informação. Escola de Ciência da Informação da UFMG, v. 19, n. 3, p. 30-51. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/114318>

Searchmetrics (s.d.). Rebooting ranking factors Google.com. Disponível em http://www-scf.usc.edu/~csci572/papers/Searchmetrics.pdf

Seco, C. F. L.; Santos, P. Z.; Bartalo, L (2016). Comportamento informacional e compartilhamento da informação no Instagram. Revista ACB: Biblioteconomia em Santa Catarina, Florianópolis, v. 21, n. 1, p. 46-60

Tomaél, M. I. S.; Catarino, M. E.; Valentim, M. L. P.; Almeida Jr, O. F.; Silca, T. E.; Alcará, A. R.; Selmini, D.; Montanari, F. R.; Yamamoto, S.; Almeida, C. C. (2001). Avaliação de fontes de informação na internet: critérios de qualidade. Informação & Sociedade: Estudos, v. 11, n. 2, p. 13-35

Tomaél, M. I; Alcará, A. R.; Di Chiara, I. G. (2005). Das redes sociais à inovação. Ci. Inf., Brasília, v. 34, n. 2, p. 93-104

Westerwick, A. (2013). Effects of sponsorship, web site design, and google ranking of the credibility of online information. Journal of Computer-Mediated Communication, Ohio, vol. 18, p. 194-211

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem pelo apoio da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

AUTORES

Natália Dotta, graduada em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal (2011). Pós-Graduação em Design de interiores pelo Instituto de Pós-Graduação (2015) e Mestranda em Eficiência energética e Sustentabilidade pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Délis Paulo Pereira, graduanda em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, integrante do Canteiro Experimental, atuante em projetos de ensino, pesquisa e extensão nas áreas de sustentabilidade, tecnologia de habitação social e uso de técnicas de construção não convencionais.

Luiz Fernando Ferrari, graduando em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, acadêmico de Iniciação Científica pelo Laboratório de Inteligência Artificial e Eletrônica de Potência - BATLAB na área de eletrônica de potência, conversão de energia e sistemas embarcados.

Andrea Naguissa Yuba, graduada em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de São Paulo (1997), mestrado em Engenharia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2001) e doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental pela Universidade de São Paulo (2005). Atualmente é docente da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, nos Cursos de Arquitetura e Urbanismo (Coordenação 2011-2013) e Programa de Mestrado em Eficiência Energética e Sustentabilidade.

TERRA E TRABALHO – AVALIAÇÃO DE CANTEIROS DE OBRA DA ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO COM TERRA

Bianca dos Santos Joaquim[1]; João Marcos de Almeida Lopes[2]

[1] Instituto de Arquitetura e Urbanismo, USP – campus São Carlos, SP, Brasil. Grupo Habis/IAU USP, São Carlos, SP, Brasil. UniFAJ, Jaguariúna, SP, Brasil. Rede TerraBrasil, Brasil, bijoaquim@gmail.com

[2] Instituto de Arquitetura e Urbanismo, USP – campus São Carlos, SP, Brasil. Grupo Habis/IAU USP, São Carlos, SP, Brasil. jmalopes@sc.usp.br

Palavras-chave: arquitetura e construção com terra, canteiro de obras, produção, trabalho.

Resumo

As técnicas de construção com terra possuem caráter fortemente artesanal e, se as condições de operação no canteiro não estiverem devidamente equacionadas, a quantidade de esforço físico demandada dos trabalhadores envolvidos em sua produção pode ser muito alta. Considerando-se que no Brasil são frequentes as situações de intensa exploração no setor da construção civil, faz-se necessário suscitar o debate sobre os canteiros de obra da arquitetura e construção com terra. Com o objetivo de conhecer como ocorre tal produção e se a mecanização parcial destes canteiros repercute em melhores condições de trabalho aos operários envolvidos, foram realizadas visitas técnicas a canteiros da arquitetura de terra, bem como entrevistas com trabalhadores, engenheiros e arquitetos envolvidos com os processos construtivos das técnicas de construção com terra. A partir das informações coletadas foi realizada uma análise qualitativa à luz da crítica proposta por Sérgio Ferro em sua obra "O desenho e o canteiro". A evolução do canteiro de obras passa pelo remanejamento e pela eliminação de algumas tarefas. A mecanização parcial permite que operários possam se deslocar, ou ser deslocados, a ocupações que exijam menor esforço físico. No entanto, mesmo com a incorporação de algumas máquinas, parte dos trabalhadores seguem realizando outras tarefas bastante pesadas ou muito repetitivas. Portanto, a mecanização parcial que ocorre até agora não pretende ir além de um aumento da produtividade de elementos construtivos. A inclusão de máquinas não ocorre primordialmente com o intuito de diminuir esforços dos trabalhadores, tal organização de canteiro passou a ser considerada pois, à época das entrevistas, ao confrontar o custo da mão de obra com o investimento em maquinário, este último se revelava como financeiramente interessante, dada as dificuldades de manutenção da mão de obra no setor da construção civil.

1 INTRODUÇÃO

No campo da arquitetura e construção com terra, aspectos positivos relacionados à diminuição da degradação ao meio ambiente e à promoção de resultados benéficos ao desempenho das edificações são bastante difundidos entre seus simpatizantes e especialistas. Trata-se de matéria-prima farta, frequentemente disponível no local da obra, que requer baixo consumo de energia para produção/transformação, que não leva queimas e que, portanto, emite quantidades mínimas de CO_2. Em termos de implicações no ambiente construído, pode proporcionar excelente conforto térmico e acústico, além de contribuir para a regulação da umidade dos ambientes. Ao final de seu ciclo pode ser descartada sem prejuízos de contaminação de solo e água, é reabsorvida rapidamente pelo ambiente ou então, pode ser reciclada, voltando a ser terra para preparação de novos elementos construtivos (Correia, 2006; Dethier, 1983; Doat et. al., 1979; Faria, 2002; Minke, 2006). No entanto, no que se refere aos canteiros de produção da arquitetura e construção com terra, não se sabe se as condições de atuação dos trabalhadores também se configuram como favoráveis.

No atual contexto de busca por soluções construtivas que promovam a sustentabilidade, as tecnologias de construção com terra voltam a apresentar aspectos propícios à sua "re-mercantilização". A matéria-prima em si, o solo, não possui valor agregado. Portanto,

trabalho braçal, intenso e prolongado, é necessário para transformá-lo em material ou produto da construção.

Seja para preparar mistura plástica, que será conformada em moldes para constituir o adobe ou aplicada em tramas para compor uma parede de taipa de mão, seja para comprimir a massa úmida dentro de taipais que conformarão sólidos muros ou então em prensas que resultarão em blocos de terra comprimida (BTC), a quantidade de esforço físico necessária para a execução das diversas atividades que envolvem a produção da arquitetura e construção com terra é alta, podendo ser excessiva se as condições de operação no canteiro não estiverem devidamente equacionadas.

Dada a altíssima frequência das situações de intensa exploração no setor da construção civil no Brasil e considerando o caráter fortemente artesanal da construção com terra, faz-se necessário conhecer como ocorre a produção desta arquitetura e, pergunta-se, ainda, se a mecanização parcial destes canteiros repercute em melhores condições de trabalho aos operários envolvidos.

A inclusão de maquinários parece ser uma solução para as pesadas tarefas que envolvem a manufatura da construção com terra. Já estão em atividade canteiros que se valem de equipamentos mecanizados para aumentar a produtividade de muros de taipa de pilão, de paredes de técnica mista ou de milheiros de adobes e blocos de terra comprimida.

A partir de informações coletadas em entrevistas com trabalhadores e arquitetos envolvidos nos canteiros de produção da arquitetura de terra, visitas a canteiros de produção desta arquitetura, além de informação complementar apresentada sobre estes canteiros na bibliografia especializada, foi construída uma avaliação estruturada por uma análise qualitativa a partir da crítica proposta por Ferro (2006) que, desde a publicação de “O canteiro e o desenho”, em fins da década de 1970, expõe a exploração dos trabalhadores da construção civil e a expropriação de seu saber fazer, ocasionada pela severa divisão do trabalho.

Este trabalho apresenta os principais resultados da dissertação de mestrado “Terra e trabalho – os canteiros de produção da arquitetura e construção com terra em discussão” (Joaquim, 2015). O que se almejou com esta pesquisa foi colocar o trabalhador no centro do debate, com o objetivo de discutir a atuação deste nos canteiros da arquitetura e construção com terra. Foram feitas, ainda, análises a respeito da mecanização parcial e se tal solução pode contribuir ou não para melhorar a remuneração destes operários e atenuar os esforços físicos requeridos por parte dos mesmos.

1.1 Trabalho livre

Para aprofundar esta avaliação dos canteiros da arquitetura e construção com terra a partir da atuação dos trabalhadores envolvidos em sua produção, este trabalho se pautou no conceito de “trabalho livre”.

Inspirado pela máxima de Willian Morris que afirma que a arte é a manifestação da alegria do homem no trabalho (“Art is joy in labour”), Ferro (2006) formula o conceito do trabalho livre como uma possível resposta à atual conjuntura de produção da arquitetura. Portanto, trabalho livre seria aquele que vai além de mera troca de horas de atividade ou esforço físico por remuneração. É um momento em que se atua com autonomia, autogestão e produção de conhecimento, onde a todos os envolvidos é permitido criar, colaborar, discordar, assentir.

Nas palavras do autor:

> E o que é trabalho livre? Nada a ver com arbitrariedade, improvisação ou preguiça. O trabalho livre é quando realiza o melhor possível em dada situação, o melhor do ofício, o melhor objetivamente inscrito no material, o melhor projeto social. A liberdade, ensina Hegel, não se opõe à necessidade: ambas consistem em ter todas as razões para serem o que são em si mesmas. A verdadeira autonomia é intrinsecamente racional (Ferro, 2006, contracapa).

A arquitetura e construção parece ser um campo em que a realização deste ideal é admissível, pois a execução da técnica seria muito similar num contexto diverso deste que impõe o modo de produção capitalista. Ou seja, mesmo que não fosse o capital o responsável por reunir, ali no canteiro, aqueles trabalhadores, a produção poderia ocorrer de maneira semelhante, com provável diferença na divisão do trabalho, mas ainda a partir da manufatura como técnica operatória. Ferro, Costa Agarez e Kapp (2016) afirmam que os trabalhadores vendem ao capital sua força de trabalho, mas com o pressuposto de por à disposição dele (do capital) seu saber e saber-fazer – sem os quais a manufatura não funciona. Por este motivo, considera-se que tal subordinação ao capital é somente formal, pois, sob o ponto de vista do trabalho concreto, afora graves deformações devidas à divisão excessiva das tarefas, o operário atuaria (quase) do mesmo modo em produções não subordinadas ao capital.

Conforme colocado anteriormente, o mercado, através da mídia que trabalha em sua função, transfere constantemente a responsabilidade dos problemas ambientais de hoje ao indivíduo no intuito de mercantilizar novos produtos. As técnicas de construção com terra parecem voltar a adquirir valor de uso e, a partir deste contexto, é "vendida" como tecnologia ecológica. A partir de sua posição alienada, de desconhecimento ou falta de atenção para com os meios pelos quais se conforma esta (e as outras) arquitetura(s), o indivíduo pensa estar agindo a partir de uma ética da sustentabilidade quando na verdade apenas consome mais um artigo fetichizado pelo capital.

No entanto, ao mesmo tempo, a arquitetura e construção com terra parece promover outra dimensão à arquitetura. Por ser material transformado e aplicado no canteiro para a conformação da técnica, muitas vezes empresta à edificação a aparência resultante de sua aplicação, seja através do gesto que reveste manualmente as trincas resultantes da taipa de mão (técnica mista), do golpe que compacta a terra úmida nas paredes de taipa de pilão, da batida que preenche entramados da taipa de mão ou do assentamento aparente de blocos (mais raramente revestidos quando se tratam de adobes ou BTC). Paredes de terra oferecem "ornamentação" ao edifício como consequência do simples emprego da técnica.

Na crítica de Ferro (2006), a revelação do trabalho executado por aqueles que materializam a forma arquitetural é uma das possíveis maneiras de apresentar dimensão artística à arquitetura. O autor afirma que a forma arquitetural deveria ser a expressão, a exteriorização, de seu fundamento, e ela só ocorre a partir de uma manufatura não subordinada: "(...) o ornamento autêntico é um excedente formal que prolonga e exalta o gesto técnico correto, na alegria do trabalho correto, necessário" (Ferro; Costa Agarez; Kapp, 2016).

Se o canteiro for organizado de maneira diversa, de modo a proporcionar melhores condições de atuação, mais autônomas, mais colaborativas entre os diversos atores envolvidos – arquitetos, engenheiros, empreiteiros e operários – daí sim a arquitetura e construção com terra poderá ser reavaliada como promotora de meios para a construção de sociedades sustentáveis. É neste sentido que este trabalho se propõe a discutir os canteiros de construção com terra.

2 DUAS EXPERIÊNCIAS DE PRODUÇÃO DE ADOBE EM PIRACAIA, EM SÃO PAULO

Nos anos de 2009 e 2010, a primeira autora deste artigo esteve envolvida com duas obras de residências unifamiliares compostas por vedação não estrutural em adobes. O contato com os trabalhadores envolvidos na produção impulsionou a pesquisa de mestrado ao qual este artigo se refere. Foram realizadas entrevistas semiestruturadas com estes operários, cujas informações foram apresentadas por Joaquim e Lopes (2012) em TerraBrasil 2012. No entanto, como se retoma a discussão sobre estas obras, apresentam-se algumas importantes particularidades do referido trabalho.

2.1 Caso 1: Adobe pré-fabricado

A obra a que se refere primeiro estudo de caso ocorreu entre maio e junho de 2009. Trata-se de uma produção de 7 mil adobes que foram aplicados em alvenaria de vedação de uma residência unifamiliar localizado em loteamento fechado situado em Piracaia/SP. O trabalhador entrevistado foi Francisco Canindé Crispim Gonçalo, responsável pela produção. A fabricação dos blocos deu-se em lote distante cerca de 300 m da unidade residencial que os recebeu. A terra utilizada em sua confecção era de origem externa ao loteamento (comprada). Para a produção fez-se uso de uma máquina denominada maromba, de propriedade do coletivo de moradores do loteamento em que a residência está inserida. A equipe que cuidou da fabricação dos adobes não foi a mesma que os assentou posteriormente. Ao final da produção, foi necessária a contratação de um serviço de transporte que encareceu consideravelmente o preço final do produto. A entrevista ocorreu em março de 2012.

2.2 Caso 2: Adobe produzido *in loco*

O segundo caso estudado ocorreu entre setembro e novembro de 2010. Foram produzidos 3 mil adobes que posteriormente foram aplicados em alvenaria de vedação de uma residência unifamiliar localizada em loteamento fechado situado em Piracaia/SP. O trabalhador entrevistado foi Miro Gabriel, pedreiro responsável pela obra. A modelagem dos blocos foi realizada no mesmo canteiro de obras da unidade residencial que os recebeu. A terra utilizada na confecção dos blocos foi obtida na terraplenagem do próprio lote. Também aqui foi utilizada a maromba coletiva, propriedade dos moradores do loteamento. O equipamento foi transportado para o canteiro de obras e a equipe que cuidou da fabricação dos adobes foi a mesma que os assentou posteriormente. A entrevista ocorreu em março de 2012.

2.3 Maromba

A maromba é um equipamento oriundo da indústria cerâmica. Possui um eixo central horizontal cuja rotação ocorre por um motor elétrico. Neste eixo estão fixadas pás distribuídas em helicoidal. Este sistema é encerrado por um tubo cilíndrico com duas aberturas. A entrada fica ao lado do motor, virada para cima, para receber as matérias primas. A saída fica na ponta oposta, como continuação do cilindro e possui uma abertura afunilada. Dentro da máquina as matérias primas são misturadas, revolvidas e empurradas para a saída.

No caso do uso desta máquina para a produção de adobes, diferente de como ocorre na linha de produção da cerâmica queimada, a mistura não fica pronta com apenas uma passagem pela máquina. Isso ocorre pois a massa não entra na maromba após ser misturada por outros maquinários e processos, conforme ocorre na planta industrial. Os elementos entram secos e precisam ser umedecidos e homogeneizados para atingir o ponto ideal para modelagem. Por isso é necessário recolocar o material na maromba para ser misturado por uma segunda vez – e, em muitos casos, por uma terceira vez.

2.4 Resultados das entrevistas

Os resultados destas entrevistas podem ser consultados na integra em Joaquim e Lopes (2012) ou em Joaquim (2015). A seguir alguns pontos principais serão ressaltados.

A maromba, máquina incorporada na produção, revelou-se positiva em questão de produtividade e redução dos esforços. Entretanto, parece ainda não ser o equipamento ideal. Por não ser completa, ou seja, por precisar da participação humana para ser reabastecida, acaba resultando em trabalho bastante pesado. Para o trabalhador que pôde comparar as duas situações, a diferença fundamental entre os esforços físicos que envolvem a alimentação da maromba e a virada da massa com os pés reside no fato de o tempo necessário para realizar a atividade ser significativamente encurtado com o uso da

máquina. Apesar da tarefa de reabastecer a máquina ser atividade considerada pesada, em nenhum dos dois casos os trabalhadores improvisaram soluções para diminuir este esforço.

A respeito da remuneração, o desconhecimento da rotina de produção dos adobes levou os trabalhadores a cobrarem menos do que acreditam ser o valor justo pelo trabalho. No caso de Francisco (caso 1) o serviço foi mal pago. Já no caso de Miro (caso 2) houve prejuízo. O que se verifica é que a cobrança por quantidade (milheiro) acabou sendo inadequada, pois não considera trabalhos extras como preparação do terreno, instalação de coberturas, parada da produção por falta de espaço, situações em que o fornecimento de energia é interrompido e a produção cai, entre outros.

Vale pontuar um fato bastante importante, o conhecimento do cotidiano da tecnologia desanimou um dos trabalhadores de tornar a empregá-la. Percebe-se que apesar de admirar a técnica, o trabalho extenso e remunerado de maneira inferior às empreitas que o pedreiro costuma assumir terminaram por afastar o trabalhador da produção de adobes.

3 EQUIPE E PRODUÇÕES DE TAIPA DE PILÃO EM PIRACICABA

Durante o segundo semestre de 2013, ocorreu em Piracicaba, estado de São Paulo, duas produções de taipa de pilão executadas por uma mesma equipe de trabalhadores. O canteiro de obras desta equipe, parcialmente mecanizado, contava com equipamentos tipo compactador pneumático (modelo CP 003 da Chicago Pneumatic) e misturador mecanizado confeccionado por encomenda. O taipal utilizado, desenvolvido pelos arquitetos responsáveis pelas obras, trata-se de um molde estruturado por treliças metálicas, encerrada por placas de compensado plastificado.

3.1 Caso 3 – Entrevista com o empreiteiro e o arquiteto

O terceiro caso considerado neste artigo é a obra de uma residência unifamiliar composta por paredes estruturais de taipa de pilão. A edificação, de pouco mais de 400 m², está localizada em um condomínio situado na estrada que liga Piracicaba a São Pedro em São Paulo. A entrevista ocorreu em 23 de outubro de 2013. No momento da entrevista, a produção das paredes de taipa de pilão já estava concluída. Portanto, para esta primeira obra, apenas o empreiteiro[1] e o arquiteto[2] foram entrevistados, que foram descritas na íntegra em Joaquim (2015).

3.2 Resultados da entrevista

Diferentemente dos trabalhadores que atuaram na produção de adobes em Piracaia, o encarregado da obra da taipa de pilão não apresenta dificuldades para cobrar adequadamente pelos serviços da produção. Isto ocorre por dois motivos. Primeiro, porque ele e os trabalhadores do canteiro recebem diárias, quem assume o custo total da obra e repassa aos clientes é o arquiteto. O segundo motivo é o fato de o encarregado já ter tido experiências anteriores com a taipa e já dominar todo o processo de produção – já conhece o taipal, as máquinas, já tem a divisão do trabalho bem resolvida. Com este domínio de informações sobre a produção, teria a segurança de cobrar o serviço por empreita.

O que ocorre nesta obra, diferente da obra dos adobes mencionada, é que aqui a manufatura está colocada de maneira mais racionalizada, a divisão do trabalho é avançada devido ao emprego do maquinário e da utilização de um molde (taipal) que já foi utilizado e que por isso já se conhecem os procedimentos de montagem e desmontagem.

A realidade de obra assumida pelo encarregado é a de receber prontos todos os detalhes intrínsecos à execução da taipa: não precisa construir o taipal; não precisa selecionar e testar o solo; a terra é comprada e chega pronta para ser empregada, ou seja, não é

[1] Flávio Vaz Pessoa que, além de trabalhar em atividades da produção, gerencia a obra, os pedreiros e serventes contratados para a execução da mesma

[2] Márcio V. Hoffmann, acompanhou e participou da entrevista e contribuiu com diversos detalhes

necessário corrigir a proporção de areia e argila; o traço de cimento é fornecido. Tudo o que precisam conhecer é como operar os equipamentos, como montar e desmontar o taipal e o ponto de umidade de trabalho da terra estabilizada. Num dado momento da entrevista o empreiteiro afirmou que "pedreiro consegue ser taipeiro, mas taipeiro não consegue ser pedreiro". Ao dizer isso, o entrevistado expõe a situação do trabalhador no canteiro de obras: já não se trata de um ofício, como era anteriormente, o trabalhador não é mais taipeiro, é operário de linha de produção.

Com as informações fornecidas pelo arquiteto acerca do montante investido nos equipamentos e no taipal, fica clara a dificuldade, ou até impossibilidade, de um trabalhador comum ter acesso aos meios de produção. Como as máquinas apresentadas não estão disponíveis para aluguel, só quem possui grandes montantes de capital para investir pode ter uma produção mecanizada similar a esta.

Por outro lado, para que um investidor tenha retorno favorável e lucrativo sobre a quantia investida em maquinário, a mais valia gerada pelos trabalhadores envolvidos no canteiro é essencial. Por esse motivo, os operários da produção da taipa de pilão não podem receber mais do que recebe um trabalhador de um canteiro de obras convencional. O repasse aos clientes também ocorre, pois a mais valia oriunda do canteiro não é suficiente para compensar o emprego dos equipamentos mecanizados.

Por fim, vale comentar uma das falas do arquiteto, que afirmou que "o trabalho da taipa é mais pesado, mas, ao mesmo tempo, é mais produtivo que a execução de alvenaria". Pareceu interessante verificar tal declaração. A produtividade da mão de obra pode ser definida como o intervalo de tempo necessário para uma pessoa realizar um serviço com determinadas ferramentas ou equipamentos. No caso da taipa de pilão considerado, os dados apresentados para a execução de 12 m^2 (4 m lineares) de parede, com uma equipe de 7 trabalhadores, são: 2h para montar o taipal, 6h para compactar a terra e estima-se mais 2h para a desmontagem e outras atividades eventuais. Ou seja: em 10h, 7 homens produzem 12 m^2 de parede estrutural, simplificando 7 homens produzem 1,2 m^2 de parede por hora. Com estes números chega-se a uma razão unitária de produção (RUP) de 5,833 Hh/m^2 (calculado conforme Souza, 2000).

Tomando-se a RUP estipulada pela TCPO (2010) para alvenaria estrutural de blocos cerâmicos, pode-se comparar sumariamente a produtividade das duas técnicas. São apresentados 3 índices de RUP conforme as dificuldades de produção. Para a alvenaria estrutural, são estes os valores (sendo RUPmin a produção mais simplificada e RUPmax a mais complexa):

$$RUPmin = 0{,}51\ Hh/m^2;\ RUPmed = 0{,}74\ Hh/m^2;\ RUPmax = 0{,}98\ Hh/m^2.$$

A alvenaria estrutural tem produtividade quase 6 vezes maior que a taipa de pilão do caso de Piracicaba, considerando o índice da RUP Max.

Pode-se considerar que a diferença de produtividade diminua considerando-se que a taipa de pilão, quando desformada, está praticamente acabada. No entanto, no caso desta obra, a parede recebe polimento com lixadeira elétrica e é revestida com resina sintética.

Um estudo mais apurado seria necessário para avaliar a produtividade da taipa de pilão de maneira adequada. No entanto, para o caso analisado, estes primeiros dados revelam que a produtividade da alvenaria estrutural é maior a uma taxa que não poderia ser facilmente atingida pela taipa de pilão, mesmo que se simplifique os processos de acabamento descritos, que nem sempre são empregados.

3.3 Caso 4 – Aplicação de questionário com os trabalhadores

O quarto caso também se refere a uma obra de residência unifamiliar parcialmente composta por paredes estruturais de taipa de pilão, situada em outra região da mesma cidade, Piracicaba, em São Paulo. Nesta obra a situação é diferente da anterior. Há pelo menos duas equipes empreitadas para a realização dos trabalhos. A equipe gerida pelo

mesmo empreiteiro do caso 3, é responsável apenas pela execução das paredes de taipa de pilão.

Em 13 de dezembro de 2013 foi realizada uma visita técnica para observação do canteiro durante a produção. Na ocasião foram realizadas observação de campo, conversas informais e foi aplicado um questionário com o objetivo de facilitar o contato com os trabalhadores e manter a rotina de produção. Neste dia estavam presentes apenas os trabalhadores que atuam rotineiramente no canteiro de obras, arquitetos e empreiteiro não participaram das conversas.

A chegada à obra ocorreu no fim da manhã. A atividade de desmontagem dos taipais já havia ocorrido. Os trabalhadores costumam desmontar a armação no dia seguinte para que a parede possa retrair um pouco e para facilitar o desmonte das chapas que a encerram. Naquele momento a montagem do taipal em nova posição já estava em fase adiantada. A estrutura já estava quase toda montada e os montantes verticais estavam sendo fixadas ao contrapiso. Ao final, antes de dar início à atividade de compactação, alguns dos trabalhadores cuidaram da base, previamente construída, que receberia o painel de taipa de pilão. São necessárias tarefas como retirada de rebarbas da argamassa e limpeza da sapata (fundação) que sustenta a parede.

A atividade foi concluída próximo do horário de almoço. Deste modo, os trabalhadores resolveram iniciar a tarefa de compactação depois da pausa. Baldes já haviam sido preenchidos para que a mistura da terra estabilizada se iniciasse imediatamente após a parada. Depois do almoço foi dado início à atividade de compactação. Neste momento todos os trabalhadores ficaram ocupados e a atividade foi intensa.

A terra foi separada anteriormente (figura 1) e mesclada com cimento no misturador. O operador acrescentou pequenas porções de água para ajustar a umidade do solo preparado. O resultado foi uma massa úmida, não molhada, em condições adequadas para ser compactada.

De um lado havia dois trabalhadores que operavam e alimentavam a máquina. Do outro, três deles recebiam o material misturado e colocavam-no em baldes que eram transportados até o local onde o taipal estava instalado (figuras 2 e 3).

De tempos em tempos despejava-se o conteúdo do misturador sobre uma baia que encerrava o material para que esse não se espalhasse. Ali, um trabalhador preenchia baldes com a mistura que, em seguida, era transportada por outros dois operários até o taipal (figuras 2 e 3). Dois baldes de 10 litros eram carregados por vez. A atividade foi repetida diversas vezes até chegar ao ponto de acrescentar mais um nível ao taipal, momento em que o transporte de material parou por um curto período.

Conforme o material era despejado no taipal, um dos trabalhadores o distribuía uniformemente ao longo do molde e usava uma guia para verificar a altura máxima da fiada (figura 4).

Acertada a altura da fiada, era a vez do operador do compactador pneumático trabalhar o material depositado. O trabalhador usava o próprio peso para compactar o material previamente e depois seguia com a máquina para que a fiada atingisse a compactação ideal. Conforme operava o compactador, o operador avançava e recuava em pequenas distâncias para alcançar alturas uniformes e uma compactação adequada.

Conforme a altura do taipal era preenchida, as laterais encerradas recebiam uma nova linha de chapas de compensado. O desmoldante era aplicado nas placas previamente.

Ao fim do dia, concluídas ou não, as parede são embaladas com lonas que as protegem das intempéries. À altura do piso, uma pequena sapata que sustenta a parede a protege de águas que escoam quando ocorrem chuvas ou outras situações com presença de água.

Ao final da execução de todas as paredes de taipa, cada uma delas recebe polimento com lixadeira elétrica e é protegida com resina sintética.



Figura 1. Preenchimento dos baldes que alimentam o misturador (crédito: B. Joaquim)



Figura 2. Operação do misturador e preenchimento dos baldes com o solo já estabilizado e preparado para ser transportado aos taipais (crédito: B. Joaquim)



Figura 3. Baldes sendo transportados ao taipal (crédito: B. Joaquim)



Figura 4. Despejo do solo estabilizado no taipal e compactação do material (crédito: B. Joaquim)

3.4 Caso 4 – Resultados do questionário

Como havia sete operários, adotou-se um questionário a ser respondido individualmente. Questões que concernem às dificuldades da execução da técnica, ao maquinário, à estrutura de produção, às opiniões pessoais quanto à aparência, dentre outras, compuseram o questionário. As respostas foram padronizadas em escala de 5 níveis, conforme proposto por Likert (1989): discordo totalmente / discordo um pouco / não sei, tanto faz / concordo um pouco / concordo totalmente. Questionários com repostas padronizadas podem ser analisadas através de estatísticas que analisam as quantidades de respostas. No entanto, como o número de trabalhadores consultados foi reduzido, as informações foram analisadas individualmente. A íntegra do questionário e de suas resposta pode ser consultado em Joaquim (2015). Para a análise conjunta, cujos resultados serão apresentados a seguir, a questionário de um dos empregados foi desconsiderado pois percebeu-se que as respostas foram assinaladas aleatoriamente, mais detalhes podem ser conferidos em Joaquim (2015).

Com relação ao trabalho que envolve a taipa de pilão, para a maioria parece pesado, conforme questionário aplicado, um 4 de 6 entrevistados discordam que seja fácil e 4 de 5 discordam que seja leve (um se absteve).

A respeito do taipal empregado, 4 de 6 entrevistados concordam que é de fácil montagem e desmontagem e 4 de 6 entrevistados acham que auxilia na produção. A grande maioria (5 de 6 entrevistados) discorda que tal tipo de molde diminui a requisição de esforços físicos, no entanto, nenhum deles trabalhou com outro tipo de taipal para comparar. O que se

compreende deste contrassenso é que, apesar de não conhecerem outro tipo de molde, o modelo por eles experimentado requer esforços físicos por si só elevados.

Em relação às máquinas, a aprovação do misturador é unânime, tanto no que se refere a auxiliar na produção, quanto na diminuição dos esforços físicos, quanto no quesito segurança. Com relação ao compactador (apiloador no questionário) as respostas foram mais controversas. Apenas para a metade dos entrevistados a máquina auxilia na produção da taipa, um deles não soube responder, portanto, a maioria acabou por aprovar o compactador. A grande maioria (5 de 6 entrevistados) o aprova no quesito segurança. Esta resposta tão balanceada com relação à contribuição que a máquina traz à produção pode estar relacionada à nomenclatura adotada no questionário. Enquanto ali se apresentava a palavra 'apiloador', os entrevistados estavam mais habituados ao nome 'compactador'. Esta questão foi percebida e comentada com os trabalhadores antes que os mesmos respondessem as perguntas. Mesmo assim, talvez por esperar apoio majoritário por parte dos trabalhadores também a este equipamento, acredita-se que a distinção de nomenclatura possa ter influenciado parcialmente as repostas. Apesar de não estarmos certos se realmente houve tal imprecisão, pareceu correto apresentar este questionamento.

Os trabalhadores, em maioria, aprovam a técnica: 6 de 6 entrevistados gostam da aparência, a 6 de 6 entrevistados lhes parece durável e a 5 de 6 entrevistados lhes parece resistente. Além disso, 5 de 6 entrevistados morariam numa casa com paredes de taipa de pilão. Mas quando questionados se investiriam trabalho e tempo para construir uma casa com esta técnica para si, a resposta é mais balanceada: metade dos entrevistados concordaria em construir para si, mas 2 deles não o fariam e um deles não soube responder.

A maioria dos entrevistados, 5 de 6, gostou de trabalhar com a técnica. A maioria, 5 de 6 entrevistados, também ficou satisfeita com o resultado das paredes. Em contrapartida, metade deles prefere trabalhar em obras convencionais (alvenaria e concreto armado). Ao mesmo tempo, os entrevistados foram unânimes ao afirmarem que voltariam a trabalhar com taipa de pilão. Acerca da remuneração, mais uma vez a resposta foi balanceada: para a metade lhes pareceu adequada, para a outra metade não.

O método de entrevista adotado foi bastante adequado para que não houvesse grandes interrupções na jornada de trabalho dos entrevistados. De um modo geral acredita-se que a produção não teve seu rendimento defasado por conta da presença da primeira autora deste trabalho e da interferência com perguntas sobre o processo, registros fotográficos e em vídeo realizado (previamente autorizados). É imaginável que, de um modo geral, o comportamento dos trabalhadores estivesse alterado. Mas como não pareceu haver queda de rendimento, acredita-se que o que se observou naquele dia foi um dia de trabalho com todas as dificuldades e satisfações que uma jornada comum incluem.

Ao mesmo tempo em que o questionário fechado, para ser respondido no formulário, não muda as atividades dos trabalhadores, permitindo uma observação plena da rotina do canteiro de obras, acredita-se que um questionário mais aberto extrairia maiores detalhes e nuanças da posição dos trabalhadores em relação ao seu trabalho e ao envolvimento com a taipa de pilão, conforme pôde ser capturado dos trabalhadores de Piracaia, que trabalharam com o adobe.

No entanto, enquanto lá foram dois entrevistados, em datas diferentes, dedicados ao momento da entrevista, aqui foram sete em um mesmo dia, com obra em andamento. Por esse motivo acredita-se que o formulário fechado foi o mais adequado à situação.

O método de respostas da escala Likert, apesar de ser de grande valia por tentar apresentar opções imparciais para as respostas, se mostrou um pouco confuso. Isso pôde ser notado em respostas que se contradiziam. Mas não foi uma situação generalizada, portanto acredita-se que os resultados aqui apresentados são de grande validade.

Por mais que se tenha colocado como opção aos trabalhadores não incluírem o nome no questionário, todos eles o fizeram. Este fato, provavelmente, pode ter influenciado algumas respostas, principalmente aquela que se refere à remuneração.

Além disso, durante a conversa mais informal que se deu na visita à obra, percebeu-se um tom de maior contrariedade para com a técnica que não foi verificado nas respostas ao questionário. Esta percepção ocorreu tanto no que diz respeito à aparência, conforme apresentado no início deste caso, quanto nas dificuldades de produção, conforme comentários sobre a intensidade da obra.

Houve ainda o caso de um dos entrevistados ser analfabeto. Para este caso a primeira autora deste trabalho lia as perguntas e anotava as resposta. Acredita-se que o tom da leitura e a conversa que se deu ao longo do processo podem ter influenciado as repostas em alguma medida. No entanto, comparando o conjunto de respostas aos demais, nenhuma disparidade foi notada.

Sobre o fato de a equipe estar empreitada para executar a taipa de pilão somente, observa-se que técnica de construção com terra em questão, conforme está sendo empregada, se tornou mais uma atividade especializada do canteiro, ou seja, os trabalhadores têm, mais uma vez, suas habilidades divididas e separadas dos demais trabalhos da manufatura da edificação. Pensando que na equipe há ajudantes jovens, pode-se prever que tal divisão tardará o aprendizado do ofício de pedreiro, uma vez que começam trabalhando em atividade tão especializada, braçal e simplificada.

A impressão que os autores tiveram a respeito de algumas atividades, principalmente as que envolvem abastecer e transportar baldes, é a de que eram realmente muito intensivas e que as condições climáticas do dia pareciam agravar. No entanto, esta é uma impressão pessoal dos autores. O que se almeja afirmar com este comentário é que ali, naquele canteiro de obras, talvez a atividade não fosse mais pesada nem muito diferente do que em um canteiro de obras convencional. No entanto, sabe-se que os canteiros de obra costumam ser local de trabalho bastante pesado, com pouca ou nenhuma instalação que promova o conforto dos trabalhadores. O canteiro de obras da taipa de pilão é só mais um canteiro de obras. Ao trabalhador, até aqui, ainda não foi possível verificar ganhos com as tecnologias da arquitetura de terra, muitas vezes denominadas sustentáveis.

4 CONCLUSÕES ACERCA DOS CANTEIROS OBSERVADOS

Nos canteiros contratados da arquitetura e construção com terra, ou seja, naqueles em que o capital reúne os trabalhadores, de um modo geral, a atuação destes ocorre de maneira bastante similar ao que ocorre em sítios de obras convencionais. Há uma acentuada divisão do trabalho, há poucos ou nenhum trabalhador de ofício envolvidos. Há desconhecimento do todo da produção da edificação ou da própria técnica de construção com terra que se pratica. Há pouca ou nenhuma possibilidade de autonomia ou mobilidade social.

Com relação à questão da especialização da mão de obra, conforme exemplificado nos canteiros de obra apresentados, há casos onde uma equipe apenas produz adobes ou apenas executa as paredes de taipa de pilão, e após a conclusão de tais tarefas não participa da conclusão do todo do edifício. Esta condição imposta à arquitetura de terra a coloca na mesma trajetória pela qual passam todos os materiais que vão sendo incorporados pelo mercado da construção civil, trata-se de mera mercadoria. A execução das técnicas de construção com terra, ao invés de voltar a ser incorporada pelo ofício de pedreiro, passa a ser atividade especializada, sem totalidade nenhuma.

Os casos 3 e 4, de Piracicaba, mostram que a realidade de obra assumida pelo encarregado é a de receber prontos todos os detalhes intrínsecos à execução da taipa: não precisa construir o taipal; não precisa selecionar e testar o solo; a terra é comprada e chega pronta para ser empregada, ou seja, não é necessário corrigir a proporção de areia e argila; o traço de cimento é fornecido. Tudo o que precisam conhecer é como operar os equipamentos, como montar e desmontar o taipal e o ponto de umidade de trabalho da terra estabilizada. O

trabalho de produção da taipa de pilão já não é mais um ofício, um *métier*, trata-se de conjunto de tarefas a serem realizadas, muito semelhante a uma linha de produção.

No que diz respeito à mecanização parcial, foi possível observar como este contexto de produção interfere na divisão do trabalho. Se por um lado o trabalhador deixa de virar a terra com o pé, no caso da massa de textura plástica, ou com a enxada, no caso da massa de textura úmida, por outro ele será deslocado para outras tarefas também pesadas do canteiro de obras, conforme se verificou nos canteiros de obra analisados. Em Piracaia o operário assumiu a tarefa, nada leve, de abastecer e reabastecer a maromba. Em Piracicaba, além da atividade de abastecimento do misturador, um maior número de trabalhadores foram alocados para a atividade de transporte de material. Há uma diminuição de esforços físicos para as tarefas que passam a ser mecanizadas e que anteriormente eram realizadas manualmente. No entanto, isso ocorre apenas para quem opera a máquina. Como parte da cadeia de produção passa a ter suas atividades realizadas de maneira mais rápida, a demanda por material preparado, quantificado e transportado é intensificada.

O resultado disso é que na mecanização parcial a máquina dita a produtividade do trabalhador, pois é ele quem opera, alimenta e esvazia estes equipamentos, e é ele quem preenche as lacunas das tarefas realizadas manualmente. E a máquina não pode ficar ociosa, portanto o trabalho é intensivo e o número de trabalhadores é regulado para que isso não aconteça, senão o investimento realizado na mecanização não dá retorno.

E pensando numa mecanização mais completa, onde todas as tarefas pesadas fossem substituídas por máquinas, elas ainda seriam operadas por homens que provavelmente não teriam grandes ganhos para além da diminuição dos esforços físicos. O trabalhador seguiria atuando sem autonomia e ainda haveria a possibilidade de ser deslocado a outras tarefas repetitivas, conforme ocorre com muitos processos que são industrializados.

A mecanização parcial tampouco contribui para uma melhora na remuneração. Conforme analisado para o caso de Piracicaba, grande quantidade de capital é necessária para equipar um canteiro. Como é alta a quantidade de mais valia a ser extraída para compensar o montante investido em maquinário, os ganhos da produção acabam não sendo repassados aos trabalhadores.

Além disso, grandes quantidades de capital são necessárias para alcançar uma produção semi mecanizada. Em outras palavras, o trabalhador comum não seria capaz de possuir os meios de produção de um canteiro de obras com essas características. Por essa razão, não haveriam possibilidades de mobilidade social para os trabalhadores.

Por último, os quatro casos analisados mostram que os trabalhadores estão executando tarefas pesadas em muitos momentos da fabricação, seja porque a produção é mais intensiva, seja porque eles não estão completamente cientes da rotina de fabricação, ou porque o equipamento adotado não é o ideal. Ao mesmo tempo, eles não são recompensados inanceiramente por isso. Parece ser reprodução dos mesmos meios de produção que habitualmente ocorrem no setor de construção brasileiro. Para os locais de construção analisados, não há sustentabilidade social para os trabalhadores, e, portanto, não há sustentabilidade alguma para a construção da arquitetura de terra: seu aspecto ecológico é sustentado pelas pessoas que a reificam.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Correia, M. (2006). Universalidade e diversidade da arquitetura de terra. In: Terra: Forma de Construir. Arquitectura. Antropologia. Arqueologia. 10ª Mesa Redonda de Primavera, Lisbon, Argumentum, Escola Superior Gallaecia.

Dethier, J. (1993). Arquitecturas de terra, Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian.

Doat, P.; Hays, A.; Houben, H.; Matuk, S.; Vitoux, F. (1979). Construire en terre, Paris, Collection AnArchitecture.

Faria, O. B. (2002). Utilização de macrófitas aquáticas na produção de adobe: um estudo de caso no reservatório de Salto Grande (Americana - SP). Tese de douturado. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos, USP. Disponível em http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-10022003-103821/

Ferro, S. (2006). Arquitetura e trabalho livre. São Paulo: Cosac Naify.

Ferro, S.; Costa Agarez, R. M.; Kapp, S. (2016). Dessin/Chantier: an introduction. In: Industries of Architecture, p. 94-105. Taylor and Francis.

Joaquim, B. S. (2015). Terra e trabalho: o lugar do trabalhador nos canteiros de produção da Arquitetura e construção com terra. Dissertação de mestrado. São Carlos: Instituto de Arquitetura e Urbanismo, USP

Joaquim, B. S.; Lopes, J. M. A. (2012). Produção de adobes: visão de trabalhadores envolvidos em duas situações de obra em Piracaia/SP. IV Congresso de arquitetura e construção com terra no Brasil – TerraBrasil, Anais, Fortaleza: UFC, Rede TerraBrasil.

Likert, R. (1932). A technique for the measure of attitudes. Archives of Psychology n.140. Disponível em https://legacy.voteview.com/pdf/Likert_1932.pdf

Minke, G. (2006). Building with earth – design and technology of a sustainable architecture, Germany, Birkhäuser.

Souza, U. E. L. de (2000). Como medir a produtividade da mão-de-obra na construção civil. VIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Anais... Salvador: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, p. 25-28. Disponível em: <http://www.gerenciamento.ufba.br/MBA%20Disciplinas%20Arquivos/Produtividade/como%20medir%20produtividade%20-%20geral%20-%20Entac.pdf>. Acesso em 20/10/2015.

TCPO (2010). Tabelas de composições de preços para orçamentos 13. São Paulo: Pini

AUTORES

Bianca S. Joaquim, arquiteta pela FAU USP (2008), mestra em Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia pelo Instituto de Arquitetura e Urbanismo da USP e doutoranda pelo mesmo instituto. É pesquisadora do grupo de pesquisa HABIS / IAU USP, membro da Rede TerraBrasil e docente no Centro Universitário de Jaguariúna - UniFAJ. Currículo completo em: http://lattes.cnpq.br/7100003184009744

João Marcos A. Lopes, arquiteto pela FAU USP (1982), mestre em arquitetura pela EESC USP (1999) e doutor em Filosofia e Metodologia da Ciência pela UFSCar (2006). É professor associado do Instituto de Arquitetura e Urbanismo / USP, coordenador do grupo de pesquisa Habis / IAU USP e associado à Usina CTAH. Currículo completo em: http://lattes.cnpq.br/9454329212153701

PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA QUINCHA EN LA ECOVILLA TUNDUQUERAL, ARGENTINA

Laura Marín Carrillo

Arquitecta independiente, laura.marincarrillo@gmail.com

Palabras clave: Uspallata-Mendoza, muro fajina, sismicidad, comportamiento térmico, ordenanza municipal

Resumen

La provincia de Mendoza se ubica en el Centro-Oeste de la República Argentina, en la denominada zona templada central. La localidad de Uspallata se encuentra a 100 km al Oeste en el departamento de Las Heras. En este entorno se encuentra la Ecovilla llamada Tunduqueral, emprendimiento inmobiliario que incluye dentro de su plan de desarrollo un sector destinado a viviendas, un área destinada al esparcimiento y otra a los cultivos orgánicos. En las construcciones realizadas con técnica constructiva artesanal de cerramiento conocida como quincha, bahareque, fajina o encañizado se promueve el uso de materiales naturales como la tierra, madera, cañas, paja, guano, etc. Un proyecto piloto que sirvió como ejemplo para lograr regular y otorgar un marco legal a las construcciones de quincha en zonas rurales y del secano del departamento (Ordenanza Municipal N° 45/16). En este trabajo se presenta como se ha resuelto la técnica constructiva, sus características sísmicas y su comportamiento térmico.

1 INTRODUCCIÓN

La provincia de Mendoza se encuentra ubicada en el Centro-Oeste de la República Argentina, en la denominada zona templada central, sus coordenadas son 32º 88’ de latitud Sur, 68º85’ longitud Oeste y a 827 msnm. Está dividido en 18 departamentos.

En el departamento de Las Heras, está situada la localidad de Uspallata. Constituye un enclave con características particulares desde el punto de vista climático; geológico y geomorfológico que le otorgan favorables condiciones para el desarrollo de las poblaciones.

A 2000 m sobre el nivel del mar y con un clima riguroso y frío, con una temperatura media anual de 10,5°C y mínimas absolutas que pueden llegar a superar en invierno los -17 °C. Las precipitaciones promedio son de 156 mm anuales. El mes más húmedo es febrero con un promedio de 25mm y los meses más secos son abril y mayo con un promedio de 6mm.

En este entorno se encuentra la ecovilla llamada Tunduqueral[1], un emprendimiento inmobiliario que incluye dentro de su plan de desarrollo un sector destinado a viviendas, un área reservada al esparcimiento y otra a los cultivos orgánicos. Está diseñado y planificado con principios de permacultura, donde los objetivos se enfocan a generar recursos energéticos y alimenticios de manera sostenible.

Iniciado en el año 2010, la ecovilla cuenta con una superficie total de 24 ha, con treinta lotes están destinados a viviendas, distribuidos en una superficie aproximada de 8,5 ha. Cada lote tiene una superficie que oscila entre los 2.000m^2 y 2.500m^2. Planificado bajo un reglamento interno, las viviendas deben cumplir con normas de construcción en donde se respete al entorno y se aprovechen los recursos naturales.

En las construcciones predominan el uso de técnica constructiva artesanal de cerramiento conocida como quincha, bahareque, fajina o encañizado, la cual utiliza materiales naturales como la tierra, madera, cañas, paja, guano, entre otros. Actualmente hay construidas once viviendas y un salón de usos múltiples comunitario.

[1] propiedad de Tunduqueral S.R.L., sociedad conformada por los italianos Antimo Zazzaroni y Renato Bertini

En la Argentina, el adobe fue el material escogido durante generaciones para la edificación de viviendas y se aplicó probablemente por su fácil elaboración y disponibilidad local. Sin embargo, por las condiciones sísmicas de algunas regiones, su vulnerabilidad no tardó en quedar en evidencia, lo que fue determinante en los mayores desastres naturales que azotaron a Mendoza y San Juan durante el siglo pasado. Por este motivo, las construcciones en tierra en general fueron prohibidas en la provincia de Mendoza en favor de los materiales industrializados, entre ellos el ladrillo cerámico y el cemento.

En este trabajo se presenta la evaluación del proyecto que sirvió para demostrar los beneficios constructivos, ambientales, sociales, económicos y habitacionales de la tierra como material de construcción. Se adoptó la técnica constructiva conocida como quincha, la cual sumada a los aportes de investigadores, constructores y técnicos que intervinieron en la ejecución, permitió la modificación del Código de Edificación municipal vigente y la aprobación de una ordenanza para su uso en el departamento de Las Heras.

2 PROCESO CONSTRUCTIVO

2.1 Preparación del terreno y cimentaciones

El terreno donde se ubican las construcciones no siempre es plano, por lo tanto en algunos casos ha sido el necesario nivelarlos, intentando generar el menor impacto al paisaje. De acuerdo al proyecto y los cálculos estructurales, se realizaron las cimentaciones específicas y seguras, siguiendo las normativas de construcción vigentes en los códigos de construcción provincial y departamental.

Para proteger a la fundación contra la erosión que produce el salitre se le añadieron aditivos hidrófugos a la mezcla del hormigón. Antes del llenado del hormigón armado se dejaron previstos los pases para las tuberías de agua y desagüe cloacal.

Las construcciones se distanciaron del suelo a través de las fundaciones de hormigón amado que sobresalen del terreno como mínimo 20 cm del nivel del piso original, de modo tal que las estructuras maestras y portantes de madera de la quincha no se exponen de forma directa a la humedad. Además de evitar que animales venenosos, pequeños roedores y plagas lo utilicen como refugio.



Figura 1. Detalles constructivos de la preparación del terreno y cimentaciones

2.2 Estructura principal o portante

Las estructuras se verificaron según el Código de Construcciones Sismorresistentes (CCSR/87) y reglamentos CIRSOC[2] desarrollados por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) cuyo objetivo es reglamentar normas relativas a la seguridad, durabilidad y calidad de las estructuras y construcciones que se realizan en el territorio de la República Argentina, respetando las características geopolíticas, técnicas y económicas del país y sus diferentes regiones.

[2] Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles

La estructura básica está conformada por columnas y vigas portantes de madera pino Paraná o eucalipto, con un diámetro entre 0,18 m y 0,20 m, que atienden los cálculos estructurales verificados y cumplen el papel fundamental de equilibrio y resistencia. Las uniones entre las columnas y vigas de madera se hicieron por medio de anclajes metálicos. Para una mayor fijación, se colocaron con varillas roscadas y pernos con tuercas hexagonales.

Las columnas de madera de las estructuras principales y secundarias, y las vigas de fundación de hormigón se unieron por medio de platinas metálicas diseñadas según cálculo, a través de tacos metálicos de expansión y varillas roscadas.

Antes de posicionar las columnas, se las revistió con una capa de brea o pintura asfáltica en la parte inferior, ya que están en contacto con el hormigón, por lo que se las protegió de la humedad.

2.3 Estructuras o elementos secundarios

Se colocaron diagonales entre vigas y columnas, llamadas “Cruz de San Andrés”, para rigidizar la estructura portante de la construcción.

Los vanos para las puertas se ubicaron junto a las columnas. Así, se consiguió mejor apoyo y, de esta manera, no se debilitó la pared. Los vanos para ventanas se definieron entre parantes consecutivos.

Por el clima de la zona, los aleros son fundamentales, teniendo como medida de referencia mínima los 0,50m a 0,60m, para preservar a los muros de posibles lluvias directas.

En algunas construcciones los pisos se ejecutaron suspendidos, separándolos del piso natural 0,20 m mínimo, para generar una cámara de aire entre el terreno natural y el nivel del piso terminado.

2.4 Estructura auxiliar

Para sostener y consolidar el relleno en el muro se emplearon alfajías de madera de 1” x1” o ¾” x 1”, cada 10 cm de separación, según la luz del vano a cubrir. En otras construcciones se utilizaron cañas.

La trama, liviana y flexible, se colocó en forma doble, clavada a las columnas de madera, lo que ayudó a rigidizar al muro, a la vez que permitió la mejor adherencia del relleno y colaboró en el aislamiento térmico del muro.

2.5 Cubierta de techos

La cubierta es con una capa de machimbre, con aislación hidrófuga con características respirables, aislación térmica de lana de vidrio, más otra capa de machimbre y aislación hidrófuga de membrana geotextil, la cual, al ser elastoplástica, soporta eficientemente la dilatación frío–calor que indefectiblemente ocurre en el clima del lugar. Además la cubierta es resistente y protege del granizo y el peso de la nieve.

Se colocan listones de apoyo de dimensiones variables para contención de la aislación térmica. En las construcciones se utiliza la lana de vidrio, la cual brinda buenas ventajas para el aislamiento térmico: en invierno mantiene el calor interior evitando que se pierda por el techo (más de un 60% del calor se puede perder en un techo mal aislado). Mientras que en verano impide la entrada a través del techo del calor proveniente del exterior y de la radiación solar. La lana de vidrio, por ser incombustible por naturaleza, mejora la protección contra incendios y sirve tanto para aislamiento térmico, como aislamiento acústico.



Figura 2. Detalles constructivos de la técnica quincha. Estructuras de madera, platinas y cubiertas de techos

2.6 Instalaciones sanitarias y eléctricas

Cuando se diseñó el proyecto se consideró la distribución de las tuberías de agua y electricidad, ya que éstas se colocaron al momento de hacer el piso, las paredes y el techo.

Las tuberías de desagüe bajan de los lavatorios de la cocina, del baño y de la lavandería externamente para facilitar su reparación y evitar el debilitamiento de las paredes. En las zonas de baño y cocina, para proteger los muros de quincha del posible paso de la humedad, se colocaron como recubrimiento placas de yeso y terminación cerámica.

Para los desagües cloacales se utilizaron biodigestores con peine y nicho petrificante.

Para las instalaciones eléctricas, según los códigos vigentes; deben estar dentro de tuberías de plástico para aislarlas de la construcción, reduciendo de este modo la posibilidad de incendios.

Los caños se fijaron a los muros con grapas si estaban expuestos, y si se empotraron se ataron con alambres a las alfajías.



Figura 3. Detalles constructivos. Construcción en seco elegida para las instalaciones

2.7 Proceso de relleno

El relleno se comporta como una piel, un cerramiento, por lo tanto no cumple una función estructural. Colabora en el aislamiento térmico y regula los intercambios higrotérmicos entre el medio exterior y el ambiente interior de la construcción.

La mezcla para el relleno de los muros de quincha está compuesta por tierra arcillosa, agua, paja de alfalfa o centeno y estiércol. Las materias primas, como la tierra, son obtenidas del mismo terreno donde se construye, ya que las caracteristicas del suelo son óptimas para reutilizarlas al extraerlas de la excavación para los cimientos e instalaciones sanitarias. La alfalfa y el centeno se cultivan en la finca aledaña.

La tierra es seleccionada, utilizándose aquella que en su composición granulométrica contenía granos finos y un porcentaje de arcilla que le da plasticidad a la amalgama.

Las fibras vegetales se cortan entre 0,05 m y 0,10 m. Las fibras ayudan a disminuir el coeficiente de conductividad térmica del relleno y evitan las fisuras por contracción de secado del mismo.

La mezcla se prepara en una pileta en donde se unen los diferentes componentes y luego se deja decantar entre 10 a 15 días, lo que le otorga flexibilidad, maleabilidad y fácil adherencia a la estructura.

2.8 Proceso de revestimientos

El revoque proporciona durabilidad, elasticidad y disminuye la permeabilidad de la pared. Se coloca una capa constituida de arena fina, tierra arcillosa, estiércol, y engrudo de harina, leche y agua. Para aumentar la impermeabilidad se le agrega una mezcla de aceite de lino y cera de abeja, a la que en algunos casos se le incorpora ferrite, para darle color a los muros.

El revestimiento de la tierra (que es ignífuga) cubre las estructuras en su totalidad. De esta manera se las protege de las fuentes de calor y, por consiguiente, de posibles incendios que pudieran ocasionarse.

Como primicia se busca lograr una terminación lisa, para evitar que queden orificios y se recomienda realizar un mantenimiento permanente. Así, se asegura que no haya presencia de insectos.

En promedio se logra un muro terminado de espesor de 30 cm.



Figura 4. Detalles constructivos de la técnica quincha. Relleno y revestimiento.

3. COMPORTAMIENTO TÉRMICO

Estudios de medición térmica realizados en el salón de usos múltiples del complejo, en los que se emplearon sensores marca Hobe ubicados en espacios interiores estratégicos y una estación meteorológica marca Pegasus en el exterior para medir la temperatura y radiación solar, verificaron el comportamiento de las construcciones de quincha en zona de montaña.

La prueba realizada durante una semana, en el mes de septiembre con un intervalo de toma de datos cada 15 minutos, demostró, por ejemplo, que habiendo en el exterior temperaturas

de -6°C, en el interior, en el mismo tiempo, se tenían temperaturas de aproximadamente 10°C, por lo tanto una diferencia de 16°C. Igualmente se pudo apreciar que por la inercia térmica propia de los muros de tierra y el doble vidrio hermético de las ventanas, la temperatura interior disminuía lentamente permitiendo la recuperación rápida en las horas de sol. Mientras en el exterior las amplitudes térmicas alcanzaban valores de 26°C, en el interior se percibían 14°C como máximo. En el interior los muros mantienen la temperatura estable, con poca variación.

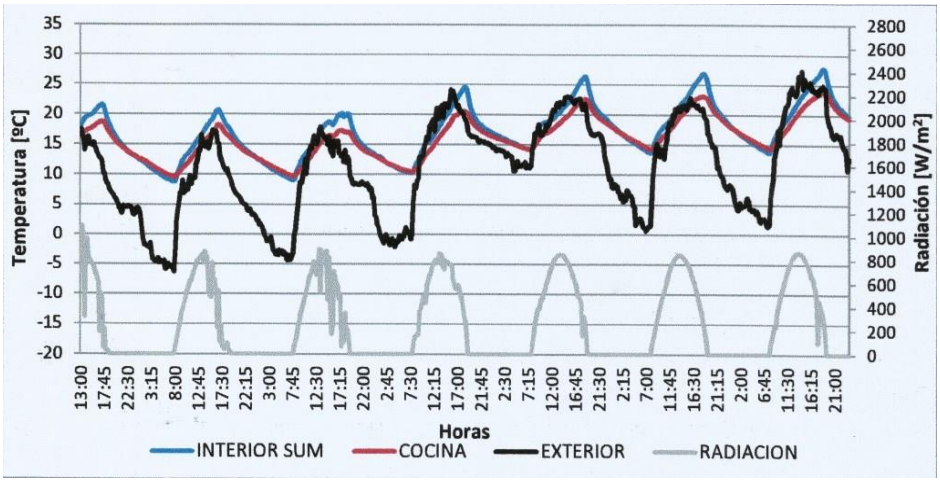


Figura 5. Curvas comparativas de temperatura del interior SUM, cocina, exterior y radiación (Cuitiño et al., 2016)

Tabla 1. Datos de temperaturas medidos en la semana

Fecha	Interior SUM (°C)			Cocina (°C)			Exterior (°C)		
	Temperatura maxima y mínina		Amplitud	Temperatura maxima y mínina		Amplitud	Temperatura maxima y mínina		Amplitud
24-9-15	21,53	13,08	8,44	18,69	13,16	5,53	17,5	3,3	14,2
25-9-15	20,69	8,84	11,85	18,20	9,48	8,71	17,3	-6,3	23,6
26-9-15	20,12	9,11	11,01	17,32	9,68	7,63	17,9	-4,4	22,3
27-9-15	24,55	10,24	14,31	20,53	10,41	10,11	24,1	-2,1	26,2
28-9-15	26,42	14,21	12,20	22,63	14,21	8,41	23,1	9,2	13,9
29-9-15	26,94	13,69	13,25	23,11	14,29	8,82	22,9	0,6	22,3
30-9-15	27,82	13,76	14,06	24,02	14,40	9,61	27,4	1,4	26,0

4. LEGISLACIÓN

Mendoza se encuentra en una zona sísmicamente activa.La región se ubica sobre la placa continental sudamericana, la cual, en su movimiento hacia el oeste, se enfrenta con la placa oceánica de Nazca, justo a lo largo de la fosa oceánica Peruano-Chilena, lo que ha contribuido durante millones de años a la ubicación de las zonas volcánicas y sísmicas. Las tres fallas activas del territorio son: Barrancas (Maipú); la del Cerro de la Cal (norte de Las Heras y Gran Mendoza); y la de Uspallata – Potrerillos.

El Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES) tiene como objetivo realizar estudios e investigaciones básicas y aplicadas de sismología e ingeniería sismorresistente destinados a la prevención del riesgo sísmico, mediante el dictado de reglamentos que permitan en forma óptima la estabilidad y permanencia de las estructuras civiles existentes en las zonas sísmicas de Argentina. Según el mapa de zonificación sísmica realizada por el mismo, Uspallata se localiza en la zona 4, considerada peligrosa. Tiene un máximo riesgo de sufrir movimientos telúricos de gran magnitud y con efectos de destrucción elevada.

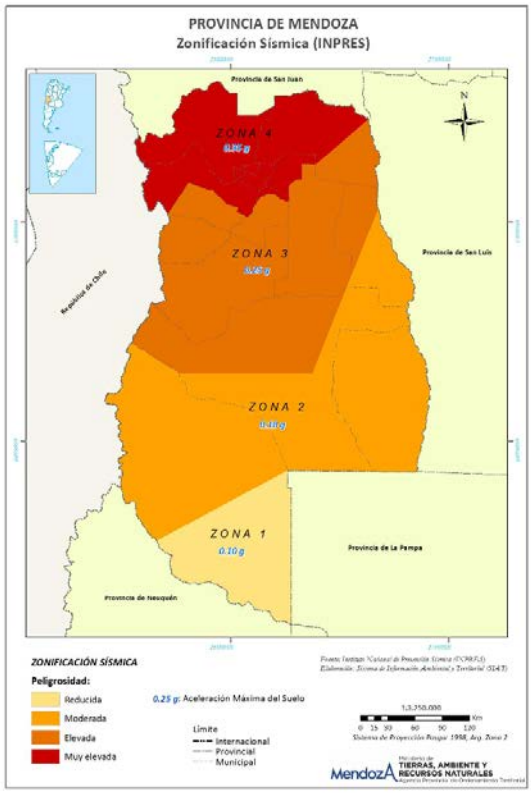


Figura 6. Mapa de la zonificación sísmica de Mendoza (INPRES)

La Municipalidad de Las Heras, en su Código de Edificación, Ordenanza 220/85 capítulo V.4.1, en su apartado c considera edificios no viables a “aquellos construidos con mampostería de adobes y/o ladrillos y/o otros materiales y/o sistemas constructivos no aprobados por las normas municipales vigentes”.

En los inicios del proyecto se presentó la documentación técnica en la Dirección de Obras Privadas de la Municipalidad de Las Heras, referida al método constructivo de cerramiento de quincha. En una primera instancia la misma fue analizada por los técnicos del municipio y fue desaprobada, ya que la consideraban como un sistema portante.

Por lo tanto se adjuntaron ensayos realizados por el Instituto de Ambiente, Hábitat y Energía (INAHE) CONICET y el Centro Regional de Desarrollos Tecnológicos de la Construcción, Sismología e Ingeniería Sísmica (CeReDeTeC), dependiente de la Universidad Tecnológica Nacional, los cuáles junto a los prototipos que se estaban construyendo en la ecovilla demostraron que las construcciones debían ser consideradas mixtas, cuyos materiales estructurales estaban constituidos por las fundaciones de hormigón armado, barras de acero, rollizos de madera de eucaliptus o pino (*Pinus elliottii*), anclajes metálicos y platinas metálicas. Como elementos no estructurales el cerramiento de barro propuesto.

Se comprobó que las estructuras portantes se verificaron según el Código de Construcciones Sismorresistentes (CCSR/87) y reglamentos CIRSOC. Por lo tanto el modelo presentado cumplía con los requisitos en general y con las normas de carácter funcional en particular del Código de Edificación municipal.

Las construcciones satisfacían los requerimientos de seguridad contra incendio de acuerdo a las exigencias de la Ley de Higiene y Seguridad argentina.

De esta manera, luego de un largo proceso, se logró que la Dirección de Obras Privadas redacta un informe de aval, enviándolo a las diferentes áreas legales correspondientes y así, el 8 de septiembre del año 2016, el Concejo Deliberante de Las Heras promulgó la ordenanza N°45/16 por la cual se aprobó el uso de la técnica constructiva denominada “muro fajina” o “quincha modificada”, como cerramiento constructivo en áreas rurales o de secano del departamento. Dicha norma legal quedó reglamentada por el Decreto N°3825.

Se reivindicó que las construcciones de tierra en zonas de alta amenaza sísmicas son la prueba de eficiencia siempre y cuando, como con todo material, estén bien construidas atendiendo a sus limitaciones y alcances.

5. CONSIDERACIONES FINALES

Para ejecutar este tipo de construcciones se deben conocer las propiedades de los materiales a usar como son: las maderas, las fibras vegetales, y las características del suelo.

Exige calidad constructiva en la ejecución de la estructura.

Deben proyectarse previamente los detalles constructivos de cimentaciones, ensamblajes, anclajes metálicos, etc.

Se debe contar con el asesoramiento técnico de profesionales capacitados.

Son técnicas que brindan calidad estructural y flexibilidad a la solicitación de diversos esfuerzos, siendo técnicas sismo resistentes. Tienen la característica de ser estructuras livianas.

El uso de la tierra da respuesta a condiciones ambientales en un comportamiento térmico y acústico, potenciando el ahorro energético.

La reconsideración de esta tecnología de construcción tiene una especial importancia si se analizan tanto las posibilidades de su desarrollo y normalización, ya que en la zona montañosa analizada hay un gran déficit habitacional, sumado a la lejanía de la zona urbana y los centros de producción de los materiales provenientes de procesos industriales como el cemento y el acero. Por lo tanto se presenta como una alternativa viable el poder utilizar la mayoría de los materiales del entorno, siendo de nulo o bajo costo. Durante el proceso de construcción se utilizan pequeñas cantidades de agua, poca energía, ya que el trabajo es manual y se generan muy pocos residuos. Cumple así varios principios que le confieren sostenibilidad.

Capacitando técnicamente a las personas que habitan el lugar sobre el uso de la quincha, se les daría la posibilidad de acceder a una vivienda digna.

Rescatar un sistema constructivo tradicional dándole sentimiento de identidad y propiedad por parte de los usuarios.

Cabe destacar la importancia de despertar el interés de los entes estatales hacia la arquitectura de tierra y procurar que ellos inviertan recursos en proyectos, propiciando la creación de cadenas de producción de insumos y materiales, formación de profesionales en la academia, capacitación de mano de obra técnica, financiación bancaria y subsidios de vivienda.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Cuitiño, G.; Esteves, A.; Marín, L.; Bertini, R. (2016). Salón de usos múltiples con tecnología de quincha en zona de montaña. Análisis térmico de su comportamiento. 39ª Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente (ASADES).

AGRADECIMIENTOS

La autora agradece a Renato Bertini, socio propietario de la Ecovilla Tunduqueral y a Guadalupe Cuitiño y Alfredo Esteves, investigadores del Instituto de Ambiente, Habitat y Energía (INAHE)-CCT-Mendoza - CONICET, por su apoyo e invaluables aportes para lograr la aprobación de la ordenanza municipal y realizar el presente trabajo.

AUTORA

Laura Inés Marín, argentina, maestra en arqueología y patrimonio de la Universidad Autónoma de Madrid; y arquitecta de la Universidad de Mendoza.

ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO COM TERRA EM SANTA CATARINA

Cecília Heidrich Prompt[1]; Lisiane Ilha Librelotto[2]

Universidade Federal de Santa Catarina

[1]arquiteturamargem@gmail.com; [2]lisiane.librelotto@gmail.com

Palavras-chave: arquitetura contemporânea em terra, inventário, técnicas de construção com terra.

Resumo

Atualmente a temática da arquitetura e construção com terra vem crescendo, tanto no que diz respeito à pesquisa acadêmica, quanto em relação a edificações executadas com as mais diversas técnicas. Este artigo tem como objetivo mapear as edificações construídas com terra no estado de Santa Catarina. Como método, foi utilizado um questionário compartilhado em redes sociais, no qual foi solicitando dados sobre edificações como uso, técnicas utilizadas e localização. Através desse questionário, estabeleceu-se contato direto com usuários e técnicos responsáveis pelas edificações, de modo a comprovar-se a ocorrência de técnicas de construção com terra nos exemplos citados. Foram mapeadas 55 edificações, caracterizadas por seu uso e as tecnologias empregadas. Acredita-se que a consolidação desse inventário possa servir como objeto para diversas pesquisas na área, bem como uma forma de valorizar as edificações existentes aproximando as experiências empíricas das pesquisas acadêmicas.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Neves (2011), o termo arquitetura e construçao com terra faz referência à toda produção arquitetônica edificada que faz uso do solo como principal material de construção. Adota-se neste trabalho o termo “terra” para designar o solo apropriado para a construção (Neves, 2011).

Segundo Jalali (2009), o uso da terra como material de construção surge entre 12.000 a.C. e 7.000 a.C e persiste até os dias atuais. A arquitetura e construção com terra na atualidade vem se desenvolvendo a partir de dois âmbitos: experiências empíricas e pesquisas acadêmicas. A difusão de algumas tecnologias de construção natural vinculadas à movimentos ambientalistas trouxe vantagens e desvantagens: de um lado a vantagem de divulgar alternativas viáveis e de baixo impacto ambiental para a construção civil, entre elas as técnicas de construção com terra. De outro, a ocorrência de manifestações patológicas em edificações executadas por mão de obra não capacitada ou pela falta de acompanhamento técnico adequado.

A atual conjuntura da arquitetura e construção com terra no Brasil apresenta diversas experiências sendo realizadas mesmo sem respaldo de normativas técnicas. Estas experiências vêm ocorrendo em diferentes contextos e nas condições mais diversas. Existem, por exemplo, casos de construções com terra vinculados à universidades que tem como objetivo não somente o desenvolvimento das tecnologias, mas também a realização de trabalhos sociais que visam a melhoria da qualidade de vida nos mais diversos âmbitos, como por exemplo o caso da Casa Suindara (Perrin; Lopes, 2015). Essas experiências são favoráveis uma vez que se tem acompanhamento de alto nível técnico e recursos disponiveis para um bom desenvolvimento dos trabalhos. Além do mais, existem as obras privadas, feitas com ou sem participação de profissionais habilitados, bem como inúmeros casos de obras executadas em locais voltados ao ensino e à divulgação de tecnologias para a sustentabilidade, vinculados à agroecologia e à permacultura.

A execução de obras realizadas sem acompanhamento técnico de profissional habilitado na área da arquitetura e construção com terra é um reflexo da construção civil como um todo no Brasil, onde, a maior parte da população constrói ou reforma seus imóveis sem a contratação de profissionais habilitados (CAU, 2015). Na arquitetura e construção com terra temos o agravante de que se tratam de tecnologias em desenvolvimento e com menos mão de obra especializada disponível, se compararmos com a construção com materiais industrializados.

Sabe-se que a pesquisa na área da arquitetura e construção com terra também é um campo em desenvolvimento; é de suma importancia estreitar o diálogo entre o âmbito empírico e o científico, de forma a valorizar ambos e fortalecer o tema em seus aspectos técnicos e ideológicos. Considera-se importante inventariar as edificações existentes de forma a demonstrar a viabilidade da aplicação de diversas técnicas de construção com terra, estejam elas ou não em vias de normatização no Brasil. O inventário também fornecerá um quadro geral da arquitetura e construção com terra, e servirá como ponto de partida para novas investigações sobre o tema, que possam ter como objeto as edificações documentadas.

Este trabalho parte de um estudo realizado entre os anos de 2010 e 2012, que mapeou e analisou nove edificações construídas com terra na região oeste de Santa Catarina (Prompt, 2012). Visando um desenvolvimento com maior abrangência desse estudo, o mesmo foi delimitado ao estado de Santa Catarina. Em relação ao recorte temporal, ainda pelo fato de partir de uma pesquisa já publicada, optou-se inventariar as edificações construídas a partir de 2008, ou seja, nos últimos 10 anos – com exceção de um exemplo datado de 2002, que foi o precursor no caso do Oeste Catarinense.

2 OBJETIVO GERAL

Registrar a ocorrência de edificações construídas com terra no estado de Santa Catarina.

3 METODOLOGIA

Com a finalidade de alcançar o objetivo proposto nesta pesquisa, foram realizados diferentes procedimentos técnicos. Primeiramente buscou-se através do portal Periódicos Capes diferentes combinações de palavras-chave: *rammed earth* + Santa Catarina; terra ensacada + Santa Catarina; *earth bags* + Santa Catarina. A busca foi configurada para buscar a palavra-chave exata no assunto da publicação. Nenhuma das combinações apresentou resultados positivos.

Em seguida, considerando-se que o estudo parte da pesquisa realizada no Oeste Catarinense (Prompt, 2012), foram contatadas as lideranças do movimento da agricultura familiar dos municípios de Seara e Chapecó que, de acordo com Prompt (2012) foram as sedes da cooperativa através da qual as construções já mapeadas se difundiram. Esta investigação foi feita de modo a verificar-se a expansão dos casos no âmbito da agricultura familiar, visto ser esta a primeira experiência Catarinense documentada como dissertação de mestrado.

Na sequencia, realizou-se uma pesquisa exploratória via internet a respeito de grupos, associações e pessoas que trabalhem com arquitetura e construção com terra. Esta foi realizada com o uso da ferramenta de busca do Google através dos seguintes termos: “arquitetura de terra” + “Santa Catarina”; “construção com terra” + “Santa Catarina”; “bioconstrução” + “Santa Catarina”. Os mesmos termos foram buscados na rede social Facebook.

Finalmente foi desenvolvido um questionário através da ferramenta Formulários Google. Este questionário foi repassado primeiramente aos contatos da Rede Terra Brasil. Em seguida, foi repassado diretamente à arquitetos atuantes na área, encontrados na busca prévia; por último o questionário foi compartilhado livremente através dos contatos das autoras e das redes sociais existentes. A participação foi expontânea pela divulgação e

compartilhamento dos questionários, sem finalidade de amostragem estatística ou requisitos quantitativos. O questionário indagou a respeito do conhecimento ou não de edificações construídas com terra; quantidade de edificações conhecidas; localização das edificações; contato dos proprietários ou técnicos responsáveis; uso das edificações; técnicas de construção empregadas; ano da obra; tipo de mão de obra empregada (autoconstrução, contratada ou regimes mistos).

Os dados do questionário foram transcritos em formato de planilha com a utilização do software Microsoft Excel. A partir da planilha, as informações foram contabilizadas e os gráficos ilustrativos foram gerados.

4 ANTECEDENTES

4.1 Pesquisa

Faria, Beltrame e Alonge (2016) realizaram um levantamento das pesquisas na área da arquitetura e construção com terra (ACT) em cada estado brasileiro nos últimos anos. Neste trabalho apresentou-se apenas uma pesquisa realizada em Santa Catarina; entretanto, percebe-se um crescimento dos trabalhos nesse âmbito nos últimos cinco anos. Ainda que a maior parte esteja em andamento, o Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina (PósARQ – UFSC), especialmente através do Virtuhab mas também através do Laboratório de Conforto Ambiental (Labcon), vem expandindo as pesquisas na área[1], conforme tabela 1:

Quadro 1: Pesquisas concluídas ou em andamento no estado de Santa Catarina

Nível	Título / Assunto	Estado da pesquisa	Grupo de pesquisa
Mestrado	Arquitetura de terra em unidades agrícolas familiares: estudo de caso no Oeste catarinense	Concluída (2012)	Virtuhab
Mestrado	Construção com terra no Brasil: panorama, normatização e prototipagem com terra ensacada	Concluida (2015)	Virtuhab
Mestrado	O uso da taipa de mão em Santa Catarina	Em andamento	Virtuhab
Mestrado	Desempenho térmico em adobes	Em andamento	Labcon
Doutorado	Avaliação pós-ocupação em construções com terra em Santa Catarina	Em andamento	Virtuhab
Graduação	Desempenho estrutural de construção com terra: alvenaria em adobe	Em andamento	Virtuhab

4.2 Obras

Prompt (2012), em sua dissertação de mestrado, descreve nove edificações residenciais localizadas na região oeste de Santa Catarina, distribuidas em sete municípios, confome apontado na figura 1.

[1] As pesquisas em andamento foram levantadas através de contato direto das autoras com os alunos regularmente matriculados no PósARQ - UFSC.

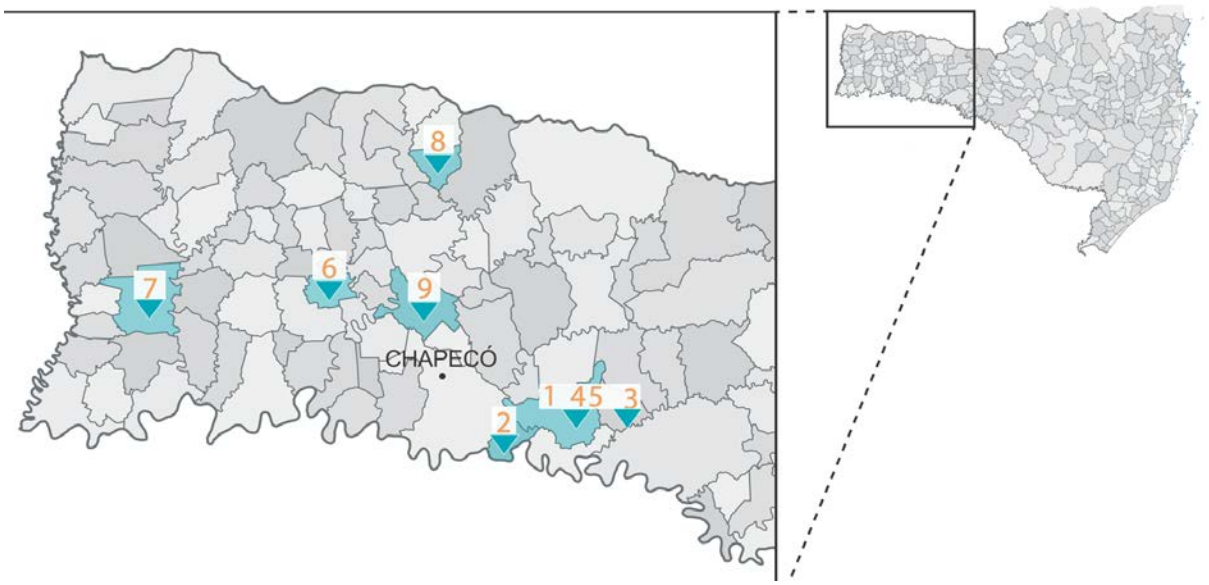


Figura 1: Mapeamento de construções com terra realizado em 2012 (Prompt, 2012).

O trabalho consistiu na análise das edificações identificando os processos da construção desde a etapa de projeto, passando pelas técnicas aplicadas e manifestações patológicas encontradas. Analisou-se também a adequação das residências ao modo de vida das famílias, com foco na funcionalidade das mesmas e adequação cultural. Algumas das edificações estudadas estavam ainda em obras; outras haviam sido concluídas há no máximo um ano. As edificações analisadas são todas privadas, localizadas em propriedades rurais pertencentes a uma única família.

O processo de disseminação das técnicas de construção com terra na região também foi analisado no trabalho. O mesmo ocorreu entre famílias vinculadas a uma cooperativa de crédito para a agricultura familiar que obtiveram financiamento para a construção de suas casas pelo extinto Programa Social de Habitação (PSH). O recurso era disponibilizado através da cooperativa, que admitia o uso de técnicas de construção com terra e outros materiais naturais. A ideia da construção com terra foi proposta por um grupo de agricultores vinculados à práticas agroecológicas e permaculturais, ou seja, dentro de um contexto de busca pela sustentabilidade nas propriedades rurais. Assim sendo, para a construção da primeira casa financiada pelo PSH, foi proposto um ciclo de oficinas cujo objetivo era divulgar as técnicas de construção com terra. Consisitiam em oficinas práticas onde foram construídas paredes de terra ensacada, fabricados e assentados blocos de terra compactada (BTC) e realizados revestimentos à base de terra. A partir desses eventos, outras famílias se mostraram interessadas em reproduzir as técnicas para a construção de suas moradias e outras experiências foram se consolidando. A figura 2 mostra uma visão geral das edificações mapeadas e estudadas.

Através desse estudo verificou-se a adequação das tecnologias empregadas ao seu contexto. Um fator interessante foi o da mão de obra empregada. A maior parte dos casos foi de autoconstrução, em que a família foi a principal mão de obra, sendo contratados trabalhadores externos à propriedade em situações pontuais como, por exemplo, a estruturação das coberturas ou a execução de uma parede de pedras. A autoconstrução é considerada coerente dentro do contexto da agricultura familiar, uma vez que é cultural o trabalho voltado à melhoria das propriedades. Além do mais, as famílias se apropriaram das tecnologias, sendo capazes de trazer soluções diante de obstáculos encontados. Um fator determinante, entretanto, foi a rede de relações constituídas entre as famílias, que propiciou troca de conhecimentos técnicos e de mão de obra.

Passados seis anos da publicação deste trabalho, sabe-se, através de contatos das autoras com agricultores do Oeste Catarinense, que existem novas habitações rurais feitas em terra

na região. Entretanto, os exemplos nao estão limitados à região oeste de Santa Catarina, nem tampouco à propriedades agrícolas familiares. Há também construções com terra em centros de permacultura e propriedades rurais privadas não relacionadas à agricultura familiar, espalhados e diferentes regiões do estado. Além do mais, percebe-se um movimento de disseminação das técnicas na região litorânea, impulsionadas por escritórios de arquitetura e profissionais da área que realizam projetos e obras com terra. Holanda (2016) documentou a experiência de uma edificação em adobe no município de Paulo Lopes; entretanto, sabe-se de obras não documentadas até o momento.



Figura 2: Edificações mapeadas no Oeste Catarinense (Prompt, 2012)

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização da região

O Estado de Santa Catarina está localizado na região sul do Brasil, fazendo fronteira com o Rio Grande do Sul, o Paraná e com a Argentina. Tem uma população estimada de aproximadamente 7 milhões de habitantes. O Estado tem um total de 295 municípios espalhados em oito regiões: Litoral, Nordeste, Planalto Norte, Vale do Itajaí, Planalto Serrano, Sul, Meio-Oeste e Oeste.

5.2 Dados obtidos

O questionário compartilhado teve a participação de 65 pessoas. Dessas, 57 (90,8%) relataram conhecer alguma edificação construída com terra. Compreende-se que as pessoas que responderam o questionário optaram por fazê-lo devido a uma afinidade com o tema.

Solicitou-se também aos participantes uma referência de localização das edificações ou contato para esclarecimentos. A partir dessas respostas, algumas edificações puderam ser mapeadas diretamente; em alguns casos, realizou-se pesquisa exploratória via internet afim de verificar a existência das construções; em outros, fez-se contato com os participantes ou contatos indicados pelos mesmos afim de obter-se informações mais precisas.

Dentre todas as respostas obtidas, somente foram incluídas no mapeamento as edificações que puderam ser confirmadas como arquitetura e construção com terra. Em alguns casos, os participantes citaram edificações rústicas feitas de pedra; uso de tecnologias artesanais como o ferrocimento; edificações com formas orgânicas construídas com tijolos cozidos. Esses exemplos não foram incluídos no mapeamento. Além do mais, foram citadas edificações históricas construídas com terra, bem como edificações indígenas que utilizam tradicionalmente técnicas mistas. Optou-se por, num primeiro momento, não incluir estes exemplos no mapeamento, delimitando-se a edificações construídas nos últimos 10 anos. Vale ressaltar a existencia de exemplos citados dos quais não se obteve informações mais precisas; estes dados não serão descartados e espera-se adicionar mais exemplos confirmados em um desenvolvimento dessa pesquisa. O resultado do mapeamento está na figura 3. No total foram mapeadas 52 edificações todo o estado[2]. Percebe-se uma concentração das edificações na região oeste e na região litorânea.

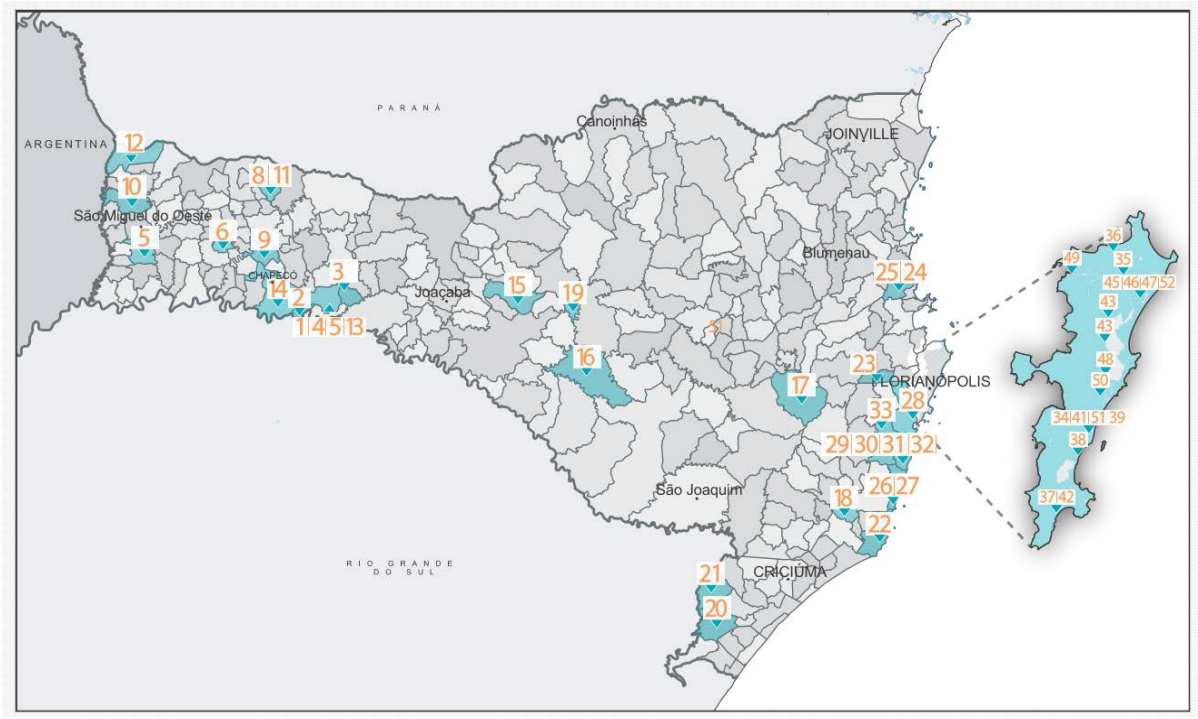


Figura 3: Distribuição das edificações construídas com terra em todo o estado

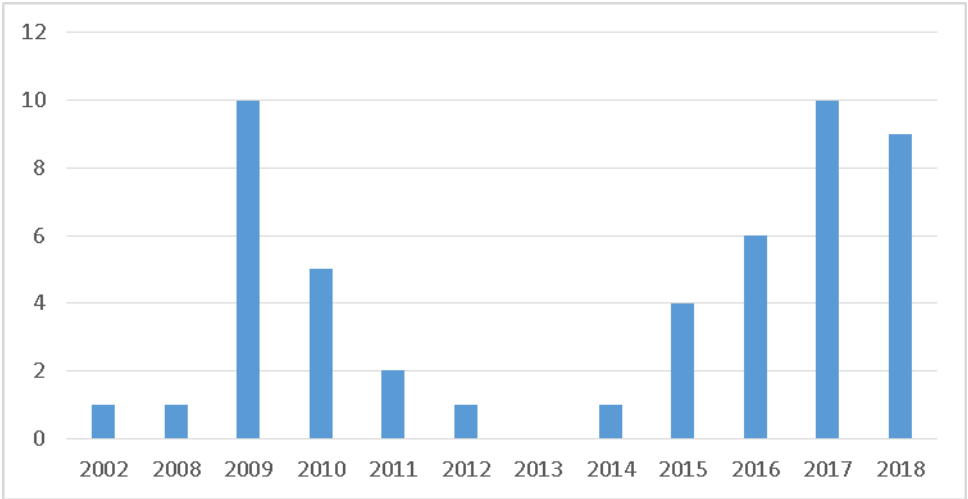


Figura 4: Quantidade de edificações mapeadas de acordo com o ano da obra

[2] Existem mais exemplos levantados no questionário a respeito dos quais não foi possível levantar informações adicionais.

As edificações foram categorizadas segundo a localização, o uso, as técnicas construtivas, regime de construção e a data da construção. Em relação à data, observa-se na figura 1 que os anos de 2009 e 2018 foram os de maior produção. Sabe-se que a ocorrência em 2009 se deu pela difusão entre propriedades agrícolas familiares. Logo há uma diminuição da produção, que volta a aumentar a partir de 2015.

Quanto ao uso, as edificações foram divididas em três grupos: edificações residencias, edificações comerciais ou de serviço e (3) espaços de permacultura / ecovilas. Optou-se por uma categoria denominada "permacultura / ecovilas" que consiste em locais de práticas de permacultura, agroecologia e construção natural, uma vez que esses têm um caráter de divulgação e ensino das tecnologias de construção com terra. Além do mais sabe-se que é comum nesses casos a prática de construção por mutirões e vinculadas a cursos e vivência, o que traz um caráter diferenciado a essas edificações. Alguns desses espaços possuem mais de uma edificação, mas foram mapeados somente uma vez, podendo corresponder a um conjunto de edificações. Assim sendo, do total de casos mapeados, 60% são de uso residencial, 19% dos casos pertencentes a locais de permacultura / ecovilas e 21% comércio ou serviços. Em relação ao tipo de mão de obra, prevalecem os casos de autoconstrução com 48% do total. Estes dados podem ser visualizados no gráfico na figura 5.

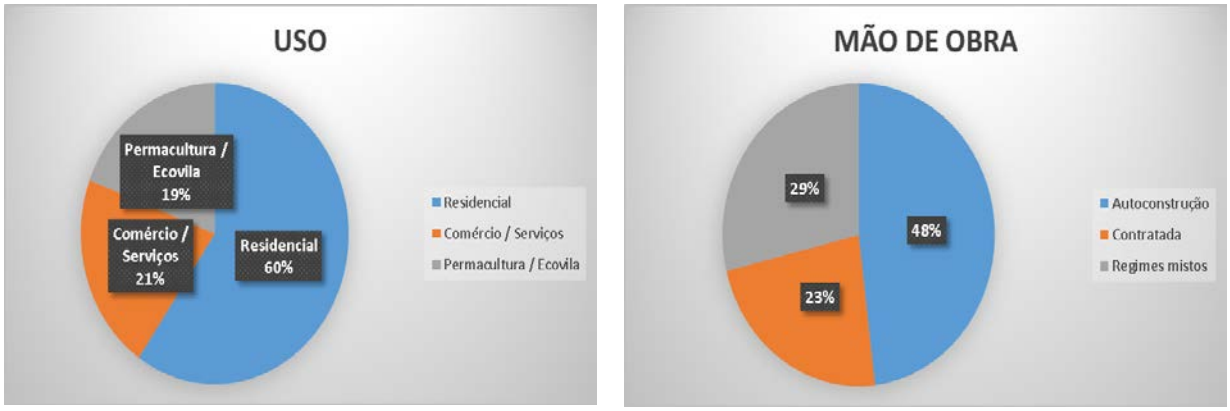


Figura 5: Gráficos representativos dos usos e tipo de mão de obra

Em resposta às técnicas de construção com terra utilizadas foram citadas[3]: adobe, taipa de pilão, terra ensacada, taipa de mão, *cordwood*, calfitice e telhado verde. O termo técnicas mistas, definido por Garzón (2011) como aquelas que utilizam vários materiais em sua aplicação, não foi mencionado. A autora afirma que as técnicas mistas são sistemas construtivos de grande diversidade e que podem usar materiais naturais e industrializados. Compreende-se, então, que pertencem a esse grupo as técnicas taipa de mão, cordwood, calfitice e telhados verdes. Para compreender a ocorrência das técnicas, considerou-se o número de vezes em que a mesma foi utilizada, e para isso foram eleitas as categorias: adobe; taipa de pilão; taipa de mão; BTC[4]; terra ensacada; cordwood e calfitice. Houben e Gillaud (2008) consideram o telhado verde como uma técnica de construção com terra; entretanto, optou-se por excluir o telhado verde da sistematização dos resultados, delimitando-os aos casos de edificações que utilizam paredes de terra. Assim sendo, a técnica do adobe foi encontrada em 9 casos; a taipa de pilão em três casos; o BTC em três casos; a taipa de mão em 32 casos; cordwood em sete casos; terra ensacada em 18 casos e calfitice em apenas um caso.

[3] Os participantes citaram as tecnologias os nomes pau a pique, superadobe e hiperadobe, porém utiliza-se no presente artigo a nomenclatura determinada pela organização do evento. Entre as técnicas mistas optou-se por diferenciar as tecnologias.

[4] A categoria BTC foi criada a partir dos antecedentes da pesquisa que já havia documentado esta tecnologia

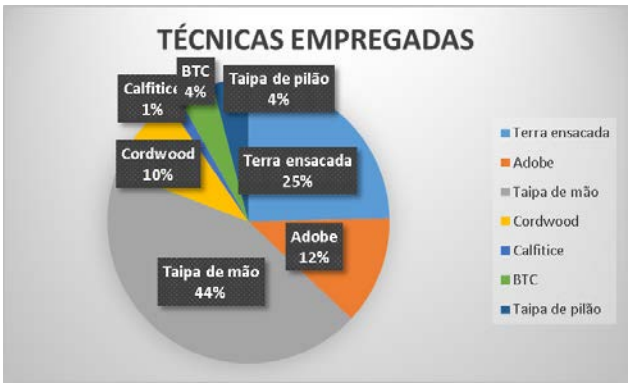


Figura 6: Gráficos representativos dos usos e tecnologias aplicadas.

6 CONCLUSÕES

Este estudo, realizado por meio de pesquisa exploratória e da divulgação expontânea de um questionário simples, possibilitou uma visão geral da produção atual da arquitetura e construção com terra no estado de Santa Catarina. Percebe-se uma tendência ao aumento do uso de técnicas de construção com terra nos últimos três anos, com predominância da taipa de mão.

Ficam algumas questões em aberto no presente estudo. Seria interessante uma visualização do mapa com destaque para as técnicas utilizadas, de modo a se verificar se existe uma disseminação regional de cada técnica. Os processos de projeto, construtivos e de difusão das técnicas, temas já estudados em algumas edificações no oeste, poderiam abranger mais edificações em diferentes regiões, de modo a se compreender o que motiva as pessoas a adotar técnicas de construção com terra em suas edificações. Outro campo fértil para a pesquisa é a avaliação de desempenho das edificações, que poderia considerar condições de conforto, habitabilidade, desempenho estrutural entre outros temas. Finalmente, a análise dos processos de ensino em locais voltados a essa finalidade poderia ser mais bem analisado de modo a difundir práticas e metodologias que promovam oportunidade e conhecimento a pessoas com as mais diversas condições de vida.

Ainda assim, espera-se com esse estudo contribuir com a pesquisa na área, valorizar as edificações existentes e promover uma aproximação desses casos com a área acadêmica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAU (2015). Pesquisa CAU/BR Datafolha. Conselho de Arquitetura e Urbanismo. Disponível em http://www.caubr.gov.br/pesquisa2015/.

Faria, O. B.; Beltrame, A. S. D.; Alonge, F. A. (2016). Breve panorama do ensino e pesquisa sobre arquitetura e construção com terra no Brasil. TerraBrasil 2016: Anais. Bauru: Rede TerraBrasil; UNESP.

Garzon, L. E. (2011). Técnicas Mistas. In: Neves, C.; Faria, O. B. (Org). Técnicas de construcción con tierra. Bauru: FEB-UNESP/PROTERRA. p. 72-77. Disponível em http://www.redproterra.org

Holanda, M. (2016). Refúgio na Mata: vernáculo contemporâneo. TerraBrasil 2016: Anais. Bauru: Rede TerraBrasil; UNESP.

Houben, H.; Guillaud, H. (2008). Earth construction: a comprehensive guide. Marseille: Edición Parenthèse

Perrin, A. G.; Ferreira, T. L. (2015). Casa Suindara: canteiro escolar em um assentamento rural da reforma agrária. CRAterre Editions/Cadernos Habis. Disponível em https://casasuindara.files.wordpress.com/2016/04/casa-suindara2.pdf

Prompt, C. (2012). Arquitetura de terra em unidades agrícolas familiares: estudo de caso no Oeste Catarinense. Dissetação de mestrado. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem a todas as pessoas que responderam ao questionário e disponibilizaram maiores informações a respeito das edificações mapeadas.

AUTORAS

Cecília Heidrich Prompt é doutoranda em arquitetura e urbanismo (2016-atual) e mestra em arquitetura e urbanismo (PosARQ – UFSC, 2012); arquiteta e urbanismo (Uniritter, 2003). Fundadora do escritório Margem Arquitetura em Florianópolis (www.margemarquitetura.com.br), atua com projetos e obras de arquitetura e construção natural, ministra cursos e realiza capacitação de mão de obra na área da arquitetura e construção com terra. Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/0973229643638211

Lisiane Ilha Librelotto possui graduação em Engenharia Civil pela UFSM (1995), especialização em Gestão da Qualidade pela UFSM (1997), mestrado e doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (1999, 2005). É professora adjunta da UFSC, no curso de Arquitetura e Urbanismo. Suas atividades englobam as áreas de Tecnologia, Sistemas Construtivos, Gestão, Sustentabilidade e Inovações. É editora do Periódico Mix Sustentável, líder do Grupo de Pesquisa VIRTUHAB e supervisora do Laboratório de Restauro, Materiais e Técnicas Construtivas Atuais e Retrospectivas - LABRESTAURO/MATEC. Currículo completo em http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4701511A5

APÊNDICE: Lista das edificações mapeadas

Edificação	Local	Uso	Técnica	Ano	Regime de construção
1	Seara	Residencial	Terra ensacada, taipa de pilão	2002	Autoconstrução
2	Paial	Residencial	Terra ensacada, BTC	2008	Autoconstrução
3	Arabutã	Residencial	Terra ensacada, taipa de mão, cordwood	2009	Autoconstrução
4	Seara	Residencial	Terra ensacada, taipa de mão, telhado verde	2009	Autoconstrução
5	Seara	Residencial	Terra ensacada, telhado verde	2009	Autoconstrução
6	Pinhalzinho	Residencial	Terra ensacada	2009	Contratada
7	Descanso	Residencial	Terra ensacada, taipa de mão, cordwood, telhado verde	2009	Autoconstrução
8	Coronel Martins	Residencial	BTC	2009	Contratada
9	Coronel Freitas	Residencial	Terra ensacada	2009	Autoconstrução
10	Guaraciaba	Residencial	Taipa de mão	2016	Autoconstrução
11	Coronel Martins	Residencial	Terra ensacada, taipa de mão, telhado verde	2012	Autoconstrução
12	Dionísio Cerqueira	Residencial	Terra ensacada, taipa de pilão	2009	Autoconstrução
13	Seara	Residencial	Terra ensacada, taipa de mão, cordwood, telhado verde	2016	Regimes mistos
14	Chapecó	Comércio / Serviços	Taipa de mão	2018	Regimes mistos
15	Tangará	Permacultura / Ecovila	Taipa de mão	2015	Autoconstrução
16	São José do Cerrito	Permacultura / Ecovila	Taipa de mão, cordwood	2016	Autoconstrução
17	Alfredo Wagner	Permacultura / Ecovila	Taipa de mão	2017	Autoconstrução
18	Gravatal	Residencial	Terra ensacada, adobe, telhado verde	2010	Autoconstrução
19	Frei Rogério	Residencial	Terra ensacada	2012	Autoconstrução

20	Jacinto Machado	Comércio / Serviços	Taipa de mão, telhado verde	2014	Autoconstrução
21	Timbé do Sul	Comércio / Serviços	Taipa de mão, telhado verde	2018	Autoconstrução
22	Laguna	Permacultura / Ecovila	Taipa de mão	2010	Autoconstrução
23	São Pedro de Alcântara	Permacultura / Ecovila	Taipa de mão, taipa de pilão	2009	Autoconstrução
24	Camboriú	Permacultura / Ecovila	Taipa de mão, cordwood	2015	Autoconstrução
25	Camboriú	Permacultura / Ecovila	Taipa de mão, cordwood, adobe, taipa de pilão, telhado verde, terra ensacada	2015	Autoconstrução
26	Imbituba	Permacultura / Ecovila	Terra ensacada, taipa de mão	2009	Autoconstrução
27	Imbituba	Permacultura / Ecovila	Taipa de mão	2018	Regimes mistos
28	Enseada do Brito	Residencial	Taipa de mão	2018	Autoconstrução
29	Garopaba	Residencial	Adobe, telhado verde	2017	Regimes mistos
30	Garopaba	Residencial	Taipa e mão	2018	Contratada
31	Garopaba	Residencial	Taipa de mão	2017	Regimes mistos
32	Garopaba	Residencial	Taipa de mão	2018	Regimes mistos
33	Paulo Lopes	Residencial	Adobe, telhado verde	2015	Contratada
34	Florianópolis	Residencial	Taipa de mão	2018	Contratada
35	Florianópolis	Residencial	Adobe	2016	Contratada
36	Florianópolis	Comércio / Serviços	Terra ensacada, telhado verde	2016	Contratada
37	Florianópolis	Comércio / Serviços	Taipa de mão	2017	Regimes mistos
38	Florianópolis	Residencial	Adobe	2017	Regimes mistos
39	Florianópolis	Comércio / Serviços	Adobe, taipa de mão, cordwood	2016	Regimes mistos
40	Florianópolis	Residencial	Taipa de mão / COB	2011	Contratada
41	Florianópolis	Comércio / Serviços	Adobe	2017	Regimes mistos
42	Florianópolis	Residencial	Taipa de mão	2011	Contratada
43	Florianópolis	Permacultura / Ecovila	Calfitice	2010	Autoconstrução
44	Florianópolis	Residencial	Taipa de mão, telhado verde, BTC	2012	Regimes mistos
45	Florianópolis	Residencial	Taipa de mão	2010	Contratada
46	Florianópolis	Residencial	Terra ensacada, taipa de mão, telhado verde	2017	Regimes mistos
47	Florianópolis	Comércio / Serviços	Taipa de mão	2017	Regimes mistos
48	Florianópolis	Comércio / Serviços	Taipa de mão, telhado verde	2017	Regimes mistos
49	Florianópolis	Comércio / Serviços	Taipa de mão	2017	Contratada
50	Florianópolis	Residencial	Taipa de mão	2010	Contratada
51	Florianópolis	Comércio / Serviços	Adobe	2012	Regimes mistos
52	Florianópolis	Residencial	Terra ensacada	2018	Autoconstrução

BIOARQUITETURA: CONCEITO, HISTÓRIA E PERSPECTIVAS NO ESTADO DO CEARÁ, BRASIL

Francisco Diego da Silva Sousa[1]; Letícia Silveira[2]; Levi Teixeira Pinheiro[3]

[1]Centro Universitário 7 de Setembro (UNI7), Fortaleza, Ceará, Brasil. fcodiego.arqurb@gmail.com

[2]Departamento de Arquitetura e urbanismo, UFC, Fortaleza, CE, Brasil.

leticiasilveira@arquitetura.ufc.br

[3]Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Ceará, Brasil. levi.teixeira@ifce.edu.br

Palavras-chave: bioarquitetura, construção com terra

Resumo

Apresenta o conceito de bioarquitetura, resgata a história da construção com terra no Ceará e mostra uma investigação sobre esse tipo de construção atualmente no Estado, além das suas perspectivas de mercado. Em seguida, lista exemplos de construções contemporâneas com terra no Estado e especifica o ano, o autor da obra e o tipo de técnica aplicada. Para o desenvolvimento da pesquisa, empregou-se, além do levantamento da bibliografia especializada, algumas visitas às obras para análise e levantamento de dados sobre o tipo de construção. Com base nesse trabalho, conclui-se que a bioarquitetura confere um importante potencial de realizações ao mercado da construção civil atual.

1. INTRODUÇÃO

A construção civil está entre as áreas que mais alteram a paisagem e, consequentemente, impactam o ambiente. Ao mesmo tempo em que isso dá a estas práticas um peso negativo relacionado às tendências ecológicas, também significa que são ações que tem um grande potencial de minimizar os impactos causados através de uma abordagem sustentável.

A bioarquitetura é compreendida como uma arquitetura pensada para utilização de recursos disponíveis no local e com enfoque na sustentabilidade e funcionalidade das habitações, dando à função uma importância maior que a estética, pelo menos fundamentalmente.

O Estado do Ceará, localizado no Nordeste do Brasil, encontra-se historicamente figurado entre os mais pobres do país. Entretanto, ao final dos anos 1980 e início dos anos 1990, houve um crescimento econômico expressivo e, antes deste *boom* econômico, era comum em todo o estado, construções de casas com terra (taipa de mão, também conhecida como pau a pique, e adobe), no entanto, este tipo de construção era frequentemente associado à pobreza, fome e à proliferação do vetor da doença de Chagas. Por estas razões foram consideradas pelo governo do Estado como habitações indignas e um grande projeto objetivava que nenhum habitante do Ceará viveria mais em casas feitas de terra. Na atualidade o pau a pique é condenado pelo Ministério da Saúde que recomenda a sua demolição e substituição por casas em alvenaria de tijolo cerâmico, pois quando mal executada é considerada insalubre, podendo servir de morada para o barbeiro transmissor da doença de Chagas. Quanto às casas de adobe estas são vistas com possibilidade de manutenção (Fundação Nacional da Saúde, 2004).

Com o aporte econômico e apoio governamental, as casas de tijolo cerâmico se multiplicaram e as construções de terra foram praticamente extintas. Porém, hoje, diante do preocupante cenário ambiental global e da necessidade de mudanças de paradigma em busca de sustentabilidade, as construções de terra parecem estar em um horizonte promissor para a construção civil no Ceará. Segundo Duarte e Azevedo (2016), a construção com terra apresenta vantagens como o emprego de material de baixo custo, não

exige mão de obra especializada, matéria-prima abundante, e não exige processo industrial que consome energia. Além disso, apresenta propriedades térmicas superiores às do tijolo cerâmico, o que torna um material interessante para um Estado que apresenta temperaturas acima de 30º C ao longo de todo ano. Entretanto, ainda há impedimentos estruturais, sociais e econômicos para que as construções de terra retornem como uma alternativa para produção de casas, principalmente a realização estudos científicos e aplicação prática específicas para o Estado.

A construção com terra, no Ceará, ainda carrega as marcas do passado recente. O Estado não tem interesse em construir o discurso de que uma habitação de terra é digna, e muitas pessoas resistem à ideia, pois ainda relacionam este tipo de construção à pobreza. Portanto, cabe aos profissionais de construção civil projetar espaços com apelo mercadológico, sofisticação e luxo, ampliando o conceito de bioarquitetura para além da função, considerando também o mercado e a estética.

2. OBJETIVO

Apresentar o conceito e os princípios da bioarquitetura, resgatar a importância da construção com terra na história do Ceará, sua relevância cultural e ambiental, e mostrar a evolução das construções contemporâneas com terra no Estado e suas respectivas técnicas e autores a partir da década de 1980.

3. METODOLOGIA

Para a realização desse trabalho foram feitas pesquisas bibliográficas, contato com profissionais envolvidos com construções e estudos de bioarquitetura. Também foi feito um levantamento para análise da evolução da aplicação de técnicas construtivas no Estado envolvendo a terra e materiais de baixo impacto: pau a pique, solo-cimento, adobe e terra ensacada ganham destaque neste cenário.

4. DESENVOLVIMENTO

4.1 Contexto histórico

Em terras brasileiras, as técnicas de construção com terra foram trazidas pelos portugueses durante o processo de colonização, introduzindo técnicas como a taipa de pilão, adobe e taipa de mão. Milanez (1958) coloca que os índios brasileiros desconheciam tais técnicas, mas os africanos trazidos como escravos dominavam técnicas que eram empregadas em seus locais de origem.

No Ceará, que foi tardiamente ocupado, as casas de fazenda constituíram os primeiros pontos de fixação no território. De acordo com Jucá (2015), a economia da pecuária trouxe à Capitania motivo para a construção e modificação da paisagem natural do sertão. O programa das casas de fazenda, portanto, era associado às necessidades da atividade pecuária; e os materiais e técnicas empregados eram os que convinham e possibilitavam o meio físico. Sobre as técnicas e materiais, Jucá (2015, p. 4) coloca a seguinte descrição:

> Os alicerces eram de alvenaria de pedra, as paredes eram de taipa de sopapo[1], o piso era revestido com ladrilhos de barro cozido[2] ou de terra batida, a coberta era tanto de duas águas como de quatro, com a forma piramidal; as telhas de barro[3] e o madeiramento eram aparentes, os vãos das esquadrias possuíam rasgos normais às paredes, não possuíam ornatos, as vergas eram retas, as esquadrias eram feitas com tabuado comprido com encaixe tipo macho e fêmea e as dobradiças de cachimbo eram presas na parte interna por pregos de ferro batido.

[1] taipa de sopapo corresponde a denominação regional da taipa de mão ou pau a pique

[2] ladrilho de barro cozido corresponde ao produto cerâmico, geralmente produzido em olaria rudimentar

[3] telha de barro corresponde ao produto cerâmico geralmente produzido em olaria rudimentar



Figura 1: Casa do Umbuzeiro, localizado em Aiuaba, interior do Ceará (Jucá, 2005)

A arquitetura colonial cearense tinha a coberta de palha e a telha cerâmica, com madeiras locais, como carnaúba (*Copernicia prunifera*), pau d´arco (Tabebuia) e angico (*Anadenanthera macrocarpa*). A parede era de pau a pique, palha, tijolo de diatomita[4], tijolo cerâmico artesanal e adobe. O revestimento mais usual era a argamassa de terra com cal. O pau a pique é uma técnica construtiva que pode ser encontrada em todo território cearense, sendo utilizado principalmente nas residências. O tijolo cerâmico artesanal e tijolo de diatomita eram mais usuais em edifícios de maior porte e valor, como igrejas (Duarte Junior, 2009).

A alvenaria de pedra era comum em algumas cidades, como na cidade de Santa Quitéria, que, devido à grande quantidade de salitre, que carrega umidade, tornava inviável o uso do tijolo cerâmico. Outro aspecto relativo ao seu uso era o fator econômico: a pedra era geralmente encontrada no subsolo do próprio terreno de onde é retirada (Nascimento, 2013).

As construções com alvenaria de tijolo de diatomita ou tijolo cerâmico e cobertura de palha e madeira, principalmente a carnaúba, eram encontradas em quase todo território cearense (Duarte Junior, 2009). Na capital, até o século XIX, havia dois tipos de habitações: as de alvenaria de tijolo cerâmico e cobertura de telha cerâmica, e as de parede de taipa de mão ou de trançado de palha e cobertura de palha; em alguns casos as esquadrias eram de palha. O uso da diatomita iniciou devido à ausência de argila ou pedra, pois a terra era muito arenosa, inadequada para seu uso na taipa de mão ou no adobe, e os tijolos cerâmicos eram importados de Aracati. Os tijolos cerâmicos denominados brancos eram feitos de terra e diatomita extraída das lagoas periféricas à cidade (Castro, 1982).

Segundo Nascimento (2013) as técnicas encontradas no Ceará, em torno de 1940, em Aracati, Icó e outras, eram a alvenaria de pedra, o pau a pique, e as alvenarias de adobe e tijolo cerâmico artesanal; não há notícia do emprego da taipa de pilão. Segundo Vasconcellos (1979), o adobe consiste em paralelepípedos de barro com dimensões em torno de 20x20x40 centímetros e diferindo do tijolo cerâmico apenas por não serem cozidos ao forno. A terra contém parte de argila e areia às quais se juntam por vezes fibra vegetal ou estrume de boi. Pau a pique é uma vedação que consiste em paus colocados perpendicularmente entre os baldrames e os frechais, sendo fixados por meio de furos ou pregos. A trama ou armadura (figura 2) é capaz de receber o barro que preenche os vazados.

[4] rocha mais porosa e absorvente

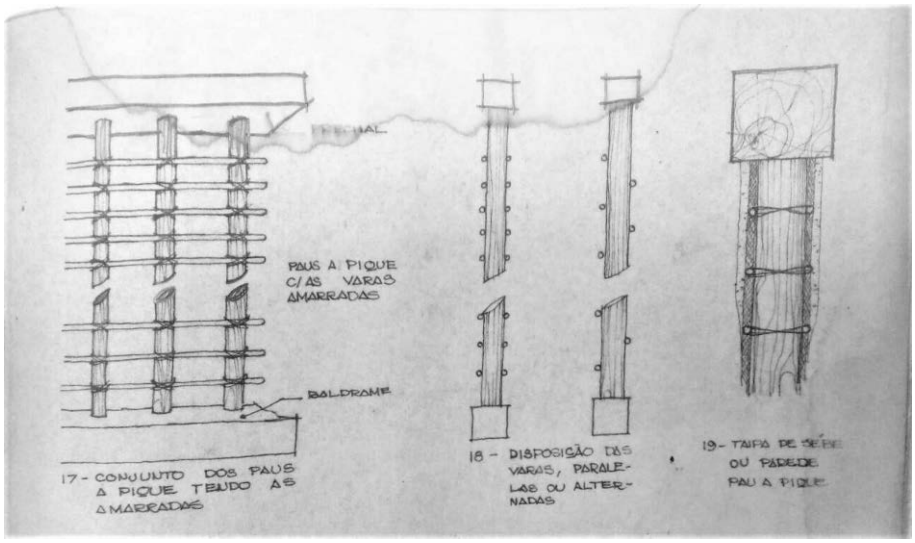


Figura 2: Sistema de vedação pau a pique (Vasconcelos, 1959)

Os métodos e técnicas foram bastante difundidos no país, entretanto, a introdução dos processos industriais e o surgimento de novos materiais, no século XIX, fizeram com que a construção com terra fosse cada vez mais substituída e esquecida. No Ceará, boa parte das moradias era de terra; porém as técnicas eram, muitas vezes, mal empregadas e a precariedade das moradias acarretou em uma associação do tipo de construção à falta de salubridade e à pobreza. Também se relaciona a construção com terra ao vetor da doença de Chagas; no entanto, assim como coloca Silva (2000), o problema não é intrínseco da construção com terra, mas das frestas onde o inseto pode se instalar (o que pode acontecer também em parede com frestas feitas com outros materiais). No Estado do Ceará portanto, com o *boom* econômico no início dos anos 90, e os problemas associados às moradias com terra, veio uma série de mudanças, entre elas a substituição do tipo de moradia de taipa por de alvenaria.

4.2 Bioarquitetura no Ceará

A busca por uma arquitetura contemporânea de menor impacto energético e ambiental é crescente em todo o Estado do Ceará, principalmente na capital, Fortaleza, onde o índice especulativo do mercado imobiliário é bastante elevado. Para Salvador e Granjeiro (2014) o capital aplicado na cidade, alavancado pela construção civil e pela especulação imobiliária, revela desequilíbrio e a falta de responsabilidade com o futuro.

Foi feito um levantamento das edificações contemporâneas construídas com terra produzidas a partir de 1980. Foram encontradas 32 edificações com técnicas diversas de terra conforme informa a tabela 1 e figura 2.

Tabela 1: Obras e técnicas com uso de terra no Ceará

Obra	Técnica	Cidade	Ano	Projetista/construtor
Casa Estúdio	pau a pique	Fortaleza	1983	José Albano
Casa Serra Azul	pau a pique	Maracanaú	1993	COHAB-CE e Gret Urbano Brasil
Casa do Castelinho	pau a pique	Fortaleza	1993	CEARAH Periferia, GRET Urbano Brasil
Farmácia Viva	solo-cimento e pau a pique	Fortaleza	1993	COHAB-CE GRET Urbano Brasil
Galpão Metalúrgico	pau a pique	Maracanaú	1993	Gret Urbano Brasil
Casa de Itapajé	pau a pique	Itapajé	1996	Autoconstrução
Sítio Refloresta	adobe	Mulungu	2003	Natural Arquitetura

Parque das trilhas	adobe	Guaramiranga	2005	Márcio Holanda Natural Arquitetura
Casinha de Picos	pau a pique	Icapuí	20...	Maurício Albano
Sede da Área de Preservação Ambiental	solo-cimento	Guaramiranga	2007	PROJEC
Hospedaria Tatajuba Tipologia I	pau a pique e solo-cimento	Icapuí	2009	PROJEC
Hospedaria Tatajuba Tipologia II	pau a pique e solo cimento	Icapuí	2009	PROJEC
Hospedaria Tatajuba Tipologia III	terra ensacada e solo-cimento	Icapuí	2009	PROJEC
Casa Luis Torres	adobe	Jijoca	2011	Luis Torres
Bloco necrópsia Centro de Reabilitação de mamíferos marinhos	solo-cimento	Caucaia	2010	PROJEC
Estação Ambiental Mangue Pequeno	pau a pique	Icapuí	2010	PROJEC
Casa Peroba	pau a pique	Icapuí	2014	Daniel Cardoso
Casa Naspolini	pau a pique	Icapuí	20..	Daniel Cardoso
Estúdio do grupo Uirapuru	pau a pique	Cascavel		Tércio Araripe
Sauna do Sítio Floresta Urbana	terra ensacada	Fortaleza		Lucas Brito
Mirawê	taipa leve	Crato		Fabrício da Rocha
Flecha da Mata	terra ensacada	Aracati		Marcos Ninguém
Sítio Janaguba	terra ensacada	Eusébio	2012	PROJEC
Pousada Jerimagia	terra ensacada	Icapuí	2013	PROJEC
Sítio Juazeiro	terra ensacada, adobe e pau a pique	Eusébio	2014	Marco George e Eveline
Sítio Floresta	adobe e terra ensacada	Eusébio	2017	Marcelo Sindeaux e Natural Arquitetura
Cozinha Sítio Floresta	cob	Eusébio		Marcelo Sindeaux
Museu Arqueológico e Comunitário do Cumbe e Canavieira	terra ensacada	Aracati	2017	Eco Sapiens
Casa Pas	solo-cimento, adobe e cordwood	Aquiraz	2018	Bernado Andrade
Residência Glauber Nocrato	terra ensacada	Guaramiranga		Glauber Nocrato
Sítio São Pedro	adobe	Maranguape	2018	Natural Arquitetura

As primeiras obras analisadas surgem na década de 1980 em pau a pique sendo esta predominante em quase todas as décadas; na década de 2010 observa-se a presença forte da terra ensacada e do adobe. Quanto a localização das obras, a maioria se encontra na região metropolitana de Fortaleza ou em regiões turísticas do estado.

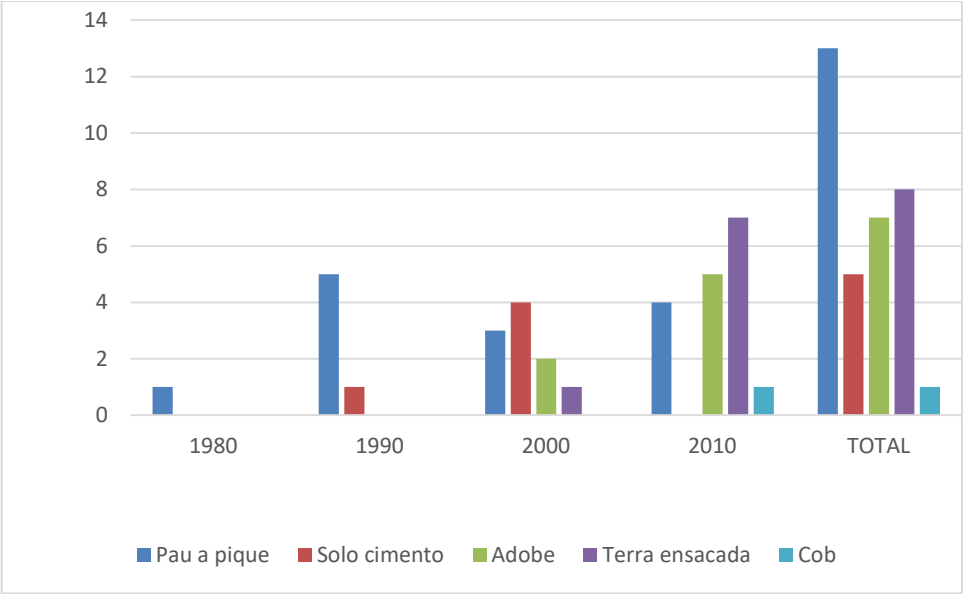


Figura 2: Análise de técnicas aplicadas nas construções contemporâneas no estado do Ceará

4.3 Exemplos de construções contemporâneas com terra no Ceará

a) Casa Estúdio

Localizada em Fortaleza, no bairro Lagoa Redonda, foi uma das primeiras casas contemporâneas construídas com pau a pique no Estado. Construída entre 1980 e 1982 e projetada pelo proprietário (figura 3).



Figura 3: Casa Estúdio (crédito: J. Albano)

b) Parque das trilhas

Localizada em Guaramiranga. Obra de 2005. Parede construída com alvenaria adobe rebocada a meia altura (figura 4).



Figura 4: Casa de apoio do Parque das trilhas (crédito: M. Holanda)

c) Eco Sítio Juazeiro

Localizada em Eusébio. A obra construída em 2014, por meio de mutirões, cursos e oficinas; destaca-se pela variação das técnicas aplicadas (terra ensacada, adobe e pau a pique).



Figura 5: Fachada oeste da edificação (acervo dos autores)

d) Casa PAS

A casa PAS (protótipo de autoconstrução sustentável) localiza-se em Aquiraz e também se destaca pela variação de técnicas aplicadas: solo-cimento, adobe e cordwood.



Figura 6: Casa PAS (crédito: B. Andrade)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A terra, material abundante na Natureza, é a matéria-prima mais utilizada na bioarquitetura local. Mesmo com políticas públicas estaduais contrárias às construções com terra, principalmente com o pau a pique, observam-se oportunidades para o crescimento de obras em terra no Estado do Ceará. Enquanto que nas décadas de 1980 e 1990 encontravam construções com pau a pique, com o estímulo de produzir edificações sustentáveis, surgem construções contemporâneas com técnicas variadas, já na década de 2000.

O levantamento efetuado permitiu conhecer uma pequena parte da história da construção com terra, porém pretende-se prosseguir e ampliar o conhecimento sobre as construções com terra tradicionais do Ceará.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Castro, J. L. de. (1983). Aspectos da arquitetura no nordeste do país: Ceará. In: História Geral da Arte no Brasil. São Paulo: Instituto Walther Moreira Salles.

Duarte Junior, R. (2009). Arquitetura colonial cearense: meio-ambiente, projeto e memória. Revista CPC, n. 7, p. 43-73

Fundação Nacional da Saúde (2004). Manual de orientações técnicas para elaboração de projeto de melhoria habitacional para o controle da doença de Chagas. Brasília: Funasa. Disponível em http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/melhoria_habitacional_chagas.pdf

Jucá, C. (2015). A casa de fazenda do umbuzeiro. O único testemunho setecentista da conquista do sertão cearense. Seminário Íbero Americano Arquitetura e Documentação, 4. Belo Horizonte: UFMG, v. 1. p. 1-30. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/22950>

Milanez, A. (1958). Casa de terra: as técnicas de estabilização do solo a serviço do homem do campo. Rio de Janeiro, Serviço Especial de Saúde Pública, Ministério da Saúde

Nascimento, J. C. do (2012). Um panorama da arquitetura tradicional do Ceará, a partir do relatório de João José Rescala, de 1941. Fórum Patrimônio, Belo Horizonte, v. 5, n. 1, p. 36-51

Salvador, D. S.; Granjeiro, C. M. M. (2014). Urbanização, especulação imobiliária e sistemas ambientais: um estudo sobre o bairro Sapiranga-Coité em Fortaleza-CE. Congresso Brasileiro de Geógrafos, 7, Anais... Vitória: Associação dos Geógrafos Brasileiros.

Silva, C. G. T. da (2000). Conceitos e preconceitos relativos às construções em terra crua. Dissertação de mestrado. Rio de Janeiro, Fundação Oswaldo Cruz. Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca. Disponível em <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/4736>

Vasconcelos, S. de (1959). Arquitetura no Brasil - Sistemas construtivos. Belo Horizonte: Escola de Arquitetura da Universidade de Minas Gerais

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao grupo de estudos Florar Bioarquitetura e ao professor Paulo César Mesquita, que nos orientou para a formalização da base estrutural desta pesquisa.

AUTORES

Francisco Diego da Silva Sousa: Estudante de Graduação em Arquitetura e Urbanismo pelo Centro Universitário 7 de Setembro - Uni7.

Letícia Silveira: Estudante de graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal do Ceará - UFC.

Levi Teixeira: Professor do Instituto Federal do Ceará, campus Quixadá. Graduado em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal do Ceará, Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Ceará. Doutorando da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

VELHAS TECNOLOGIAS, NOVOS FAZERES: O CASO DA RESIDÊNCIA CRIATIVA NO MARANHÃO.

Sanadja de Medeiros Souza[1]; Amanda Nunes Rodrigues Mendonça[2]; Kellen Pamêlla Nunes de Morais[3]

UEMA – Universidade Estadual do Maranhão, Brasil,

[1]sanadja.medeiros@gmail.com; [2]amandarodrigues_96@hotmail.com; [3]kellenpamella65@gmail.com

Palavras-chave: Arquitetura bioclimática, baixo impacto ambiental, taipa de pilão

Resumo

O presente trabalho aborda a técnica construtiva taipa de pilão, adotando como estudo de caso uma residência em construção nos limites do Instituto Maranhão Sustentável, no município de Raposa que faz parte da região metropolitana de São Luis, capital maranhense. Tendo como eixos de estudos a arquitetura bioclimática e a sustentabilidade ambiental. O objetivo principal desde trabalho é elaborar diretrizes para a construção de habitações construídas com terra – taipa de pilão com monoblocos – levando-se em consideração os fatores climáticos específicos da grande São Luís para uma construção mais confortável e de baixo custo. Para isso, foram coletados diversos tipos de recursos para concretização dos estudos, como: monografias, artigos científicos, material em vídeos, cartilhas, livros, manuais e trabalho em campo. Fazer essa pesquisa é de grande importância para sociedade, pois, de acordo com as informações coletadas, é uma das melhores formas de diminuir os impactos ambientais causados pelos materiais industrializados resultantes das técnicas construtivas convencionais, além de oferecer de forma natural um bom acondicionamento térmico. Nesse contexto, o uso da terra na construção é uma boa alternativa para que se produzam residências, ecológicas, econômicas, bioclimáticas e saudáveis, uma vez que, sua fundação, cobertura e paredes recebam um bom acabamento, como foi feito na Residência Criativa em estudo.

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho aborda a técnica construtiva de taipa de pilão, adotando como estudo de caso a construção de uma residência no Instituto Maranhão Sustentável[1] (IMS), município de Raposa, estado do Maranhão.

A arquitetura e construção com terra vêm sendo praticadas desde a antiguidade, com diferentes métodos e de forma espontânea, com ou sem acompanhamento técnico. Com a efervescência de novos materiais, essas técnicas tornaram-se obsoletas, sinônimo de pobreza nos países em desenvolvimento e subdesenvolvidos. A conservação dessa técnica e a sustentabilidade foram o incentivo para o projeto e construção da Residência Criativa, destinada ao abrigo de pesquisadores visitantes.

A pesquisa subsidiou-se em literatura específica sobre arquitetura de terra. O trabalho desenvolveu-se em dois grandes eixos: arquitetura bioclimática, elaborada segundo princípios climáticos e regionais; e baixo impacto ambiental, defendendo princípios de respeito e conservação do meio ambiente, imputando novos olhares para mesmos materiais através da reutilização e reciclagem desses.

Assim sendo, os eixos de desenvolvimento da pesquisa foram estudados segundo a climatologia local e a necessidade de conservação do meio ambiente natural e construído, buscando conciliar desenvolvimento e responsabilidade ambiental. As análises do projeto

[1] Associação de direito privado, sem fins lucrativos, de caráter socioambiental e cultural que promove e apoia desenvolvimento pautado nos valores socioambientais, gerando empoderamento social e valorização do patrimônio cultural e socioambiental

arquitetônico e suas medições realizadas dão subsídio para mensurar resultados a fim de obter respostas para os problemas de conforto ambiental e baixo impacto ambiental de residências em climas tropicais de baixa latitude e com baixo custo.

Apresentar a Residência Criativa teve como principal objetivo fazer conhecer o processo de construção com taipa de pilão e as diretrizes de baixo impacto ambiental adotadas.

1.1 BREVE HISTÓRIA SOBRE A TAIPA DE PILÃO

> Desde que o homem, abandonando o caos dos caminhos da migração, começou a fixar-se nos melhores locais, alinhando as primeiras cercas e erguendo os primeiros abrigos, foi certamente a terra, a terra mãe que fazia germinar as sementes do pão, um dos primeiros materiais que também aprendeu a amassar e moldar para construir (Torres apud Ponte, 2012, p. 13)

Há milênios a terra vem sendo empregada nas construções, presente sob as mais diversas técnicas, demonstrando sua potencialidade e resistência, desafiando assim, as intempéries e a ação do próprio tempo. Podem-se encontrar exemplos de patrimônios históricos em toda parte do mundo, erguido com terra, tais como: a cidade de Jericó na Cisjordânia, Irã, Turquia, Iraque, a muralha na China, Zigurates na Mesopotâmia, Templo de Ramsés no Egito, Templo de Horyuji no Japão dentre outros país do continente Africano, datados a cerca de 8000 anos a.C. (Carvalho; Lopes, 2012).

Para os autores Houben e Guillaud (1994, apud Carvalho; Lopes, 2012), há 10 mil anos a terra é empregada como matéria-prima na arquitetura em toda parte do mundo, tornando-se quase impossível não haver atualmente heranças que remeta a esse tipo de construção. Utilizada pelo homem para construir palácios, templos, mesquitas, armazéns, castelos, praças, fortificantes, casas e dentre outros monumentos, apresenta-se como um material resistente, capaz de manter-se sólido durante milhares de anos quando se utiliza a técnica adequada ao material e ao clima onde está inserida a edificação.

Um dos primeiros mentores da arquitetura de terra moderna foi o construtor e mestre pedreiro François Cointeraux, que praticou ativamente a técnica vernácula, conhecida na França como *pisé* - terra batida ou taipa-, o que resultou em várias publicações sobre o assunto atraindo arquitetos do mundo todo (Assunção, 2012).

Clarifica Assunção (2012) que, após a Segunda Guerra Mundial, a taipa foi uma alternativa em razão da escassez de material de construção. Ao longo do século XX, vários arquitetos contribuíram para o estudo da construção em terra, tais como: David Oliver, na Austrália, conhecido como um dos líderes na tecnologia de taipa de pilão; Martin Rauch, na Alemanha, famoso por suas aplicações técnicas e criativas para construção de taipa de pilão; e David Easton, nos Estados Unidos, que desenvolveu técnicas para diminuir o tempo de construção e os custos trabalhistas.

No Brasil as técnicas de construção com terra foram trazidas pelos portugueses, e com a contribuição dos escravos africanos, já que o uso da terra também era bastante utilizado por esses escravos em seus países de origem.

> Os portugueses trouxeram consigo artesões dos ofícios da construção e com eles, uma variedade de técnicas construtivas cujas origens, imemoriais, remontavam aos povos que sucessivamente conformaram o “povo lusitano” – romanos, visigodos e árabes. Estas técnicas foram aperfeiçoadas numa longa trajetória... Elas se mantiveram presentes no Brasil por pelo menos três séculos, incorporando pequenas adaptações resultantes das condições culturais e matérias de cada localidade. À parte outras técnicas e sistemas construtivos, as que utilizavam terra crua tiveram vida longa ou mesmo sobreviveram incólumes sobre estruturas sociais e econômicas até os dias atuais. (Lucena, Araújo, 2006, p. 357)

Segundo Assunção (2012), os primeiros registros da técnica de taipa de pilão no Brasil se deram na época do Brasil Colônia, iniciando-se essa prática construtiva no Rio de Janeiro quando da passagem da frota de Martin Afonso de Souza em Abril de 1531. A fundação da primeira vila do Brasil, a Vila de São Vicente, deu-se em 1532, em São Paulo, além dessa,

foram construídos povoados ao seu redor. Um exemplar construído com taipa de pilão foi o Colégio dos Jesuítas, da Companhia de Jesus, em 1554, em volta do qual nasceu o povoado de são Paulo de Piratininga, hoje a atual cidade de São Paulo.

No Brasil, com a mecanização, a industrialização e a mão de obra da imigração europeia, o país começou a introduzir novas técnicas com equipamentos importados, pois, apresentavam rapidez e baixo custo. No entanto, muitos são os exemplos de construções em que se predomina o uso da terra como matéria-prima, assim como também vários representantes dessa arquitetura de terra. (Assunção, 2012).

Segundo Soares (2005), nos primórdios, os famosos casarões construídos com terra eram vistos como símbolo de riqueza e luxo pela população da época. Porém, com a industrialização e a descoberta do concreto, novas técnicas construtivas desenvolveram-se e substituíram a arquitetura e construção com terra, especialmente nas classes mais abastadas, relegando essa técnica à população menos favorecida, tornando esse tipo de construção sinônimo de pobreza e miséria. Diante do preconceito gerado, a moradia digna tornou-se sinônimo de casas feitas com tijolos cerâmicos.

Na contemporaneidade, a urgência por sustentabilidade tem trazido para o cenário urbano as edificações construídas com terra, devido a possibilidade de usar o solo do próprio canteiro ou de jazidas próximas, reduzindo a logística e, consequentemente, o consumo de combustíveis fósseis. Alguns exemplares com terra, funcionais e sólidos, têm sido erguidos atualmente, porém há a necessidade de superar o preconceito com o incentivo de políticas públicas favoráveis a essa técnica. Esse é um quesito a ser superado para que se possa ter a ampla utilização das construções com terra junto a diferentes segmentos da sociedade.

Em São Luís, o sistema construtivo empregado na maioria das edificações do centro histórico do século XVIII e XIX pode ser considerado misto, pois, na mesma edificação podem-se encontrar as paredes externas de alvenaria de pedra argamassada com cal e as paredes internas com de pau a pique. Contudo, com as novas intervenções, as antigas paredes estão aos poucos sendo substituídas pelas técnicas construtivas contemporâneas, dentre essas a convencional, composta por: pilares, vigas e lajes em concreto armado com vedações em bloco cerâmicos.

2. OBJETIVOS

Apresentar a Residência Criativa fazendo conhecer o processo de construção com taipa de pilão e as diretrizes de baixo impacto ambiental adotadas. Almeja-se: analisar as condições climáticas ao longo do ano na Raposa; estudar o processo construtivo da casa; elaborar as diretrizes de conforto térmico e baixo impacto ambiental, possíveis de serem replicadas em climas afins.

3. METODOLOGIA ADOTADA

O trabalho iniciou-se, em 2016, com o convite do IMS para construção de uma residência para pesquisadores, com técnica de baixo impacto ambiental dentro do Instituto, a qual denominou-se de Residência Criativa. Por isso, sugeriu-se a taipa de pilão, acatada pelo IMS. O método de pesquisa adotado foi o investigativo, por meio de pesquisas bibliográfica, documental e de campo; ensinamento da técnica; identificando, preparando e conferindo o traço da terra; criando parâmetros de sustentabilidade ambiental; analisando-se a técnica construtiva, os materiais reutilizados, resgatados e o conforto ambiental para construção da residência

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

No Brasil, os elementos climáticos, como radiação solar, temperatura, pressão e umidade do ar determinam ambientes térmicos variados, cujo reflexo é percebido na qualidade de vida dos usuários, dos edifícios e meio ambiente. Encontram-se, na região tropical brasileira,

desde os climas quentes e superúmidos, úmido e semiúmido, até o quente e semiárido e as estações mais frias nas faixas de maior altitude, caracterizando uma grande variedade de ambientes climáticos, devido às diferenças apresentadas no regime de precipitações e umidade, na temperatura e nos ventos. Nessa pesquisa destacaram-se as singularidades dos trópicos para a promoção de conforto térmico.

O clima foi tratado como um dos condicionantes que influenciam diretamente na forma como acontecem as trocas térmicas, bastante adversas e específicas, dependendo dos agentes: ventilação, temperatura, precipitações e umidade do ar. Desse modo, a importância e influência do clima dependem do grau de tensão térmica que o ambiente natural impõe sobre os indivíduos.

Nesse contexto, quando as trocas térmicas estão equilibradas, ou seja, o calor dissipado entre as pessoas e o ambiente mantém a temperatura corpórea do indivíduo dentro de certos limites, pode-se dizer que há um equilíbrio térmico e o indivíduo, consequentemente, sente-se confortável. Em São Luís, as quatro estações do ano existem, porém são comumente percebidas, apenas, a estação seca e a chuvosa tendo em vista que a amplitude térmica é muito baixa durante todo o ano, apresentando altas temperaturas. A ventilação é predominantemente leste e nordeste com velocidade mais elevada especialmente no litoral (figura 1).

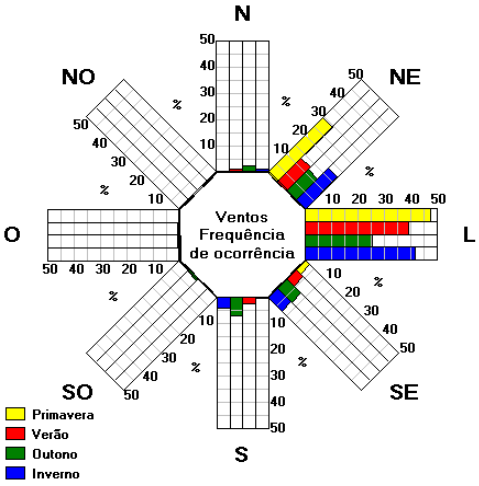


Figura 1. Rosa dos Ventos - predominância dos ventos (Analysis Sol-Ar, 2009 [2])

Os locais próximos à linha do Equador, como é São Luís, são notadamente caracterizados pelas temperaturas mais elevadas em função da radiação solar. Na Residência Criativa buscou-se proporcionar conforto ambiental através do amortecimento da variação da temperatura interna, mediante a baixa difusividade da terra utilizada na taipa de pilão, ou seja, esse material consegue retardar o aumento da temperatura da face interna da parede, e consequentemente do espaço interno. Visando obter um edifício termicamente confortável, optou-se construir as paredes com taipa de pilão. Como o IMS possuía uma quantidade expressiva de telhas de fibrocimento, no sentido do seu reaproveitamento e para evitar o descarte, estas foram usadas na cobertura, apesar de não ser a opção adequada para o clima da região. As telhas sobre pintadas com tinta de cor branca para aumentar sua refletância, diminuindo o efeito do material no aquecimento interno do edifício.

O índice pluviométrico na Grande São Luís é elevado, assim como a umidade relativa do ar, que, muitas vezes aproxima-se dos 100%. A estação das chuvas em São Luís é intensa, pois se caracteriza por um elevado índice pluviométrico. Segundo dados do Laboratório de Meteorologia da Universidade Estadual do Maranhão (LabMet), São Luís apresenta índice pluviométrico anual acima de 2.000 mm, chegando a superar os 450 mm em um só mês, conforme mostra o gráfico 1:

[2] Desenvolvido pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (Labeee) da Universidade Federal de Santa Catarina, na Versão 6.2 de 20 de maio de 2009

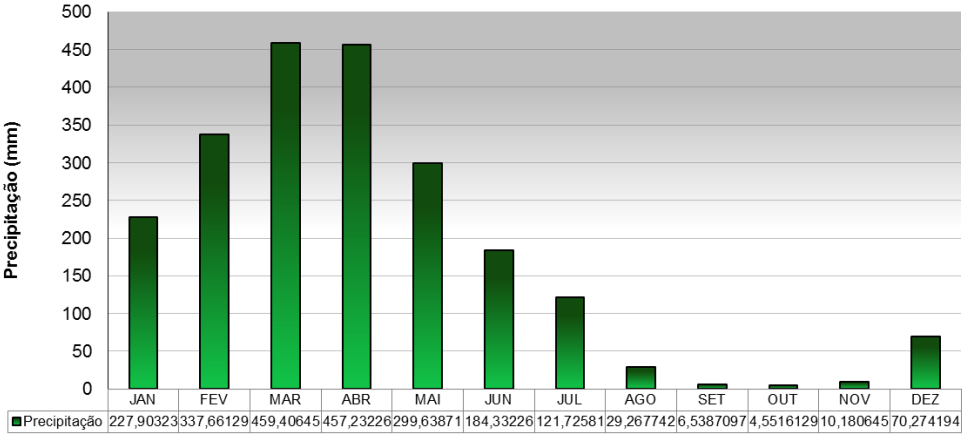


Figura 2. Precipitação pluviométrica em São Luís (Laboratório de Meteorologia do Núcleo Geoambiental, 2015)

Em razão da umidade relativa do ar ser alta na maior parte do ano, buscou-se equilibrá-la através da circulação do ar, e para isso utilizou-se no projeto esquadrias com bandeiras vazadas, a cobertura ventilada, através do espaço existente entre as terças apoiadas nas paredes e a telha, o que possibilita a circulação do ar diminuindo as gotículas de água no ar, reduzindo a umidade e contribuindo para o conforto interno.

Coadunada ao conforto ambiental, o baixo impacto ambiental foi pensado para materializar-se através das seguintes escolhas: a) técnica construtiva taipa de pilão; b) reutilização da telha de fibrocimento; c) garrafas de vidro para revestimento do piso dos quartos; d) tampas de garrafas de embalagens *tetrapak* e garrafas PET para melhorar a aderência do revestimento na parede do banheiro; e) reutilização da madeira do telhado originária de uma cobertura demolida do IMS completada por madeira adquirida; f) banheiro seco com tratamento dos resíduos sólidos através da compostagem; g) tratamento das águas cinzas do banheiro, cozinha e serviço com filtro biodegradável.

As opções defendidas foram trabalhadas na construção da Residência Criativa a fim de se obter respostas para os aspectos de conforto térmico e baixo impacto ambiental apoiadas no respeito às características locais e nos postulados de pesquisadores, estudiosos do conforto ambiental e das questões ambientais.

A Residência Criativa encontra-se em fase de conclusão, na execução das instalações elétricas, hidrossanitárias e o banheiro seco. Por isso não foi possível realizar uma análise comparativa quanto aos custos de uma residência convencional com proposta da residência criativa.

4.1 Método

O trabalho iniciou-se, em 2016, com o convite do IMS para construção de uma residência para pesquisadores, com técnica de baixo impacto ambiental dentro do instituto com custo reduzido, denominada de Residência Criativa e cujo fim era de abrigar pesquisadores de outros locais. O uso da taipa de pilão sugerido foi acatado pelo IMS.

A taipa de pilão corresponde à parede monolítica de terra úmida compactada em camadas sobrepostas colocada em fôrmas de madeira, conhecida como “taipais”. O processo construtivo pode ser dividido em diferentes e consecutivas etapas: extração e caracterização da terra, execução da parede, seguido da cobertura, instalações e acabamentos.

a) Extração da terra

É a etapa inicial do processo, onde primeiramente é extraída a matéria-prima que pode ser encontrada no próprio local ou nas proximidades. Para a Residência Criativa, a terra foi adquirida em loja de material de construção, cuja jazida era próxima e a caracterizava como arenosa, portanto, indicado para a técnica escolhida. A extração geralmente é feita de forma

manual apenas com utilização de alguns ferramentais que podem auxiliar na retirada da terra como: pá, enxada e picareta.

b) Caracterização da terra – teste de campo

A terra pode não apresentar características adequadas para a execução da parede de taipa de pilão, por isso é preciso conhecer suas propriedades, que podem ser identificadas por testes de campo ou ensaios de laboratório.

O primeiro teste de campo a ser feito é o de decantação através do qual se mensura a quantidade de areia e finos (silte + argila). O teste, também denominado teste do vidro ou teste da garrafa, consiste em colocar uma quantidade de terra em um vidro com água. Primeiro, decantam as partículas mais pesadas (areia) e em seguida, o silte e a argila. Em geral, é possível identificar e medir as camadas de cada componente decantado da terra (figura 2).



Figura 3. Decantação da terra (crédito: S. de M. Souza)

Verificada a quantidade de cada componente, faz-se o complemento de areia na terra, se necessário, até chegar à dosagem adequada.

Para determinar a umidade de compactação, mistura-se a terra peneirada com água até o ponto de poder formar um bolo com a mão, e comprimir com os dedos cujo bolo deve manter as marcas dos dedos. Ao soltar o bolo da altura de 1 m, o bolo deve espatifar-se. Esse teste é fundamental para se verificar a umidade do material, pois este não pode estar nem seco demais, nem muito úmido.

c) Execução da parede (figura 4)

Fundação: A fundação, tipo corrida, foi executada com pedras assentadas com argamassa de terra. No nível do terreno, foi executado o baldrame com altura de 30 cm para evitar a presença da água por capilaridade na parede. Na face externa das fachadas foi aplicado um revestimento com placa cerâmica com altura de 50 cm para proteger a parede dos respingos da água de chuva.

Preparação da fôrma: esta é formada por duas pranchas fixas por montantes, espaçadas por separadores e abraçadeiras que prendem as pranchas, evitando sua movimentação e mantendo a largura da parede. Nas extremidades são colocadas tábuas laterais para fazer o fechamento. Depois de preenchida a fôrma com a terra úmida compactada em camadas, monta-se outro taipal, no mesmo prumo do taipal inferior. Continua o processo com compactação da terra e montagem do taipal superior até atingir o pé direito estabelecido no projeto arquitetônico.

Preenchimento do taipal: O taipal é preenchido com a terra úmida e compactada por compactadores (constituído basicamente da base - bloco de um material pesado – fixado a um cabo). Este pode assumir vários tipos de formadas, contudo, depende da forma que vai

ser utilizado, se é no centro ou no canto da parede. Normalmente cada camada da terra compactada fica com cerca de 10 centímetro de altura. A fim de melhorar a adesão entre as camadas é feito uma ranhura na camada inferior para receber a superior, sendo este processo repetido até preencher todo a taipal, dando origem a parede monolítica.



Figura 4. Processo de produção da taipa de pilão da Residência Criativa (créditos: S. de M. Souza)

d) Cobertura

A cobertura pode ser colocada assim que as paredes forem finalizadas, tendo sua estrutura apoiada em vigas de madeira, estas sobre as paredes autoportantes, distribuindo igualmente a carga da cobertura. A telha utilizada foi a de fibrocimento reciclada, pois algumas já existiam no IMS e foram pintadas de branco para aumentar a refletância à radiação solar.

e) Hidráulica e elétrica

Os pontos elétricos e hidráulicos são instalados do lado externo às paredes.

f) Acabamento

Na fase final, o acabamento em geral é feito com a aplicação de resina em determinadas paredes e pintura em outras. As paredes podem ser pintadas ou até mesmo receber algum tipo de revestimento como azulejos, como os antigos casarões. O piso dos quartos foi feito com a reciclagem de garrafas de vidro *long neck* cortadas, preenchidas com areia e rejuntadas com argamassa. Na varanda e na cozinha o piso foi feito em cimento queimado pigmentado de vermelho. As esquadrias foram feitas em madeira maciça com detalhes que permitem ventilar mesmo que fechadas.

g) Áreas molhadas

O banheiro da residência é do tipo seco cujos resíduos são tratados por compostagem e as águas cinzas, provenientes do banheiro, cozinha e área de serviço, são tratadas com filtros biodegradáveis e depois usadas na rega das áreas verdes.

4.2 O projeto arquitetônico

O projeto arquitetônico desenvolvido para a Residência Criativa fundamentou-se na criação de ambientes integrados para abrigar diferentes pessoas com diferentes saberes, mas com objetivos comuns (figura 5). Trata-se de uma residência com dois quartos. A varanda, como o centro social da edificação, funciona como a sala de estar e de jantar, e está diretamente ligada ao banheiro, quartos e cozinha. Esta distribuição permite a integração e, ao mesmo tempo, a privacidade que requer um ambiente de descanso, reflexão, criação e pesquisa.

Assim, a Residência Criativa configura-se uma casa de varanda, dois quartos, banheiro seco, cozinha e área de serviço. O sistema construtivo adotado para a parede é a taipa de pilão, com cobertura de telha de fibrocimento pintada, piso em cimento afagado (queimado) vermelho na varanda, cozinha, banheiro e área de serviço, piso de garrafas de cerveja cortadas nos quartos; nas paredes do banheiro e sobre pia da cozinha serão assentadas placas de tampas de garrafas PET, semelhantes às placas de pastilhas cerâmicas, ou seja, as tampas serão reutilizadas e funcionarão como revestimento, visualmente assemelhando-se a pastilhas redondas de cerâmica. O rejuntamento será feito com rejunte convencional. A figura 6 apresenta o projeto arquitetônico da Residência Criativa.

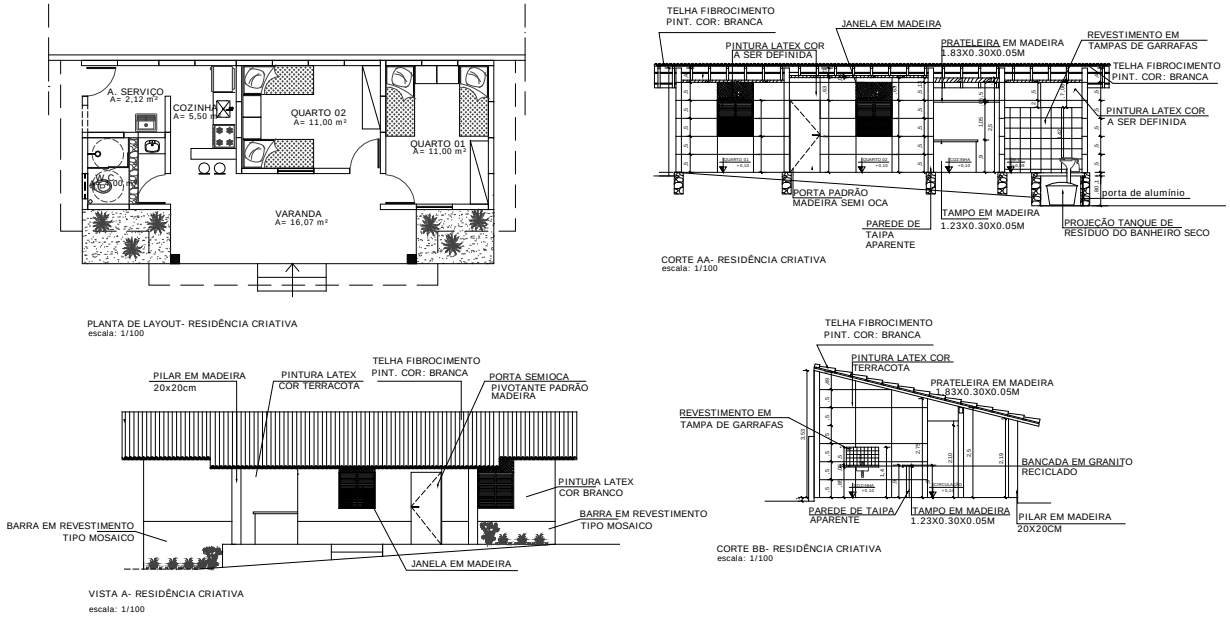


Figura 5. Planta baixa, cortes e fachada da Residência Criativa (elaboração: S. de M Souza e S. de M. Lima)



Figura 6. Fachada da Residência Criativa (Crédito: S. de M. Souza)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O debate vinculado às questões ambientais e a ação do homem tem levado muitos autores a dialogarem sobre o tema em prol de um futuro melhor para a humanidade, originando postulados e impulsionando novas descobertas.

O projeto da Residência Criativa surgiu da necessidade de se resgatar velhas tecnologias com novos olhares, em busca de respostas diferentes, mais eficientes. A inovação nesta pesquisa fica por conta dos novos olhares para o resgate de velhos materiais pela sociedade do descartável, culminando em novos fazeres.

Os resultados positivos com a construção desse projeto foram muitos. O principal foi o conhecimento da técnica e a possibilidade de sua difusão para a comunidade da Raposa que vive em casas cobertas de papelão, plásticos, etc., carente de moradias dignas. Somados a esse, a construção de uma edificação com bases sustentáveis, a reciclagem e a reutilização de materiais, o conforto térmico, e os custos minimizados com materiais, transporte e armazenamento. Além da dignidade que essa técnica pode ofertar aos moradores da Raposa, tem-se a preservação dos manguezais, pois a utilização dos banheiros secos irá evitar grande quantidade de rejeitos jogados in natura nos mangues. Ganha a população e o meio ambiente.

Este trabalho possibilitou construir parâmetros de habitabilidade e diretrizes para o emprego técnica da taipa de pilão junto às populações situadas em climas de trópico úmido e que poderão contribuir para a sustentabilidade ambiental e seu fomento. Os principais parâmetros foram: técnica construtiva de baixo impacto ambiental; tratamento de águas cinza e rejeitos sólidos; reuso e reciclagem de materiais; e baixo custo de obra. A Residência Criativa influenciou o inicio de oficinas para ensinar a comunidade da Raposa, menos favorecida, a construir com taipa de pilão edificações duráveis com conhecimento da técnica, saneadas e com bases sustentáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Assunção, B. O. (2012). Inserção de taipa de pilão mecanizada com apiloamento pneumático no mercado da construção sustentável no Brasil. Dissertação de especialização. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais. Disponível em http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/BUBD-9BAPH7/monografia_bruno_assun__o.pdf?sequence=1

Carvalho, T. M. P.; Lopes. W. G. R. (2012). A arquitetura de terra e o desenvolvimento sustentável na construção civil. Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação, VII, Palmas. CONNEPI

Lucena, J. E.; Araújo. R. A.D. (2006). Técnicas tradicionais – Gestão de restauro. I Seminário – Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, Ouro Preto, Minas Gerais.

Ponte, M. M. C. C. (2012). Arquitetura de terra: o desenho para a durabilidade das construções. Dissertação de mestrado. Faculdade de Ciências e Tecnológico da Universidade de Coimbra, Coimbra, 2012.

Soares, A. I. (2005). A taipa de pilão como método construtivo de casas populares. II Jornada Internacional de Politicas Públicas. São Luís, Maranhão.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Deus por permitir a concretização desde trabalho, assim como também, aos familiares que contribuiram diretamente e indiretamente compreendendo momentos de ausência em reuniões familares. A Luzenice Macedo, por oferecer o local no qual a Residência Criativa foi construida, além de contribuir com idéias, custear a construção da mesma. Aos colegas do curso de Arquitetura e Urbanismo que se disponibilizaram em ajudar, em algumas etapas do projeto de pesquisa. A Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual do Maranhão por possibilitar a realização da pesquisa inicial.

AUTORES

Sanadja de Medeiros Souza, mestre em Desenvolvimento Urbano em 2002, doutora em Urbanismo. Atua como professora Adjunta na Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/0334227560127112

Amanda Nunes Rodrigues Mendonça, graduanda do 9º periodo de Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/1595555671872420

Kellen Pamêlla Nunes de Morais, graduanda do 9º periodo de Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/5850752429883659.

TECNOLOGIA CONSTRUTIVA INOVADORA

Maria Ines Marques da Cunha

Instituto Etno etno.bioarquitetura@gmail.com

Palavras-chave: terra, geobiologia, calefação solar, vidro termorregulador

Resumo

A região da cidade de Gonçalves (MG) considerada clima tropical de altitude apresenta temperatura máxima de 23ºC no verão e mínima 5ºC no inverno (com sensação térmica de 2ºC). O desafio é manter a temperatura constante de 23°C durante o ano todo no interior do edifício. Assim, foi desenvolvida uma pesquisa com os princípios da geobiologia, como posição do sol, ventos predominantes, intensidade pluviométrica, pontos magnéticos do terreno, oscilação de temperatura, para que a implantação due um projeto que tivesse o melhor aproveitamento das condições naturais. A construção executada com adobe, reconhecido por sua capacidade térmica vantajosa, contempla uma técnica antiga com materiais atuais inovadores, aqueles que trazem na sua função uma inovação, como por exemplo o vidro insulado termorregulador e esquadrias em PVC, pela sua eficiência em vedação de vãos contribuindo, dessa forma, para que o calor interno não saia e o vento frio não entre; como também o uso de impermeabilizante biodegradável e sistema de calefação de piso solar, que potencializa o isolamento térmico do piso. Todos esses elementos auxiliam na manutenção do equilíbrio térmico no interior da construção.

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho visa avaliar os efeitos da aplicação de materiais inovadores e os conceitos da geobiologia em espaços construídos com adobe, prezando pelo conforto térmico e a estabilidade da temperatura em clima tropical de altitude. Apresentam-se conceitos que definem a geobiologia, como também a contextualização do uso de materiais tais como: impermeabilizante biodegradável, esquadria de PVC, vidros insulados termorreguladores e calefação solar de piso.

2. OBJETIVO

Estudar soluções relativas ao uso de materiais com tecnologia inovadora e a geobiologia, para a estabilização da temperatura no interior de uma edificação feita com adobe.

3. METODOLOGIA

O contexto do artigo para a implantação do projeto arquitetônico foi baseado na geobiologia definida por Pires e Saez (2006), mostrando a influência da sua localização, descrita por Bueno (1995), que frisa a importância do clima na escolha dos materiais para execução do edifício. Analisando o clima da região, considerado tropical de altitude, especifica assim a releitura da alvenaria em adobe, material importante para o equilíbrio energético, termorregulador, trazendo conforto térmico para ambiente, sendo este auxiliado por vidros insulados termorreguladores, esquadria de PVC, impermeabilizante biodegradável e calefação solar.

3.1 Geobiologia

A geobiologia, segundo (Bueno 1995), é a ciencia que estuda o impacto das energias da terra sobre todos os seres vivos do planeta. Este conceito também é defendido por Pires e Saez (2006) que ressaltam a relação das técnicas construtivas milenares com as novas a fim de obter ambientes harmônicos. Estes autores reforçam o conceito denominando a

geobiologia ou medicina do habitat como o estudo que relaciona a saúde dos ambientes com as dos seres que neles vivem.

De acordo com Bueno (1995), os materiais utilizados na construção do edifício, bem como a sua localização, podem determinar qualidade da saúde que se obtém no seu interior.

Pires e Saez (2006) definem que os edifícios estão sujeitos a doenças, dependendo das suas condições físicas e fisiológicas, ressaltando a importância da observação dos aspectos relativos a geobiologia. Segundo (Schmid 2005), a casa tem por objetivo oferecer condições favoráveis de repouso aos ocupantes, conceito contrariado pela arquitetura moderna, que procura adaptar os conceitos de fabrica às residências, nas quais estas ficam sujeitas a imposição da funcionalidade produtividade dentro da própria estrutura organizacional da família.

La Maya (1994) cita nove grupos que afetam o equilíbrio da vida dos seres vivos, dos quais se destacam:

a) Ondas nocivas anteriores ao homem: neste item incluem-se as falhas geológicas, jazidas minerais, correntes de água subterrânea, etc.;

b) Malhas etéricas verticais: tratam-se das redes Curry, Peyré e Hartmann que se encontram em toda a superfície terrestre.

c) Atividades humanas passadas: casos frequentes são as galerias subterrâneas, linhas de metrô, fossas sépticas, poços antigos, pedreiras antigas, etc.;

d) Atividades e técnicas humanas modernas: decorrentes das estruturas e ao funcionamento de aparelhos-elétricos, eletrônicos ou nucleares;

e) As construções: retratadas através de suas formas e disposições geométricas, materiais de construção e elementos de conforto;

f) Fontes de ondas nocivas; objetos inertes: trata-se de ondas nocivas abstratas;

Para este estudo foi observado o item (e) que trata da forma e disposição geométricas, materiais e elementos de conforto.

3.2 Análise do clima

Considerando o conceito de Köppen e Geiger (2007), a oscilação de temperaturas presente no clima tropical de altitude, que predomina nas partes altas do Planalto Atlântico do Sudeste, estendendo-se pelo Norte, traz desconforto dos habitantes por conta da amplitude térmica anual entre 7ºC e 9ºC, [...], sendo que, anualmente, as temperaturas médias descem para menos de 23°C e os índices pluviométricos aumentam. No inverno, as frentes frias podem provocar geadas. De acordo com Ross (2005), os climas classificados como Cwa e Cwb (clima temperado com inverno seco e verão quente ou temperado, respectivamente) apresentam o mesmo índice pluviométrico do clima tropical de altitude (figura 1). A cidade de Gonçalves, no Estado de Minas Gerais, apesar de estar dentro da classificação do clima tropical de altitude, tem suas características particulares, apresentando um clima quente e temperado, com pluviosidade nos meses mais secos, baixa temperatura no inverno e temperatura média anual de 16,1ºC (tabela 1).

Tabela 1 – Temperatura da cidade de Gonçalves, Minas Gerais

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Temperatura média (°C)	18.8	18.7	17.9	16.3	13.8	12.6	12.5	14.1	15.8	17	17.8	17.8
Temperatura mínima (°C)	14.1	14	12.9	10.5	7.4	6	5.6	7.2	9.6	11.5	12.9	12.9
Temperatura máxima (°C)	23.6	23.5	23	22.1	20.3	19.2	19.4	21.1	22.1	22.6	22.7	22.8

(fonte: https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/minas-gerais/goncalves-24924/)

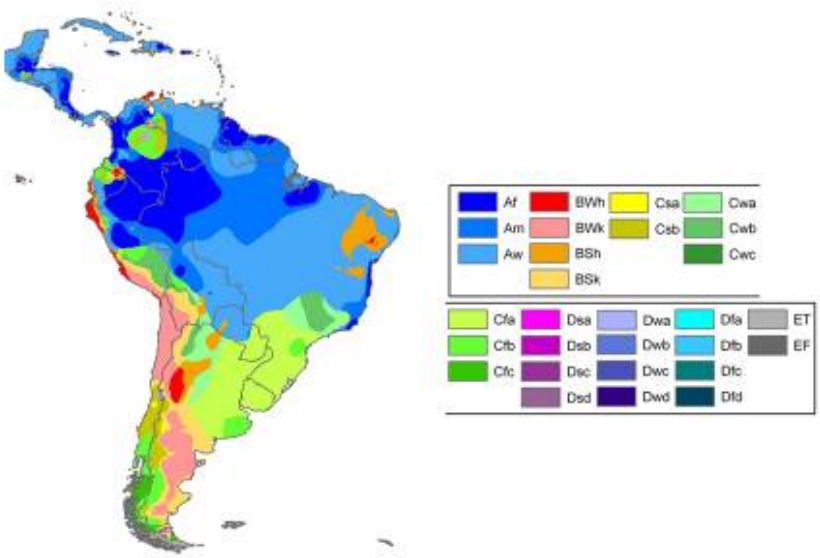


Figura 1 - Tipos de clima (Köppen-Geiger, 2007)

3.3 Conforto térmico

Para se ter conforto na edificação, os elementos naturais devem ser observados e utilizados na forma de trazer para o interior do espaço construído o melhor de sua potência. Van Lengen (1997, p.270) sugere “evitar que o calor entra pelo Norte e não se perca pelo Sul”. Confirmada a área da construção estabelecida como clima tropical de altitude, a orientação da casa em relação ao sol também é muito importante, pois as janelas voltadas para o sul costumam esfriar o ambiente, sendo que uma abertura voltada para o norte torna-se um elemento de aquecimento.

> [...] “O calor também não deve escapar pelo teto, já que o ar quente tende a subir. Devemos fazer um teto ou forro isolante, e a parede que dá para o sul deve ter poucas aberturas. O sol esquenta os quartos ao entrar pelas janelas que dão para fachada norte. A parede isolante impede a perda rápida de calor” (Van Lengen, 1997, p.270)

Em zonas frias, é preciso esquentar as edificações, de acordo com Van Lengen (1997, p.268) “[...]Para esquentar a casa é importante não deixar entrar o frio que vem de fora e não deixar sair o calor das casas”

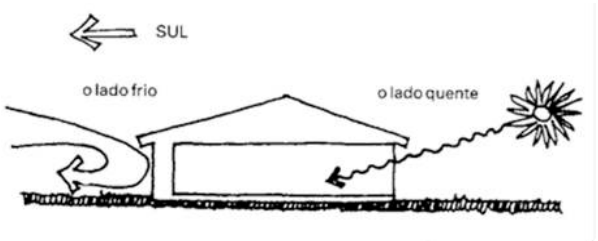


Figura 2 - Hemisfério Sul como referência (Van Lengen, 1997, p.270)

Em algumas épocas do ano faz calor, portanto, no verão, o calor não deve entrar e no inverno o calor não deve sair dos cômodos (figura 3).

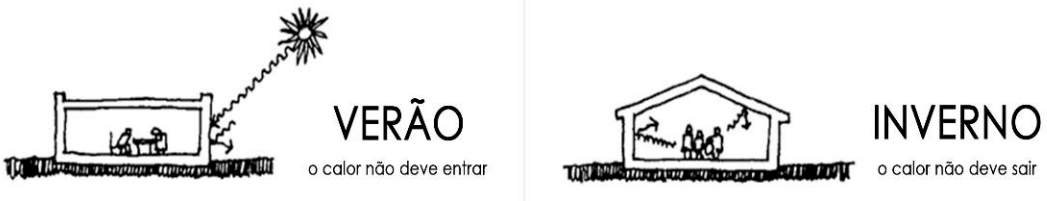


Figura 3 - O calor e as estações (Van Lengen, 1997, p.268)

Segundo Van Lengen (1997, p.268), “nas zonas frias as paredes devem resistir ao frio”.

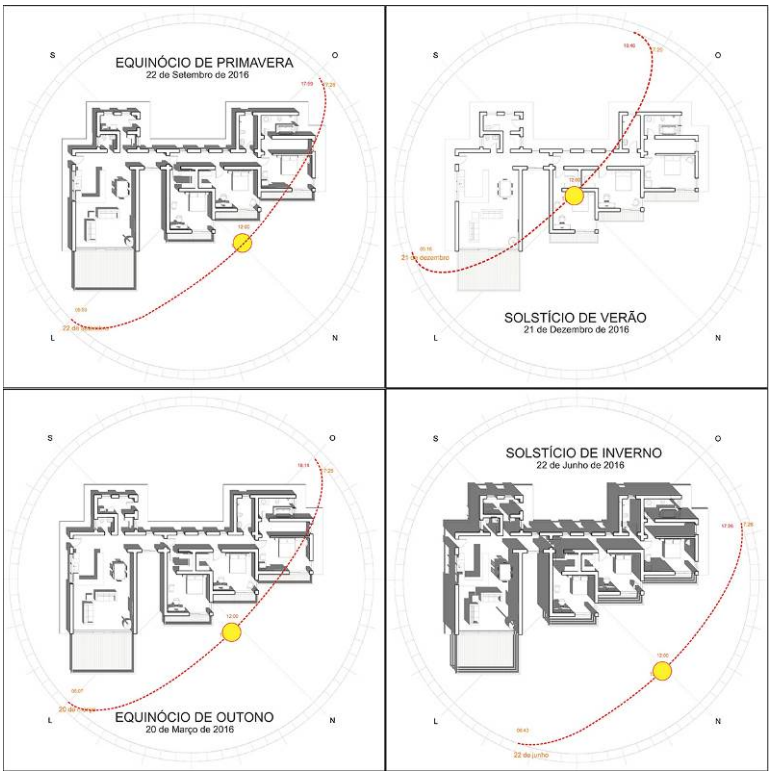


Figura 4 - Estudo solar do objeto do artigo (Projeto Instituto Etno)

Como pode ser observado no estudo solar, no solstício de inverno, o sol entra na construção de forma agradável, fazendo o papel de aquecer o ambiente e trazer luz natural plena, observa-se no projeto da edificação boa parte das aberturas e vãos se dá na direção norte, para aproveitamento da luz solar. Já no solstício de verão, o sol é inibido em seu interior, permanecendo assim o ambiente mais fresco, sem deixar a edificação ficar insalubre.

3.4 Materiais e construção

a) Impermeabilização biodegradável

Trata-se de um aditivo a base de óleos e resinas vegetais, desenvolvido para estabilização de solos utilizados na pavimentação de estradas, ruas, pátios de estacionamento e industriais, aeroportos, taludes, lagoas e diversos ramos da construção civil[1].

> Na década de 50, a malha rodoviária de São Paulo era quase toda, constituída por estradas de terra. Na época das chuvas, muitos trechos tornavam-se intransitáveis. Por outro lado, na época da seca, as nuvens de poeira provocavam desconforto e acidentes. [...] Uma das técnicas utilizadas era a de desmanchar as casas de cupim que margeavam as estradas e aplicar nos pontos críticos este solo naturalmente estabilizado pela baba de cupim. A observação deste fenômeno levou engenheiros a estudar e desenvolver um produto em laboratório, que fosse capaz de substituir a secreção que o cupim produz para envolver os grãos do solo e estabilizá-los. A idéia básica é aproveitar o solo local, cujo uso não seria indicado para pavimentação e incorporar o DS-328 de tal forma a dotá-lo das qualidades necessárias para constituir as camadas do pavimento (A tecnologia, s.d., s.p.)

Uma das principais vantagens da utilização do produto é que o solo tratado com o agente impermeabilizante reduz a absorção de água, ascensão capilar e o poder de sucção. Sendo que, este item teve como base de estudo a “baba de cupim”, além de ser totalmente eficiente, é previsto como líquido não tóxico, corrosivo ou inflamável, além de não agredir o

[1] Desenvolvido no Brasil por Dynasolo com o nome comercial DS-328®

meio ambiente. Foi adicionado na proporção de 1:500 na fabricação do adobe utilizado e na argamassa de assentamento.

b) Adobe

Apesar da construção em adobe ter registros desde a antiguidade e aqui no Brasil utilizado desde o período colonial, caiu praticamente em desuso. Em áreas rurais, principalmente no nordeste do país, vem sendo empregado novamente, assim demonstrando o potencial dessa técnica construtiva. Segundo Corrêa (2013), as qualidades de conforto térmico e do baixo consumo de energia fazem com que esse material seja a cada dia mais utilizado.

Nesse artigo foi incorporado ao adobe um produto impermeabilizante no qual contribui para sua maior eficiência. Segundo os resultados apresentados por (Corrêa 2013), os adobes produzidos com o impermeabilizante foram comparados com o adobe sem estabilizante. Os adobes foram submetidos a ensaios físicos de contração linear, capilaridade e absorção de água, com cálculo de perda de massa e densidade aparente. Os resultados comprovaram que a interação solo-partículas “baba de cupim sintética” reduziu a absorção de água, contração, a capilaridade e perda de massa dos adobes. A densidade média diminuiu em 12% e a resistência a compressão aumentou em 90%.

Assim no estudo do projeto arquitetônico foi utilizado um adobe com dimensões 27,5x12,5x7,5 centímetros com características superiores aquele produzido apenas com solo e água, assentado a uma vez (figura 5), com argamassa cuja mistura foi sete partes de terra para uma de cal.

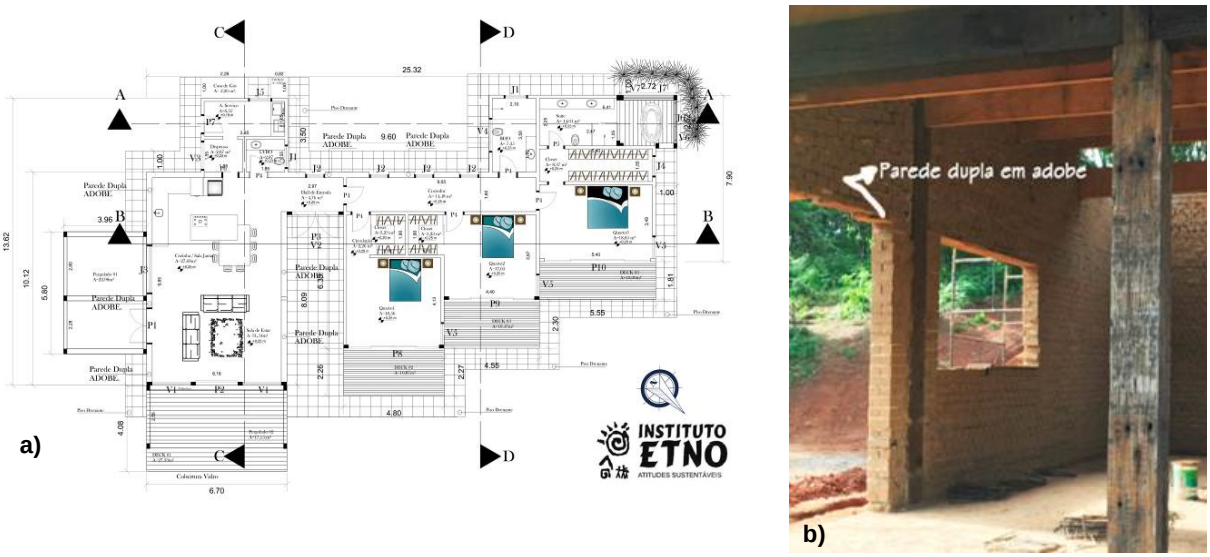


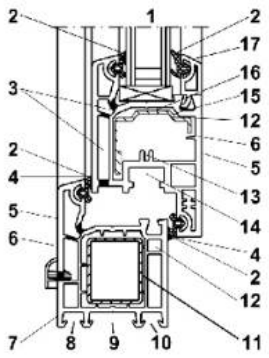
Figura 5 - Edificação unifamiliar: a) especificação parede dupla de adobe; b) execução da parede dupla de adobe (crédito: M. Marques, 2017)

c) Esquadria de policloreto de vinila (PVC)

Em relação às aberturas, o vento frio não só entra nos cômodos, mas também tira o calor ao passar pelas frestas, portanto é importante que todas as portas e janelas tenham um bom sistema de vedação, para que o ar quente não escape, especialmente no inverno.

No estudo em questão foi definido o uso da esquadria de PVC, apesar de tradicionalmente ser usado na arquitetura de terra esquadrias de madeira. Porém a esquadria de PVC (figura 6) possui gaxetas especiais (formulação ATPK ou de Teflon), conferindo maior vedação do ambiente por suas características de aderência superficial.

Desta forma, conclui-se que esse material constitui um bom elemento a ser incorporado nas construções em terra.



2- Borrachas sintéticas EPDM, resistentes e interpéries do meio ambiente, com alta resistencia ao envelhecimento, com a vantagem de estar aparente apenas nos 3 mm entre os perfis.

4 - Duplo isolamento com borracha entre o caixilho e a folha (Esquadria oscilobatente e Maxim-ar).

Figura 6 - Esquadria oscilobatente (Weiku, 2017)

d) Vidro de controle solar e eficiência energética

Pode-se dizer que, em partes, o vidro insulado termorregulador (figura 7), segundo Guardian Sunguard, (s.d., p.8), “é composto de duas lâminas de vidro seladas nas bordas separadas por uma câmara de ar, tem um impacto significativo no consumo de energia”. A aplicação desse envidraçamento no projeto de arquitetura foi adotada para evitar investimentos na instalação de sistemas de refrigeração.



Figura 7 - Representação e esquema do vidro insulado termorregulador (Guardian Sunguard, s.d., p.8-9)

De acordo com Guardian Sunguard, (s.d., p.13) “O envidraçamento ‘ideal’ transmitiria luz visível do sol e refletiria ou bloquearia toda a energia ultravioleta e infravermelha”. Sendo estas as características identificadas no vidro de controle solar e eficiência energética, que trabalham questões de conservação de energia, vedação e do conforto. Podendo ser observadas (figura 9 e 10) a atuação em curvas espectrais em substratos de vidro incolor e verde (figura 8).

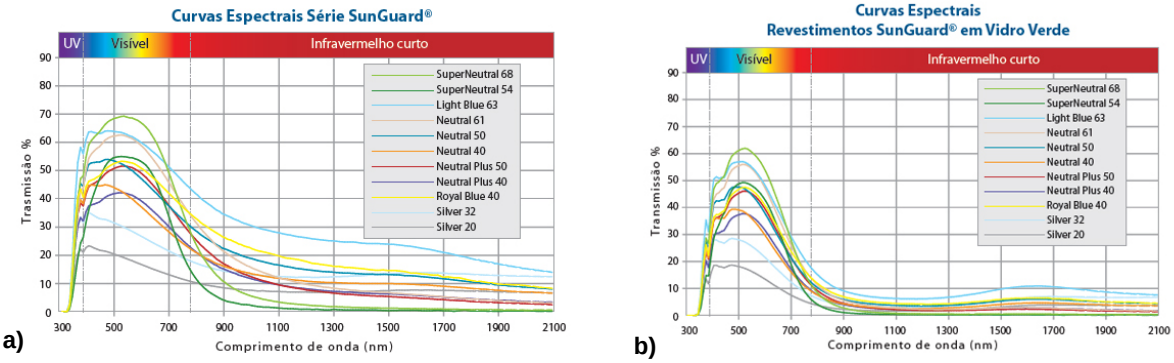


Figura 8 – Curvas espectrais: a) vidro incolor; b) vidro verde (Guardian Sunguard, s.d., p.13 e 14)

Como demonstram os gráficos da figura 8, a transição porcentual de calor é menor no vidro verde, que representa a escolha esta feita no estudo em questão, pois ele proporciona o controle da luminosidade natural e calor e bloqueia parte dos raios ultravioleta e infravermelho, além de ter o isolamento térmico e acústico essenciais para manter a

estabilidade do clima no interior, proporcionando para os moradores conforto constante anual

e) Sistema de calefação solar

O sistema de calefação solar é aplicado pelo piso radiante desenvolvido para oferecer vantagens sobre outros tipos de aquecimento. Sattari e Farhanieh (2006) defendem a utilização do piso radiante para aquecimento no âmbito de atingir um eficiente conforto térmico para os ocupantes em conjunto dos objetos que se encontra em contato. Geralmente indicado para espaços de grandes dimensões, qualificando sensação a fisiologia humana, este sistema pode ser executado por cabos elétricos ou tubos de água incorporados diretos na laje impermeabilizada.

No projeto unifamiliar, foi utilizado o modelo de piso radiante hidráulico por tubos de água incorporados diretos na laje impermeabilizada, em toda edificação (sala conjugada, sanitários, lavabo, despensa lavanderia, corredor e dormitorios), conferindo assim uma distribuição de temperatura homogênea, impedindo que o calor escape pelo solo, melhorando o bem-estar dos habitantes (figura 9). Nesse enquadramento, todo o sistema de piso radiante hidráulico executado no projeto envolve diversos elementos, como:

- Sistema de fornecimento de água quente: caldeiras bombas de calor, sistema solar;
- Sistema de abordagem e controle da distribuição de água;
- Sistemas clássicos: um sistema de armazenagem de calor/ transferência de calor, dado por lajes de concreto ou argamassa, percorrido pelo sistema de tubagem de água quente: minimizar as perdas de calor para o chão ou para estruturas adjacentes do edifício (o objetivo é, obviamente, que o calor seja transferido para o pavimento, e através deste para o ar ambiente, e que não se perca).
- Um tipo de pavimento que não coloque entraves à transferência do calor armazenado nas placas para o ar ambiente.



Figura 9 – Instalação e detalhe do sistema de piso radiante hidráulico

Van Lengen (1995, p. 274) afirma que o “piso funciona como um intercâmbio de calor”, pois ele recebe, guarda e transmite do calor. ”

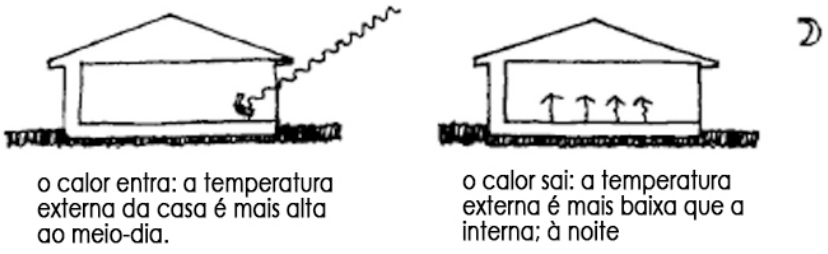


Figura 20 - Intercâmbio de calor (Van Lengen, 1997, p. 274)

Outro elemento é o calor do teto. Van Lengen (1997) defende que a forma da casa, a posição das janelas e a inclinação do teto ajudam a captar o calor.

No sentido de aproveitar a grande indecência solar e o baixo índice pluviométrico do inverno na localização do terreno, foi utilizado um teto de vidro (figuras 11) orientado dentro de um estudo solar, no qual o sol incide no outono e inverno numa dupla parede de adobe e por refração aquece a casa.

Como o clima tropical de altitude também conta com verão intenso o estudo solar garante, que apesar do sol incidir até às 16 horas, esse calor não é totalmente transferido devido a qualidade térmica dos vidros e das grandes aberturas de vãos projetada no corredor.



Figura 31 – Corredor com teto de vidro na edificação unifamiliar (crédito: A. Caninéo, 2017)

4. CONCLUSÕES

Apesar da construção em adobe ter registros desde a antiguidade, no Brasil é considerada desde a sua colonização, principalmente nas áreas rurais e em todo o nordeste do país. A utilização da técnica vem crescendo, sendo empregada nas edificações atuais e escolhida justamente pela sua qualidade térmica, consumo mínimo de energia e economia, prezando assim pela consciência ambiental e conforto térmico.



Figura 12 – Foto final da edificação unifamiliar (crédito: A. Caninéo, 2017)

Analisando os resultados obtidos neste estudo, concluiu-se que é de suma importância o conhecimento do clima local para a escolha dos materiais que serão implantados na

construção, descrevendo o potencial da terra, por meio do adobe, que junto as tecnologias inovadoras, se obtém o conforto térmico dentro de uma edificação, definido como sensação de bem-estar para o ser que habita.

Foi verificado através dos recursos utilizados, que o controle térmico no interior da edificação se mantem constante ao longo de todas as estações do ano, mesmo nas oscilações das temperaturas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A tecnologia da baba de cupim na construção civil. Dynasolo, DS-328®. Disponível em http://dynasolo.com.br/ds328s.htm

Bueno, M. (1995). O grande livro da casa saudável. São Paulo: ed. Roca

Corrêa, A. A. R. (2013). Incorporação de partículas lignocelulósicas e "baba de cupim sintética" no adobe. Tese de doutorado. Lavras: Universidade Federal de Lavras. Disponível em http://prpg.ufla.br/_ppg/ct-madeira//wp-content/uploads/2012/07/ANDREA-APARECDIDA-RIBEIRO-CORREA-Tese.pdf

Guardian Sunguard (s.d.). Manual técnico build with light. Disponível em: http://www.sa.pt.sunguardglass.com/cs/groups/sunguardsouthamerica/documents/web_assets/gi_002781.pdf

Ross, J. (2005). Geografia do Brasil. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.

La Maya, J. (1994). Medicina da habitação: como detectar e neutralizar as ondas nocivas para recuperar o bem-estar e a vitalidade. São Paulo: Ed. Roca.

Peel, M. C., Finlayson, B. L., and McMahon, T. A.: Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification, Hydrol. Earth Syst. Sci., 11, 1633-1644, https://doi.org/10.5194/hess-11-1633-2007, 2007.

Pires, A. L.; Saez, J. (2006). Geobiologia: a arte do bem sentir. São Paulo: ed. Triom,

Sattari, S., Farhanieh, B. (2006). A parametric study on radiant floor heating system performance. Renewable Energy, Elsevier, v. 31 (10), p. 1617-1626

Schimd, A. L. (2005). A Ideia de conforto: reflexões sobre o ambiente construído. Curitiba: Ed. Pacto Ambiental

Van Lengen, J. (1997). Manual do arquiteto descalço. Rio de Janeiro: TIBÁ-Instituto de Tecnologia Intuitiva e Bio-Arquitetura

Weiku (2017). Catálogo técnico. Disponível em http://www.weiku.com.br/Arquivos/1004171550240WEIKU_CATALOGO_TECNICO_2017.pdf

AGRADECIMENTOS

O autor agradece pela dedicação e empenho de sua trainee Ariani Caninéo.

AUTORA

Maria Ines Marques da Cunha, arquiteta e urbanista; Presidente do Instituto Etno – bioarquitetura, educação e cultura; foi instrutora pelo Tibá (Tecnologia intuitiva e Bioarquitetura); Conselheira da Secretaria do Patrimônio Histórico da cidade de Paraisópolis – MG; Arquiteta de Terra; Mestranda pela Universidade de Taubaté em Ciências Ambientais; Membra da ABMTENC.

TERRA BRASIL 2014

Viçosa - Minas Gerais

PROCESSOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM

TerraBrasil 2018
Território e trabalho: a produção da arquitetura com terra no Brasil
VII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Rio de Janeiro-RJ (Brasil), 30 de outubro a 2 de novembro de 2018
http://redeterrabrasil.org

A ABORDAGEM PRÁTICA NA DISSEMINAÇÃO DE TÉCNICAS E SABERES DA CONSTRUÇÃO COM TERRA

Daniel Marostegan e Carneiro

Faculdade de Arquitetura, UFBA - Universidade Federal da Bahia, Brasil, daniel@teia.org.br

Palavras-chave: ensino,-teoria-prática, canteiros-experimentais, arquitetura com terra

Resumo

Embora as construções com terra tenham comprovadas vantagens no que se refere aos custos, impactos ambientais e conforto, esse potencial parece subaproveitado quando se verifica a pequena porcentagem de construções com terra em relação ao montante total de construções no Brasil. Este artigo tem como foco discutir formas de inserção dos conhecimentos técnicos relacionados às construções com terra no currículo formal das escolas de arquitetura, com a perspectiva de fomentar maior disseminação destes conhecimentos entre futuros profissionais. A disseminação de saberes e técnicas de construção com terra nas escolas de arquitetura insere-se em uma questão maior, que se refere ao ensino tecnológico na área, e que em sua maioria ocorre a partir de uma abordagem mais teórica do que prática. A metodologia almejada deveria partir da relação intrínseca entre teoria e prática, o que se alinha a algumas experiências minoritárias, tais como os canteiros experimentais. Atualmente, nas poucas escolas que inserem a terra como material de construção dentro dos conteúdos obrigatórios, na maior parte das vezes isso ainda ocorre por uma abordagem teórica, atingindo resultados pouco expressivos. As experiências de ensino tecnológico no campo da arquitetura que envolvem abordagens práticas apresentam avanços no que se refere à relação ensino-aprendizagem e ao aumento do interesse dos estudantes pelo tema das tecnologias e materiais como a terra, contribuindo para a formação de arquitetos aptos a enfrentar os desafios tecnológicos da profissão, que correspondem a técnicas e sistemas construtivos ambientalmente adequados, com conforto térmico e acústico e economicamente viáveis. O argumento deste artigo relaciona a inserção da terra como material de construção nos conteúdos obrigatórios dos cursos de arquitetura, com uma abordagem prática, que proporcione a melhor instrumentalização do estudante, para que este se sinta capaz de utilizar a terra em seus projetos e obras.

1 INTRODUÇÃO

O presente artigo é uma aproximação preliminar da discussão sobre a disseminação das técnicas e saberes da construção com terra nas escolas de arquitetura e urbanismo, tendo em vista que estas parecem ser um importante vetor para a ampliação do uso da terra como material de construção no Brasil, já que se trata de espaços educacionais que atuam para a formação de técnicos que poderiam, ao se tornar profissionais, reunir as capacidades para construir com terra.

Essa abordagem ganha importância quando se percebe que embora as construções com terra tenham comprovadas vantagens no que se refere aos custos, impactos ambientais e conforto – se comparada com a utilização de outros materiais industrializados mais disseminados –, esse potencial parece subaproveitado quando se verifica a pequena porcentagem de construções com terra em relação ao montante total de construções realizadas atualmente no Brasil.

A grande acessibilidade deste material comprovadamente adequado à construção, contrasta com a escassez em que se verifica grande parte das construções habitacionais nas cidades brasileiras; tal paradoxo se destaca como um importante desafio a ser enfrentado pelos profissionais da construção. De maneira geral, é possível apontar como alguns dos obstáculos para a maior utilização da terra na construção civil brasileira: os interesses econômicos envolvidos no setor, a escassez de mão de obra capacitada para construir com

terra e a falta de conhecimentos específicos entre os arquitetos formados para trabalhar com o material.

Embora todos os aspectos citados sejam importantes objetos de estudo, entre muitos outros, a abordagem sobre o tema aqui proposto estará dedicada à formação de arquitetos e urbanistas capazes de se dedicar à construção com terra no Brasil. Para tanto, faz-se necessário entender a formação destes profissionais no campo dos materiais e tecnologias construtivas de forma geral. Para a abordagem deste debate pedagógico discutem-se algumas experiências que reúnem métodos teóricos e práticos, e que vêm sendo denominadas como canteiros experimentais, pedagógicos ou didáticos.

A partir destas experiências, que procuram reunir atividades teóricas e práticas na formação dos arquitetos e urbanistas, apresentam-se reflexões e apontamentos que pretendem contribuir para a maior inserção da terra como material de construção na prática profissionais.

1.1 Entraves à disseminação da terra como material de construção no Brasil

São muitos os aspectos que precisam ser considerados nas discussões em torno da disseminação do uso da terra como material de construção. Aspectos estes que vão desde o processo histórico de inserção da terra nas construções realizadas em território nacional no período colonial (Santiago, 2001), passando pelo progressivo e paulatino abandono do material em função da disseminação de materiais industrializados, chegando na conformação atual, em que a terra é considerada, em muitos meios construtivos, como um material pouco propício à construção.

Alguns desses muitos aspectos que impactam o uso da terra na atualidade têm relação com processos históricos, e mostram-se como desafios a serem enfrentados por aqueles que pretendem ampliar o uso desse material nas construções brasileiras. Um importante entrave, que não pode ser subestimado, ~~se~~ relaciona-se aos interesses comerciais em torno do mercado da construção civil, envolvendo materiais e tecnologias muito lucrativas e que movimentam uma parcela considerável da economia nacional. Os grandes interesses envolvidos no setor atuam fortemente no sentido de construir um imaginário de que a boa construção é aquela que utiliza materiais industrializados, depreciando o uso da terra como material arcaico e pouco adequado à produção de uma construção habitável (Portella et al., 2015).

As possibilidades de manuseio direto de materiais não industrializados e de fácil acesso por parte da população na construção de suas casas aparecem como um horizonte a ser combatido pelos interesses industriais da construção; essa disputa entre indústria de materiais de construção e a adoção de técnicas vernáculas pela população ocorreu em outros cantos do mundo (Fathy, 1982) e também no Brasil. Um exemplo dessa disputa se verifica na associação enganosa entre o uso da técnica mista - entramado de madeira e vedação de terra - e a proliferação do inseto conhecido como “barbeiro”, hospedeiro da doença de Chagas. Tal associação até os dias de hoje influencia muito a visão popular sobre o construir com terra no país, visto que foi por muito tempo argumento disseminado por orgãos governamentais.

Parece possível identificar que o avanço destes discursos produzidos pela indústria da construção e em alguns momentos reproduzidos pelo governo - intencionado em fortalecer a industrialização e o desenvolvimento do país – geraram uma espécie de senso comum entre a população, que passa a não reconhecer a terra como um bom material de construção, já que a associa à escassez de recursos financeiros, situação indesejada para as suas moradias e para a sua vida. O que se verifica é a conformação de um imaginário popular no qual se percebe as construções com terra como simbolos do atraso, uma condição que se deseja superar em prol da utilização de materiais industrializados, ou seja, um terreno fértil para o desenvolvimento dos interesses comerciais da indústria da construção.

Os impactos desse imaginário negativo sobre o uso da terra, somados às novidades dos materiais industrializados, à propaganda massiva das indústrias, acarretaram, ainda, na

perda de muitos conhecimentos tradicionais sobre as maneiras de construir com terra, técnicas e saberes que ao longo do tempo eram transmitidos popularmente de geração em geração, e que, pela grande desvalorização que sofrem deixam de ser trasmitidos e se perdem no tempo. Esse quadro histórico de interrupção na transmissão das técnicas e saberes configura atualmente como raridade, entre os trabalhadores da construção, aqueles que tem experiência em construir com terra, o que caracteriza o atual quadro de escassez de mão de obra capacitada para o uso deste material.

No caso de profissionais formados em arquitetura e urbanismo, percebe-se que este mesmo ciclo de questões que se relacionam à construção de um imaginário negativo e à escassez de construtores capacitados para o uso da terra configura, conjuntamente com o pouco ou nenhum espaço dado para a terra enquanto material de construção dentro dos conteúdos obrigatórios dos cursos de formação dos referidos profissionais (Faria; Beltrame; Alonge, 2016), uma sobreposição de dificuldades que precisam ser enfrentadas e que acabam por inviabilizar muitas vezes a produção da arquitetura e construção com terra (ACT) no país.

Entende-se, portanto, que a formação atual dos arquitetos e urbanistas deve ser considerada parte dos entraves para o desenvolvimento da ACT no Brasil, isso porque a formação na área, em grande parte das vezes, dedica-se à consolidação de um perfil profissional voltado para o atendimento das demandas do mercado da construção, o que significa, entre muitas outras questões, a utilização e a disseminação de materiais industrializados. O paradigma de “formação para o mercado” impacta diretamente a formação tecnológica na área e os critérios de escolha dos materiais pelos profissionais, representando mais um elo de dificuldades para o uso de materiais não industrializados, o que, de certa forma, justifica a falta de conhecimentos sobre o uso da terra como material de construção em boa parte das escolas de arquitetura.

Nas últimas décadas, como parte das diversas linhas de pensamento decorrentes do movimento ambientalista que ganha corpo na década de 1990 em várias partes do mundo, a pauta dos impactos da construção civil se desenvolve fortemente, e é a partir daí que se verifica um novo ciclo de valorização do uso da terra como material de construção, com uma retomada sistemática da produção de conhecimentos, projetos e novas construções com terra, que se articulam em torno do novo paradigma da sustentabilidade (Neves; Faria, 2011). Hoje, mesmo que ainda bastante minoritária em termos de volume de produção, o interesse dos jovens profissionais sobre o assunto é crescente; entretanto, ocorre que as estruturas curriculares, na maior parte das vezes, ainda operam sobre o paradigma do mercado da construção e da disseminação do uso de materiais industrializados: é nesse contexto que aparecem como promissoras as novas abordagens pautadas pela interação entre a teoria e a prática para o uso da terra como material de construção nas escolas de arquitetura.

2 OBJETIVO

Este artigo tem como foco discutir formas de inserção de saberes e técnicas relacionadas à ACT no currículo formal das escolas de arquitetura, com a perspectiva de fomentar maior disseminação destes conhecimentos entre técnicos formados, para que estes se fortaleçam como importante vetor de ampliação do uso da terra como material de construção no Brasil.

Esse objetivo parte do entendimento de que os arquitetos e urbanistas recém-formados agregam pouco conhecimento e experiência em construção de uma forma geral, e, ainda mais, em construção com terra. Essa ausência de contato com a construção, os materiais e as tecnologias, são identificadas aqui como lacunas na formação destes profissionais. Lacunas estas que acabam favorecendo o uso dos materiais industrializados mais disseminados e que são de conhecimento geral entre os trabalhadores da construção, visto que, para introduzir materiais e tecnologias pouco conhecidas pelos trabalhadores, serão exigidos dos técnicos proponentes conhecimentos construtivos e acompanhamento contínuo da execução, exigências nem sempre necessárias quando do uso de materiais e técnicas mais disseminadas.

Nesse sentido, o que se percebe é que, em função da conjuntura brasileira, o desafio da condução técnica de uma construção com terra está muito distante da formação dos arquitetos e urbanistas, que pouco contato têm até mesmo com os saberes e técnicas mais disseminados entre os trabalhadores da construção, o que dirá daqueles relacionados à construção com terra. Dessa forma, o novo profissional, mesmo que queira e tenha a oportunidade de utilizar a terra, acaba esbarrando numa gama de incertezas, dificuldades e imposições que são reais limitadoras dos seus avanços no uso deste material.

3 ESTRATÉGIA METODOLÓGICA

A segmentação entre teoria e prática não deve ser entendida como um mal necessário para a produção científica do conhecimento, isso porque embora se possa considerar a existência de conhecimentos eminentemente teóricos e outros eminentemente práticos, é inegável que em muitos casos os conhecimentos tem seu grande potencial exatamente na conexão entre a teoria e a prática.

3.1 Conexão entre teoria e prática

É importante abordar a relação intrínseca entre teoria e prática, ou entre prática e teoria, de forma a explicitar que a abordagem prática não prescinde da abordagem teórica, muito pelo contrário, ambas abordagens são complementares de forma que, analisadas ou realizadas em separado, se configuram como análises ou realizações parciais, e portanto, incompletas. A partir desse entendimento é que a afirmação da abordagem prática nas escolas de arquitetura se coloca como necessidade preemente, frente a uma realidade educacional eminentemente teórica, e que tem nessa condição parcial uma grande lacuna a ser trabalhada no sentido de qualificar o ensino de arquitetura no país.

Esta reflexão se dá a partir das experiências de ensino tecnológico que interagem atividades e conhecimentos práticos com os conhecimentos teóricos nas escolas de arquitetura e urbanismo (Ronconi; Neto, 2016), reunindo experiências distintas de práticas construtivas promovidas pelas universidades que corroboram com um histórico de reconexão entre o projeto e a obra como um conjunto de potenciais e conhecimentos, que, a um só tempo, aproximam o saber científico do saber fazer prático, proporcionando a interação entre conhecimentos científicos e práticos, complementando a formação de estudantes e docentes sobre a prática profissional de arquitetura e urbanismo. Nesse sentido, pretendem, sobretudo, contribuir para a construção de um processo formativo que tenha como princípio a interação entre teoria e prática, visto que ambas as abordagens são aqui entendidas como importantes partes de um mesmo processo.

O entendimento educativo aqui aportado baseia-se nas teorias pedagógicas de Freire (1982) e Freinet (1996), através das quais se evidencia a importância do fortalecimento da relação entre teoria e prática no ensino de arquitetura e urbanismo. Ambos os teóricos citados têm aproximações, em sua produção, quanto à compreensão do trabalho como objeto transformador do mundo, de onde deriva a perspectiva educativa transformadora. E é exatamente na relação entre teoria e prática que incide a possibilidade para que os educandos “se assumam como seres do ‘que fazer’ — da práxis. Vale dizer, como seres que, transformando o mundo com seu trabalho, criam o seu mundo” (Freire, 1982, p. 17).

E é nessa relação entre o fazer e o refletir sobre o realizado que é possível identificar uma perspectiva de atuação dos arquitetos e urbanistas como potenciais agentes transformadores das construções e dos meios construtivos. Segundo esses teóricos da educação, sem esse vínculo entre o aprender e o fazer, entre o fazer e o aprender, ou entre o fazer aprendendo e o aprender fazendo - que implica na reflexão contínua sobre o ato realizado -, não se encontra alternativa de transformação.

À luz desse entendimento pedagógico, se faz possível identificar os conteúdos de ensino e aprendizagem sobre o uso da terra como material de construção na formação de arquitetos e urbanistas e potencializá-los através de ações formativas que façam interagir teoria e

prática, e com isso constituir a perspectiva de transformação das condições atuais de produção de ACT de modo mais amplo.

3.2 O canteiro como espaço de interação entre teoria e prática

A disseminação de saberes e técnicas relacionadas a ACT nas escolas de arquitetura se insere em uma reflexão mais ampla, que se refere ao ensino tecnológico na área, no qual se percebe de maneira geral uma abordagem predominantemente teórica, em detrimento de abordagens mais práticas (Neto, 2007). Essa característica da formação de arquitetos e urbanistas parece favorecer determinados perfis de atuação profissional que se ocupam mais diretamente no desenvolvimento de projetos em escritórios do que no acompanhamento das construções em si, no desenvolvimento dos aspectos construtivos, nos materiais e nas técnicas envolvidas.

Dentro do campo profissional essa é também uma questão histórica, que vem se desenvolvendo desde o surgimento dos primeiros cursos de arquitetura no país, e que se relaciona com a cisão do ensino de arquitetura e de engenharia, estando no bojo do distanciamento entre áreas que deveriam ser mais articuladas, visto que se complementam (Lopes, 2014). Tal questão tem, como pano de fundo, a relação entre o canteiro (construção) e o desenho (projeto), que academicamente são muitas vezes consideradas como etapas estanques, em que o início de uma depende do término da outra, o que se afasta muitas vezes da relação real entre ambas (Ferro, 2006), que deveriam ser entendidas como duas partes, entre outras, de um mesmo processo, que envolve idas e vindas e não corresponde necessariamente a um cronograma linear (Barros; Sakurai, 2016).

No que se refere ao ensino tecnológico na área de arquitetura, a metodologia almejada deveria partir da relação intrínseca entre teoria e prática, proporcionando espaços em que a interação direta com materiais e tecnologias se colocassem como parte fundamental do aprendizado (Ronconi, 2002), que também passa pela abordagem de conhecimentos teóricos sobre os mesmos. Nesse sentido, é possível identificar algumas experiências minoritárias, que vêm se desenvolvendo há alguns anos em escolas de arquitetura, e têm sido denominadas como canteiros experimentais, canteiros pedagógicos ou canteiros didáticos (Minto, 2009)

O debate sobre as diferenças semânticas entre os termos empregados para denominar essas experiências parece importante, mas não é parte dos objetivos deste artigo. O que se pretende aqui é o escrutínio dos ganhos de aprendizagem e de interesse dos estudantes para as questões que envolvem o uso dos materiais e tecnologias construtivas a partir das abordagens práticas, e a partir disso o apontamento do equilíbrio necessário entre atividades práticas e teóricas nas atividades de ensino envolvendo materiais e tecnologias de construção direcionados para estudantes de arquitetura e urbanismo.

As iniciativas que embasam essa reflexão vêm se desenvolvendo desde, ao menos, o final dos anos 1990 e início dos anos 2000 em diferentes faculdades de arquitetura do país, entre as quais vale destacar, pela sua sistemática, a experiência do canteiro experimental na FAUUSP; tais experiências vem comprovando avanços no que se refere ao ensino tecnológico no campo da arquitetura e urbanismo. (Ronconi, 2005) O próprio autor deste artigo participou, primeiramente como discente e posteriormente como docente, de algumas experiências de canteiros experimentais, pedagógicos e didáticos em escolas de arquitetura e urbanismo no interior do estado de São Paulo – Instituto de Arquitetura e Urbanismo/USP - São Carlos[1], Faculdade de Arquitetura e Urbanismo/UNIARA[2] - Araraquara – e, mais

1 Participação enquanto discente, no ano 2000, na coordenação e execução de um canteiro autogestionário dentro da Faculdade de Arquitetura destinado à construção da sede da Secretaria Acadêmica de Arquitetura e Urbanismo – SAAU. Participação em 2005 como profissional e monitor do Canteiro Escola do IAU/USP, projeto que envolvia estudantes de arquitetura e de engenharia, além de profissionais da construção civil.

2 Experiência de ativação do Canteiro Pedagógico da Faculdade de Arquitetura da UNIARA, nos anos 2015 e 2016, no qual parte das atividades didáticas das disciplinas: Materiais e Tecnologias Construtivas I e II ocorriam em sala e outra parte no canteiro, com o desenvolvimento de diversas atividades práticas, entre elas a construção de uma alvenaria em técnica mista de terra.

recentemente, na Faculdade de Arquitetura da UFBA[3]. Em tais iniciativas, que tiveram como parte de seus objetivos abordar uso dos materiais e tecnologias de construção, percebeu-se um grande diferencial no que se refere ao envolvimento e aprendizagem dos estudantes no comparativo às abordagens teóricas tradicionais.

Nessas experiências, mesmo as técnicas e materiais construtivos mais disseminados geraram grande interesse nos estudantes, visto que, muitas vezes, antes de participarem das atividades nos canteiros eles haviam tido pouca ou nenhuma experiência prática manejando tais técnicas e materiais. O que se percebe, nesses casos, é o desenvolvimento de uma compreensão mais complexa do significado e da relação entre aquilo que se desenha no projeto e o que se constrói, no sentido do entendimento da materialidade envolvida na execução das ideias expressas no desenho, o que envolve não só os materias e tecnologias em si, suas características físicas e funcionamento estrutural e mecânico, mas também as operações humanas necessárias para a aplicação e utilização desses materiais e tecnologias.

Os diversos processos e as dificuldades de execução de um determinado desenho trazem para a reflexão dos estudantes complexidades que são dificilmente abordadas em aulas expositivas sobre o tema. Isso envolve não só as características físicas e químicas dos materiais empregados, mas a conformação do seu uso no canteiro, que passa pelas condições climáticas, pelo entendimento dos fazeres e saberes dos trabalhadores da construção, da sequência de procedimentos, da implicação entre eles, dos fluxos de transformação dos materiais, dos aspectos táteis, ergonômicos, de esforço físico e de salubridade que estão imbricados nas definições de projeto e nas escolhas das técnicas e dos materiais.

No que se refere aos materiais menos disseminados na construção, principalmente aqueles que apresentam perspectiva de ganhos ambientais - entre os quais se destaca a terra -, o que se percebe é que existe, por parte dos estudantes, ainda mais interesse no manuseio e conhecimento prático dos mesmos. Tais atividades podem envolver o conhecimento da classificação da terra de acordo com sua composição, testes empíricos para classificação do material, a escolha da melhor técnica a ser utilizada em função das características do solo encontrado, os saberes e fazeres envolvidos nas diferentes técnicas e a execução das mesmas. Novamente, para além dos conhecimentos do comportamento físico, estrutural e mecânico do material, de acordo com a técnica executada, se aborda as operações humanas que estão envolvidas na aplicação das mesmas e as condições de obtenção, armazenamento e manuseio do material.

No caso da ACT, percebe-se que a visualização e o manuseio da terra como parte das atividades didáticas colaboram diretamente para o entendimento dos processos envolvidos na utilização do material, permitindo maior apropriação dos envolvidos. O contato com diferentes amostragens de terra e os testes de classificação empíricos permitem uma boa apreensão da variedade de questões que precisam ser levadas em conta para o uso deste material na construção, tais conhecimentos embora possam e até devam ser abordados de forma teórica, se não ocorrerem também de forma prática se colocam como menos produtivos na relação ensino aprendizagem.

Especificamente no ensino tecnológico para a ACT nas escolas de arquitetura e urbanismo percebe-se que os ganhos de aprendizagem da abordagem prática parecem alcançar ainda mais importância, isso se dá em função daquela caracterização apresentada anteriormente nesse texto, na qual se percebe uma quantidade pouco significativa de construções com terra e de conhecimentos técnicos disseminados nos meios da construção. Nessas condições, os arquitetos que pretendem construir com terra necessitam minimamente

3 Proposição e realização de disciplinas optativas de Práticas Construtivas na Faculdade de Arquitetura da UFBA, no ano de 2017 e 2018. Essa experiência pretende contribuir para a consolidação de um canteiro experimental permanente nesta faculdade, que deva reunir atividades de diferentes disciplinas obrigatórias e optativas. Entre as atividades já realizadas nesse contexto se destacam: experimentações com alvenaria de tijolo maciço cozido, a produção de adobes e a execução de alvenaria de adobe.

conhecer e experimentar o material e as técnicas, de forma que possam se apropriar desses saberes e técnicas para adotá-los em suas obras, visto que dificilmente encontrarão no mercado oportunidades de interagir com esses saberes, como muitas vezes ocorre no uso dos materiais industrializados mais disseminados.

A defesa da abordagem prática para a disseminação da terra como material de construção dentro das escolas de arquitetura se baseia nas condições atuais do mercado da construção, e na insuficiência da inserção de conteúdos teóricos relacionados à terra nas estruturas dos cursos, visto que o ensino de ACT tratado apenas de forma teórica acaba atingindo resultados pouco expressivos no que se refere à formação de arquitetos que se sintam seguros para utilizar a terra como material de construção em seus projetos e obras.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As experiências de ensino tecnológico no campo da arquitetura que envolvem abordagens práticas vem apresentando avanços no que se refere à relação ensino-aprendizagem (Ronconi, 2005), ao mesmo tempo que interagem com o aumento do interesse dos estudantes pelo tema das técnicas e saberes da ACT. Esses resultados não significam que os conteúdos abordados praticamente prescindem de abordagens teóricas, mas sim que ambas as abordagens se complementam e, por isso, deveriam participar dos conteúdos obrigatórios da referida formação.

O que se percebe é que determinados processos de aprendizagem e apreensão se dão de forma facilitada a partir do contato prático e da experimentação das técnicas e dos materiais, e nesse sentido, parece necessária a busca por uma proporção mais adequada entre atividades teóricas e práticas, em se tratando do ensino tecnológico do uso da terra como material de construção. Essa característica complementar das abordagens se aplica de forma bastante significativa no caso específico da terra, muito em função do grande afastamento dos estudantes do uso desse material e o pouco convívio dos mesmos com obras que utilizem esse material, tendo muitas vezes em seu repertório construtivo apenas materiais industrializados mais disseminados, já que estes são os materiais utilizados na grande maioria dos exemplos apresentados em sala de aula e encontrados no seu convívio cotidiano.

A mudança desse repertório, a diversificação das referências e das técnicas e materiais possíveis de serem utilizados, se coloca como parte importante dos objetivos daqueles que pretendem tornar o padrão construtivo brasileiro mais adequado do ponto de vista da redução dos impactos ambientais. O que se sugere aqui, a partir das experiências de canteiros experimentais, é que a ampliação e diversificação desse repertório não conseque lograr impacto real na produção dos jovens arquitetos se a abordagem utilizada for apenas teórica ou majoritariamente teórica. No caso da utilização de técnicas e materiais como a terra, para além de apresentar e discutir exemplos de utilização, do uso histórico do material ou ainda de tratar de suas características físicas, químicas e mecânicas se faz necessário abordar a utilização prática do mesmo, de forma a efetivamente instrumentalizar os estudantes das possibilidades de uso, visto que não conseguem ter contato com o uso desse material apenas por observação da realidade que os circundam.

O que se percebe nas abordagens teóricas de diversificação do repertório construtivo é por um lado o deslumbramento e grande curiosidade dos estudantes em relação às outras possibilidades de construir, e por outro alguma frustração por não existirem nos seus cursos espaços de desenvolvimento dos conhecimentos necessários para a apropriação e aprendizagem dessas outras tecnologias, de forma que as atividades teóricas de ampliação de repertório se apresentam limitadas, visto que muitas vezes são entendidas como exemplos inatingíveis em função das condições objetivas de produção no mercado da construção brasileiro.

A proporção entre atividades práticas e teóricas pode e deve variar de acordo com o contexto e as condições de cada implementação de ensino tecnológico do uso da terra como material de construção, mas o que parece certo é que no caso das escolas de

arquitetura essas iniciativas partam da premissa de interação entre as duas abordagens: prática e teórica, na perspectiva de consolidar uma relação ensino aprendizagem mais complexa.

5 CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

A disseminação dos saberes e técnicas relacionados a ACT, sendo aqui considerado um enfoque importante no ensino tecnológico das escolas de arquitetura e urbanismo, passa por dois momentos distintos, sendo eles: o primeiro que se refere a inserção da terra como um material que faça parte do currículo formal das escolas, visto que em muitos casos as abordagens dos materiais dentro das escolas se destinam exclusivamente àqueles industrializados; o segundo que diz respeito à necessidade de uma abordagem que envolva teoria e prática no ensino da terra como material de construção, já que quando ocorre apenas de forma teórica, não proporciona que os estudantes e recém formados se sintam capazes de construir com este material.

A lacuna no que se refere às técnicas e saberes construtivos se apresentam de forma mais ampla nas escolas de arquitetura, onde é possível identificar muitos jovens arquitetos que saem das escolas sem saber construir ou tendo baixíssimo contato com o meio da construção. Essa situação configura que os primeiros anos de atuação dos arquitetos sejam o momento real de aprendizado sobre várias questões relacionadas à construção que não são apreendidas nas dinâmicas em sala de aula. O reconhecimento dessa lacuna nos processos formativos dos arquitetos tem gerado iniciativas ainda minoritárias, mas que vem se desenvolvendo em alguns cursos no Brasil: os canteiros experimentais, pedagógicos ou didáticos.

Essas iniciativas de abordagens práticas no ensino tecnológico de arquitetura têm logrado ganhos nas relações ensino aprendizagem, no aumento do interesse dos estudantes sobre os temas ligados à tecnologia e na apropriação dos mesmos sobre os materiais e técnicas abordados. O entendimento expresso aqui relaciona a inserção da terra como material de construção dentro dos conteúdos obrigatórios dos cursos de arquitetura, com uma abordagem prática, que porporcione a instrumentalização do estudante, para que este se sinta capaz de utilizar a terra em seus projetos e obras, inclusive capacitando mão de obra para realizar seus projetos, quando for este o caso. Tendo em vista a adequação e a disponibilidade do material para lidar com as demandas construtivas brasileiras, tais como: técnicas e sistemas construtivos ambientalmente adequados, com bom conforto térmico e acústico e que sejam economicamente viáveis.

Essa tendência de abordagem prática, que relaciona atividades teóricas e práticas, no ensino tecnológico nas faculdades parece ter grande relevância quando se analisa a disseminação do uso da terra como material de construção. Isso porque os arquitetos recém formados, ao pretenderem construir com terra, terão que ser muito mais capazes do ponto de vista técnico do que quando construirem com técnicas e materiais industrializados mais disseminados, e isso se dá por muitos aspectos, mas passa essencialmente pela falta de contato cotidiano com o uso desse material por todo o setor da construção, entre eles: fornecedores de materiais, usuários das construções, construtores e outros técnicos.

Nessas condições, muitas vezes construir com terra se torna um desafio muito mais complexo do que construir com materiais industrializados bastante disseminados, e é exatamente no sentido de potencializar esse uso e tornar esse desafio algo mais palpável ao enfrentamento pelos jovens profissionais, que se entende que a abordagem prática, assim como descrita nesse artigo, é um importante caminho para a disseminação das técnicas e saberes da construção com terra nas escolas de arquitetura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barros, G.; Sakurai, T. (2016). Os enfoques racional e reflexivo e sua relação com a gestão de projeto em arquitetura. 16º Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. São Paulo. Anais... Porto Alegre: ANTAC. p. 2601-2611

Faria, O. B.; Beltrame, A. de S. D.; Alonge, F. A. (2016). Breve panorama do ensino e pesquisa sobre arquitetura e construção com terra no Brasil. VI Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil. TerraBrasil 2016. Anais... Bauru: Terra Brasil/UNESP. p. 267-278

Fathy, H. (1982). Construindo com o povo: arquitetura para os pobres. Editora Forense Universitária

Ferro, S. (2006). Arquitetura e trabalho livre. São Paulo, Cosacnaify

Freire, P. (1982). Ação cultural para a liberdade e outros escritos. São Paulo: Paz e Terra

Freinet, C. (1998). A educação pelo trabalho. São Paulo: Martins Fontes

Lopes, J. M. de A. (2014). Quando menos não é mais: tectônica e o ensino tecnológico da arquitetura e do urbanismo. III Encontro Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. São Paulo. Disponível em https://www.anparq.org.br/dvd-enanparq-3/htm/Artigos/ST/ST-NPNT-005-5-LOPES.pdf

Minto, F. C. N.. (2009). A experimentação prática construtiva na formação do arquiteto. Dissertação de mestrado. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, USP

Neto, J. de P. (2007) O ensino de arquitetura como agente transformador da prática profissional. Dissertação de mestrado. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais

Neves, C.; Faria, O. B. (org.). (2011) Técnicas de construção com terra. Bauru: FEB-UNESP/PROTERRA. Disponível em <http://www.redproterra.org>

Portella, A. J. F.; Silva, B. D.; Toselho, M. E. C.; Simões, R. D. (2015). Arquitetura de terra - processo histórico. II Encontro de Ensino, Pesquisa e Extensão. Presidente Prudente. Coloquium Humanarum, v. 12, n. Especial, p.182-189. Disponível em http://www.unoeste.br/site/enepe/2015/suplementos/area/Humanarum/Arquitetura%20e%20Urbanismo/ARQUITETURA%20DE%20TERRA%20-%20PROCESSO%20HIST%C3%93RICO.pdf

Ronconi, R. L. N. (2002). Inserção do canteiro experimental nas faculdades de arquitetura e urbanismo. Tese de doutorado. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, USP

Ronconi, R. L. N. (2005). Canteiro experimental: uma proposta pedagógica para a formação do arquiteto e urbanista. Revista do Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAUUSP, n. 17. p. 142-158

Ronconi, R. L. N.; Neco, M. C. (2016). Ensino em canteiro experimental: construção de uma taipa pigmentada. VI Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, TerraBrasil 2016. Anais... Bauru: Terra Brasil/UNESP. p.325-334

Santiago, C. C. (2001). O solo como material de construção. Salvador: Edufba

AGRADECIMENTOS

O autor agradece a Thaís Troncon Rosa pelo apoio para o desenvolvimento das atividades docentes e a Akemi Tahara pelo envolvimento na parceria que se desenha em torno de abordagens práticas do ensino na FAUFBA.

AUTOR

Daniel Marostegan e Carneiro, doutorando em arquitetura e urbanismo, mestre em metodologia de ensino; arquiteto e urbanista; professor da Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal da Bahia (FAUFBA). Tem experiência na área de assessoria técnica a grupos populares organizados. Se dedica ao desenvolvimento de abordagens práticas no ensino de forma a interagir saberes científicos e populares. Currículo completo: http://lattes.cnpq.br/2143112952254153

A IMPORTÂNCIA DE PUBLICAR SOBRE TERRA

Filipe Jorge

Editora ARGUMENTUM, rede PROTERRA, filipejorge@argumentum.pt

Palavras-chave: arquitectura e construção com terra, cadernos construção com terra

Resumo

Apresenta e comenta as edições publicadas dedicadas à arquitetura e construção com terra no ano em que a Editora ARGUMENTUM cumpre 25 anos de atividade, com uma memória muito viva, um percurso atento de trabalho e edição especializada. Cronologicamente, cita as 22 edições publicadas nos últimos 13 anos, desde 2005, quando a Editora lançou o primeiro livro dedicado à arquitetura e construção com terra. Informa algumas das particularidades de cada edição, o que distingue a sua excelência; relaciona as obras com seus respectivos autores e editores. Conclui que a ARGUMENTUM privilegiou um modo de produção bibliográfica que envolve a parceria com uma organização existente em determinado país ou região que convoca autores e editora de modo a divulgar o conhecimento atualizado e amplo na arquitetura e construção com terra. Apresenta as referências bibliográficas das publicações citadas.

1. INTRODUÇÃO

A importância de publicar sobre terra está na mobilização de novos públicos para esta causa e também na revelação de temas inéditos. Ao celebrar 25 anos de actividade, a editora ARGUMENTUM recorda o resultado de seu percurso de edição especializada. Nos últimos 13 anos, desde 2005, promoveram-se, desenvolveram-se e concretizaram-se 22 edições publicadas em vários idiomas: português, espanhol, inglês e francês, tendo sido algumas delas bilingues.

O desafio inicial para a publicação de temas sobre arquitetctura e construção com terra surgiu em conjunto com o desejo de vários profissionais em conseguir reunir numa obra todo um vasto conjunto de experiências adquiridas no decurso de anos de práticas, de ensino e de investigação. Como motivação e tendências, nas opções de edição, prevaleceram fundamentalmente quatro tipos de critérios: a) actas de conferências ou seminários; b) estudos e trabalhos, individuais ou coletivos, de relevante interesse técnico e profissional; c) a abertura da coleção “Cadernos de Construção com Terra”; e, d) a publicação de livros de referência com estudos aprofundados em várias regiões do mundo (Europa, Médio Oriente e América Latina) ou o incontornável “Arquitetura para os pobres” de Hassan Fathy.

Com um breve histórico dos resultados alcançados, relata-se cronologicamente o caminho percorrido pela ARGUMENTUM na missão de oferecer informação e prazer aos leitores, curiosos e especialistas, em edições preparadas por autores e editores internacionalmente reconhecidos. Mesmo sendo edições especializadas, são publicações que procuram ser acessíveis aos vários públicos, e primam por ser edições esteticamente cuidadas e com textos e imagens originais e representativas.

2. HISTÓRICO

O início das publicações ARGUMENTUM sobre a arquitectura e construção com terra, em 2005, teve a sua maior motivação partilhada com a ambição de vários profissionais em querer dar divulgação às suas respectivas obras já desenvolvidas; por outro lado, sentia-se o convergir da consciência de que já era o tempo de exprimir a importância que vários estudos pluridisciplinares revelavam no panorama profissional e académico.

O primeiro livro publicado "Arquitetura de terra em Portugal" (2005), edição bilíngue em português e inglês, teve a enorme importância de reunir pela primeira vez em Portugal, numa obra, toda uma panorâmica de reflexões técnicas e disciplinares de autores reconhecidos que desejavam a cumplicidade de uma publicação que os representasse[1] (figura1).

A apresentação deste livro vai coincidir com a publicação do primeiro livro de actas, "Terra em seminário" (2005), especialmente concretizado para o IV Seminário Ibero-americano de Construção com Terra (SIACOT) e III Seminário de Arquitectura de Terra em Portugal (ATP), realizado em 2005, em Monsaraz, Portugal.

Seguiram-se em 2006 a edição de dois livros com as comunicações de duas conferências: "Terra em forma de construir", no cruzamento de abordagens de arquitectura, antropologia e arqueologia, e outro livro com a compilação de seis encontros internacionais, realizados em Itália, Espanha, Portugal, França e Marrocos sob o título "Houses and cities built with earth – Conservation, significance and urban quality", suportado pelo Programa Cultura 2000 da União Europeia, iniciando-se assim um percurso com vocação e parceiros internacionais.

No ano seguinte, em 2007, iniciou-se uma colecção dedicada à arquitectura tradicional com a publicação de dois estudos de arquitectura de terra, fruto de teses de mestrado, focados sobre territórios localizados no Alentejo, a região de Portugal com maior tradição de construção com terra: "Taipa no Alentejo/Rammed earth in Alentejo" e "Arquitectura de terra em Avis".

Nesse ano é ainda publicado o livro de atas "Terra em seminários 2007", com artigos apresentados no V ATP, e também comunicações do I Seminário Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, TerraBrasil 2006, realizado em Ouro Preto, Brasil, cujo evento corresponde a primeira conferência dum ciclo bianual iniciado em 2006, sendo este primeiro em parceria com o IV ATP.

Em 2008 aprofunda-se a iniciativa editorial plurinacional com a co-edição (com a *Cultur-Lab Editions* – Bélgica) de "Terra Incógnita– Discovering and Preserving European Earthen Architecture", manual para o conhecimento e a manutenção da arquitectura em terra na Europa, publicado em duas edições distintas, inglesa e francesa[2] (figura 2).

Produto de um trabalho colectivo de reconhecidos *experts* nas abordagens técnicas, ambientais e culturais, "terra incógnita" resulta de um processo onde é evidente o crescente reconhecimento dos métodos de trabalho de reabilitação e das tradições da arquitectura de terra na Europa Ocidental.

Um projeto internacional é por natureza uma abertura no contexto territorial e no universo temático. Por isso 2009 foi um ano muito importante na realização de edições marcantes para a bibliografia internacional: "Art of building in Yemen", uma referência única de metodologia e estudo baseados numa extraordinária e persistente recolha documental, ilustrando a realidade alargada do Yemen unificado (figura 3).

"Arquitectura para os pobres" de Hassan Fathy, (2009), referência maior do estudo da construção com terra é editado, pela primeira vez, em formato álbum, dando ênfase e valorização ao acervo fotográfico original. Nesse ano assinala-se os 40 anos da sua primeira edição, no Cairo, e assinalando os 20 anos da morte do seu autor (figura 3).

Em 2010, volta a editar-se um novo livro de actas, com cerca de 300 páginas, compilando o conteúdo do 6.º ATP e do 9.º SIACOT.

Em 2014, numa co-edição com *TC Ediciones*, é publicado "La restauración de la tapia en la Península Ibérica", que trata de um abrangente trabalho de investigação sobre o restauro da taipa em Património Monumental (figura 4).

[1]Arquitectura de terra em Portugal contou com a participação de 54 atores reunidos pela Associação Centro da Terra (CdT)

[2]Conteúdos reunidos sob a coordenação científica de Hubert Guillaud



Figura 1. Publicação ARGUMENTUM 2005

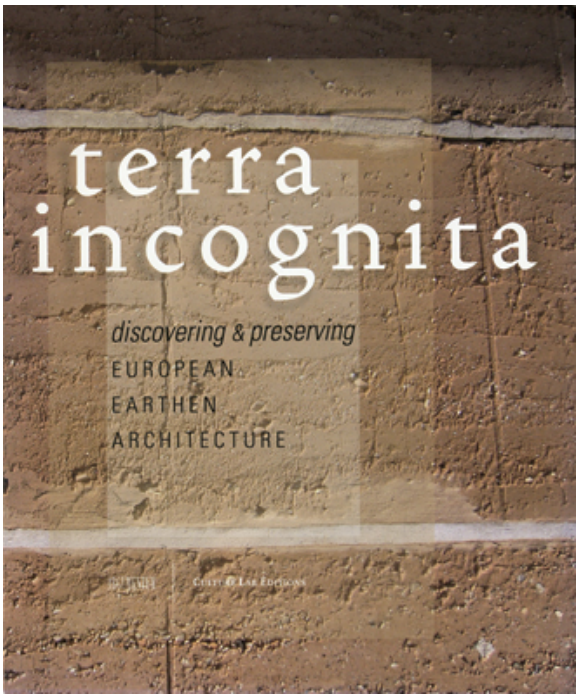
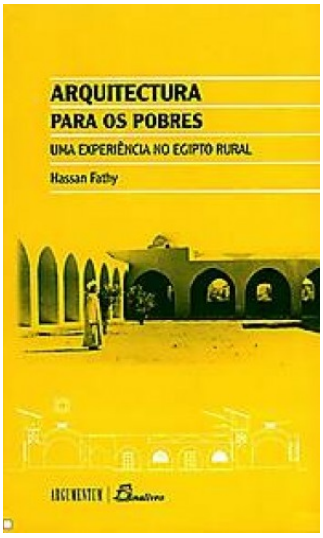


Figura 2. Publicação ARGUMENTUM 2008



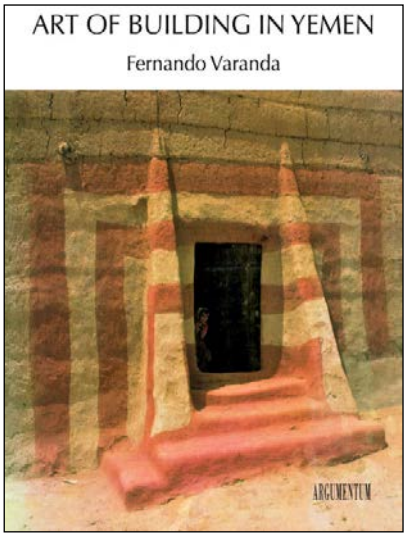


Figura 3. Publicações ARGUMENTUM 2009



Figura 4. Publicação ARGUMENTUM 2014

Em 2014, é também publicado o livro “Terra, Palha, Cal / Earth, Sraw, Lime” com foco nos ensaios de antropologia sobre materiais de construção vernáculos em Portugal, uma leitura importante das transformações operadas no uso destes três materiais de obra.

Em 2015 realiza-se uma exposição evocativa da obra da arquitecta Teresa Beirão, falecida nesta época, que consagrou sua vida à construção com terra, percorrendo um caminho de grande entendimento das tradições construtivas, mas também de contemporaneidade conceptual. Para esta exposição, que ilustra uma obra exemplar, produz-se um catálogo.

De seguida é publicado o livro “Arquitetura Tradicional no Mediterrâneo Ocidental” no qual são reunidas todas as intervenções do 1º Congresso internacional com o mesmo nome, realizado em Mértola, Portugal.

Neste ano inicia-se uma nova coleção denominada “Cadernos de Construção com Terra”, especificamente dedicada à identificação das diversas técnicas, cujo volume introdutório,

publicado em português e espanhol, denomina-se “Técnicas de Construção com Terra”. No ano seguinte publica-se “O Adobe”, o segundo volume desta coleção (figura 5).



Figura 5. Cadernos de Construção com Terra, 2015 e 2016

Em 2012, aconteceu o importante evento Terra 2012 em Lima, Peru, organizado pela *Pontifícia Universidad Católica del Perú* e ICOMOS/ISCEAH, com apoio da Rede Ibero-americana PROTERRA. Em 2016, ARGUMENTUM lança, na conferência Terra Lyon 2016, a publicação “Terra 2012/12th SIACOT – *Proceedings*” contendo as 50 principais comunicações da conferência de 2012, especialmente traduzidas em inglês (figura 6).

No final desse ano é publicada uma das mais relevantes obras do catálogo ARGUMENTUM, e que constitui um muito importante trabalho sobre terra do universo latino-americano. A publicação “Arquitectura de tierra en América Latina”, coeditada com a rede PROTERRA, reúne artigos de 84 autores e contempla todos os 19 países da América Central e do Sul, apresentando uma visão global e actual de todo o continente (figura 7).

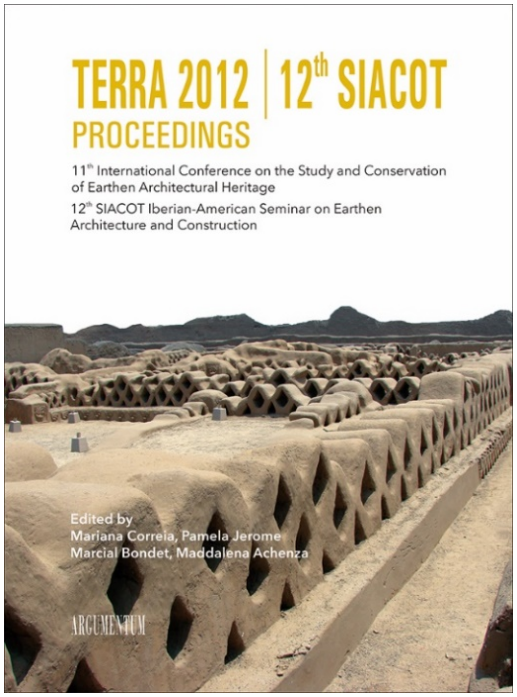


Figura 6. Terra 2012/12th SIACOT – Proceedings, ARGUMENTUM 2016

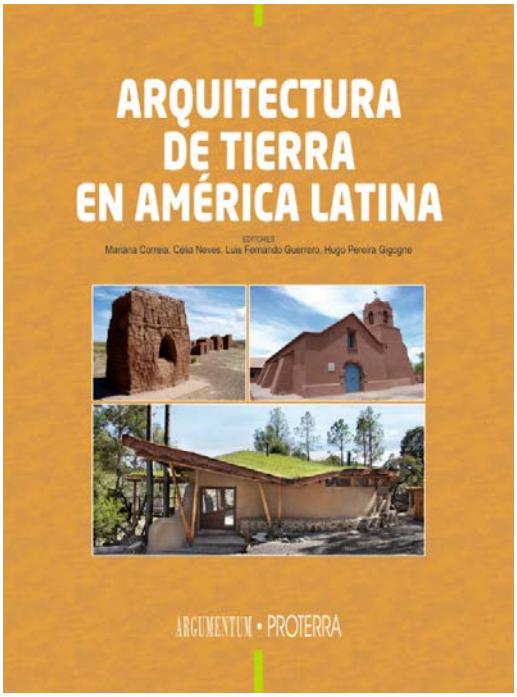


Figura 7. Publicação ARGUMENTUM/PROTERRA 2016

Em 2017 publica-se o livro “Tap-Tap – Guia didáctica de actividades infantiles de sensibilización hacia la arquitectura de tierra” sob a coordenação de docentes da Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valência (ETSA).

Em 2018 é editado o primeiro livro sobre um território africano “Habitat y desarollo en el sur de Marruecos”, desenvolvido por docentes investigadores na ETSA, dedicado ao estudo tipológico e cultural da habitação rural num vale da região sul de Marrocos. Neste mesmo ano é também publicado o terceiro volume dos Cadernos, dedicado aos “Rebocos de Terra”.

3. RESULTADOS

As edições relativas à arquitetura e construção com terra publicadas pela ARGUMENTUM nos últimos 13 anos são apresentadas na tabela 1 juntamente com seus autores ou editores. De acordo com critérios adotados pela editora, foram publicados sete actas, seis estudos e trabalhos, quatro livros de coleção e quatro livros de referência.

Tabela 1. Relação das publicações e seus respectivos atores ou editores

Ano	Titulo	Autor/Editor
2005	Arquitectura de Terra em Portugal / Earth Architecture	Maria Fernandes, Mariana Correia, Filipe Jorge
	Terra em Seminário	Mariana Correia, Maria Fernandes, Filipe Jorge
2006	Terra: forma de construir	Mariana Correia, Vítor Oliveira Jorge
	Houses and cities built with earth – Conservation, significance and urban quality	Maddalena Achenza, Mariana Correia, Marco Cadimu, Amadeo Serra
2007	Taipa no Alentejo/Rammed earth in Alentejo	Mariana Correia
	Arquitectura de terra em Avis	Inês Fonseca
	Terra em Seminário 2007	Célia Neves, Humberto Varum, Maria Fernandes, Mariana Correia
2008	Terra Incógnita– Discovering and Preserving european earthen architecture	CRAterre-ENSAG; École d’Avignon; Escola Superior Gallaecia; Universidad Politécnica de Valencia; Universidade de Firenza
2009	Art of Building in Yemen	Fernando Varanda
	Arquitectura para os pobres. Uma experiência no Egito Rural	Hassan Fathy
2010	Terra em seminário 2010	Maria Fernandes, Mariana Correia, Filipe Jorge
2014	La restauración de la tapia en la Península Ibérica	Camila Mileto, Fernando Vegas
	Terra, Palha, Cal / Earth, Straw, Lime	Pedro Prista
2015	Arquitetura Tradicional no Mediterrâneo Ocidental	Miguel Reimão Costa, Susana Gómez Martinez, Vítor Ribeiro
	Técnicas de construção com terra. - 1º volume dos *Cadernos de construção com terra*	Miguel Rocha
	Técnicas de construcción con tierra. - 1º volume da coleção *Cuadernos de construcción con tierra*	Miguel Rocha, Félix Jové

Continua...

Tabela 1 (continuação). Relação das publicações e seus respectivos atores ou editores

Ano	Titulo	Autor/Editor
2016	O Adobe. 2º volume da coleção *Cadernos de construção com terra*	Maria Fernandes, Alice Tavares
	TERRA 2012 | 12º SIACOT – Proceedings	Mariana Correia, Pamela Jerome, Marcial Blondet, Maddalena Achenza
	Arquitectura de Tierra en América Latina	Mariana Correia, Célia Neves, Luis Fernando Guerrero, Hugo Pereira Gignone
2017	TAP-TAP: guia didáctica de actividades infantiles de sensibilización hacia la arquitectura de tierra	Camila Mileto, Fernando Vegas, Valentina Cristini, Lidia García-Soriano, Esther Blanco Tamayo
2018	Habitat y desarrollo en el sur de Marruecos “El khorbat en el oasis del Ferkla”	Teresa Gil-Piqueras, Pablo Rodriguez-Navarro,
	Rebocos de terra. 3º volume da coleção Cadernos de construção com terra	Paulina Faria, José Lima

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em síntese um caminho de 13 anos de iniciativas editoriais, materializado em 22 edições, publicadas em quatro idiomas, o que ilustra bem um caminho de grande esforço em conseguir acompanhar o desenvolvimento e o conteúdo das pequenas e grandes conferências publicando as suas actas completas no momento do início desses eventos.

Livros que surgem da síntese de relevantes experiências profissionais, que constituem exemplos, revelam segredos da terra e promovem atitudes de grande importância cultural e geracional.

Há que ressaltar que as publicações “Arquitectura de terra em Portugal” e “Arquitectura de tierra en América Latina” estabelecem uma forma de atuar *sui generis*, cujos resultados são significativos. A partir do interesse identificado entre a editora e uma organização ou grupo de especialistas, propõe-se a preparação de uma edição sobre a arquitetura e construção com terra em determinado país ou região do mundo. A organização assume o teor da publicação, identifica os editores que convidam autores a redigirem sobre determinado tema, previamente estabelecido. Com isso, garante-se a visão global no país ou na região. Após a revisão e editoração dos mais diversos capítulos preparados pelos autores convidados, a ARGUMENTUM formata e publica um livro original, actual, nas diferentes ópticas da arquitetura e construção com terra, com a participação de editores e autores internacionalmente reconhecidos.

A importância de publicar sobre terra centra-se essencialmente em quatro aspectos:

- a criação de interesse pela terra no âmbito alargado de públicos técnicos, através da promoção de títulos pedagógicos e temáticos;

- o interesse na divulgação de trabalhos e estudos inéditos recém concluídos;

- a fixação do teor de conferências e seminários;

- acima de tudo, a mobilização de grupos de trabalhos especializados que se estruturam especialmente para concretizar uma publicação de referência nesta temática.

PUBLICAÇÕES CITADAS

Achenza, M. Correia, M.; Cadimu, M. Serra, A. (eds) (2006). Houses and cities built with earth: conservation, significance and urban. Lisboa: ARGUMENTUM

Correia, M. (2007). Taipa no Alentejo. Rammed earth in Alentejo. Lisboa: ARGUMENTUM

Correia, M. Jerome, P.; Blondet, M.; Achenza, M. (eds). (2016). Terra 2012/ 12º SIACOT. 11th International Conference on the Study and Conservation of Earthen Architectural Heritage; 12th Iberian-American Seminar on Earthen Architecture and Construction. Lisboa: ARGUMENTUM

Correia, M. Jorge, V. O. (eds) (2006). Terra: forma de construir. Arquitectura. Antropologia. Arqueologia. 10ª Mesa-redonda de Primavera. Lisboa: ARGUMENTUM; Escola Superior Gallaecia

Correia, M.; Fernandes, M.; Jorge, F. (eds) (2005). Terra em seminário. IV Seminário Ibero-americano de Construção com Terra; III Seminário de Arquitectura de Terra em Portugal. Lisboa: ARGUMENTUM

Correia, M.; Neves, C.; Guerrero, L. F.; Pereira, H. G. (eds) (2016). Arquitectura de tierra en América Latina. Lisboa: ARGUMENTUM

Costa, M. R.; Martinez, S. G.; Ribeiro, V. (eds) (2015). Arquitetura tradicional no Mediterrâneo ocidental. 1º Congresso Internacional.Lisboa: Argumentum; Mértola: Campo Arqueológico

Faria, P.; Lima, J. (2018). Rebocos de terra. Cadernos de construção com terra, 3. Lisboa: ARGUMENTUM

Fathy, H. (2009). Arquitectura para os pobres. Lisboa: ARGUMENTUM

Fernandes, M.; Correia, M. (eds) (2005). Arquitectura de terra em Portugal. Lisboa: ARGUMENTUM

Fernandes, M.; Correia, M.; Jorge, F. (eds) (2010). Terra em seminário 2010. 9º Seminário Ibero-americano de Arquitectura e Construção com Terra. Lisboa: ARGUMENTUM

Fernandes, M.; Tavares, A. (20XX). Adobe. Cadernos de construção com terra, 2. Lisboa: ARGUMENTUM

Fonseca, I. (2007). Arquitectura de terra em Avis. Lisboa: ARGUMENTUM

Gil-Piqueras, T.; Rodriguez-Navarro, P. (2018). Habitat y desarrollo en el sur de Marruecos “El khorbat en el oasis del Ferkla”.

Mileto, C.; Vegas, F. (2014) (eds) La restauración de la tapia en la Península Ibérica Lisboa: ARGUMENTUM; Valencia: TC Editores

Mileto, C.; Vegas, F.; Cristini, V.; García-Soriano, L.; Blanco Tamayo, E. (2017). Tap-Tap: Guia didáctica de actividades infantiles de sensibilización hacia la arquitectura de tierra

Neves, C.; Varum, H.; Fernandes, M.; Correia, M. (eds) (2007). Terra em seminário 2007. V Seminário Arquitectura de Terra em Portugal; I Seminário Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, TerraBrasil 2006; IV Seminário Arquitectura de Terra em Portugal. Lisboa: ARGUMENTUM

Prista, P. (2014). Terra, palha, cal/Earth straw lime. Lisboa: ARGUMENTUM

Rocha, M. (2015). Técnicas de construção com terra. Cadernos de construção com terra, 1. Lisboa: ARGUMENTUM

Rocha, M.; Jové, F. (2015). Técnicas de construcción con tierra. Cuadernos de construcción con tierra, 1. Lisboa: ARGUMENTUM

Terra Incógnita discovering & preserving european earth architecture (2008). CRAterre-ENSAG; École d’Avignon; ESG/ Escola Superior Gallaecia; Universidad Politécnica de Valencia; Universidade de Florença (coord). Bruxelas: Culture Lab Editions, ARGUMENTUM

Varanda, F. (2009). Art of Building in Yemen. Lisboa: ARGUMENTUM

AUTOR

Filipe Jorge, arquitecto, fotógrafo e editor. Pós-graduado em Recuperação de Património Arquitetónico e Urbano, Universidade de Évora. Editor de temas de arquitectura, património e fotografia aérea. Membro das seguintes organizações: Ordem dos Arquitectos e Associação Centro da Terra (Portugal), do ICOMOS, da Rede Ibero-americana PROTERRA. Fundador, director e coordenador dos projectos da Editora ARGUMENTUM.

A CONSTRUÇÃO COM TERRA COM PROPÓSITO EDUCATIVO: O CASO DA NOVA OIKOS, SANTA CATARINA

Mildred Gustack Delambre[1]; Davide Chareun[1]; Cecília Heidrich Prompt[2]

[1]Nova Oikos Permacultura e Bioconstrução, Camboriú, SC, Brasil, nova.oikos@gmail.com

[2] Margem Arquitetura, arquiteturamargem@gmail.com

Palavras-chave: capacitação, bioconstrução, permacultura, ensino, aprendizagem

Resumo:

A arquitetura e construção com terra vem sendo promovida e desenvolvida de forma crescente no estado de Santa Catarina. É possível averiguar que um dos principais veículos de promoção são cursos e vivências que resgatam e desenvolvem técnicas de construção com terra sob a denominação de "bioconstrução". Tais eventos fornecem, primeiramente, a descoberta do material e a sensibilização ao contexto ecológico, em seguida, propiciam uma visão técnica que leva à credibilidade e segurança. Descreve-se e analisar o processo de aprendizagem decorrente da construção das edificações do espaço Nova Oikos, com foco nas abordagens de ensino e de sensibilização dos participantes. O objetivo desse trabalho é elencar informações sobre as metodologias de ensino visando fornecer dados para o desenvolvimento e ampliação das capacitações técnicas relacionadas à construção com terra. Foi realizado um levantamento arquitetônico das edificações, através de medições, fotos e acesso aos projetos arquitetônicos existentes. Junto aos registros dos organizadores dos eventos, foram levantados dados sobre as atividades propostas, tais quais: duração, dados de participantes, materiais utilizados, objetivos, resultados esperados e alcançados. Através de entrevistas a uma amostra de participantes, foram obtidas informações sobre as experiências pessoais de aprendizagem e capacitação, além de percepções sobre empoderamento. Finalmente, o relato dos educadores foi utilizado para identificar técnicas e abordagens de intervenção junto aos participantes. Obteve-se um panorama dos benefícios e contratempos dos aspectos construtivos em situações de aprendizagem e capacitação. As entrevistas aos participantes demonstraram satisfação e sentimento de empoderamento, com notória sensibilização a respeito de tecnologias de construção natural. Entre as diversas abordagens de ensino elencadas, observou-se o resultado eficaz daquelas que exploram os sentidos e a intuição, alinhados ao acompanhamento individual nas tarefas práticas. Considera-se importante a existência de locais voltados à difusão de tecnologias de construção com terra, a partir dos quais seja possível capacitar de maneira lúdica mas também profissional. Observa-se que a aprendizagem se efetua de maneira mais eficaz através da prática em canteiros de obras experimentais, quando é possível errar para acertar e aprender de maneira segura e orientada.

1 INTRODUÇÃO

A arquitetura e construção com terra (ACT) vem sendo disseminada através de diferentes meios. Em relação à pesquisa científica, Faria, Beltrame e Alonge (2016) realizaram o levantamento de 101 pesquisas na área da ACT, e refletem que a formação de profissionais pós graduados na área tem um potencial para a difusão do tema em instituições de ensino superior. Entretanto, a divulgação das técnicas de construção com terra atinge um público leigo que busca este conhecimento por afinidade com questões sociais e ambientais ou pela busca de um estilo de vida mais sustentável. A arquitetura com terra, além de possibilitar a idealização e a criação de espaços saudáveis e ecologicamente corretos, precisa trabalhar com o objetivo de desenvolver e capacitar o ser humano no sentido de criar e respeitar o seu meio, a sua casa.

Santos (2015, p. 48) relacionou a difusão das tecnologias com a ocorrência de cursos e capacitações na área da construção natural[1]. No estado de Santa Catarina, cursos de

[1] Amplamente divulgada como bioconstrução

capacitação para o público leigo são promovidos tanto por profissionais da área quanto por organizações vinculadas à permacultura. O formato das atividades varia entre cursos, oficinas e atividades em obra e são geralmente divulgados através de redes sociais[2].

O processo educativo que reflete estes cursos baseia-se na concepção de uma aprendizagem do fazer. De acordo com Dewey (1978) a educação é o resultado entre a interação e a experiência com o meio no qual o indivíduo está inserido, onde há um processo de re-construção e re-organização das experiências adquiridas que irão influenciar as experiências futuras. Com isto, é extremamente importante que o processo de aprendizagem seja espontâneo e criativo, pois o sujeito na interação com o ambiente é produtor e ao mesmo tempo produto desta relação dialética (Duarte, 2001).

Com base nestes princípios teóricos, a Nova Oikos é um espaço educativo que reflete os valores e a missão da permacultura e da bioconstrução enquanto movimentos ecologistas. Em específico, a Nova Oikos apresenta-se não só como um espaço físico, mas, em primeiro lugar, como um espaço virtual. Este, só existe através das pessoas que ali estão e durante o período que lá interagem. Assim, os cursos e as diferentes atividades que acontecem no espaço representam o motor deste projeto.

Desde a fundação do projeto foram privilegiadas atividades de cunho educativo, tais quais: cursos, vivências, *permaculture design course* (PDCs), voluntariados e oficinas práticas. Em todas estas experiências foram propostas formas de gestão que pudessem possibilitar ao participante a maior autonomia e liberdade possível, tentando fortificar sentimentos e valores, como a responsabilidade, coletividade, respeito e comprometimento. Este aspecto é o pilar que sustenta o projeto e reflete os princípios permaculturais, pois a finalidade educativa desejada foca na fortificação do indivíduo na sua pluridimensionalidade: biológica, psicológica e social.

A partir de um panorama rico e promissor das práticas da arquitetura com terra, faz-se necessário analisar o papel que estes conhecimentos teóricos e práticos atuam em relação ao processo de desenvolvimento e aprendizagem dos participantes em cursos de capacitação.

2 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é analisar os métodos de ensino e das formas de ensinar as práticas de construção com terra ao longo dos cursos. Em específico pretende-se observar, a partir dos *feedbacks* dos participantes, de que forma estes se sentiram empoderados ao final destas atividades e, assim, identificar a eficácia das dinâmicas e ferramentas educativas utilizadas nos cursos.

3 METODOLOGIA

O presente trabalho refere-se a uma pesquisa qualitativa, e tem como objetivo analisar e avaliar experiências educativas através de um estudo de caso envolvendo duas formações realizadas no espaço Nova Oikos. Segundo Yin (2001) o estudo de caso é uma investigação empírica, que observa o fenômeno a partir de seu contexto de vida real, especialmente quando os limites do fenômeno não estão delineados. Neste caso o foco da investigação diz respeito a uma situação tecnicamente única na qual há mais variáveis de interesse do que pontos de dados.

Tratando-se de um estudo de caso a partir de experiências de campo, utilizam-se instrumentos específicos para a coleta de dados, tais como: a observação direta, entrevista semiestruturada e a análise de documentos. De acordo com Yin (2001) o estudo de caso é extremamente eficaz para a compreensão dos fenômenos individuais, pois permite uma investigação para se preservar as características diversas e peculiares dos mesmos.

[2] Por exemplo, em: https://www.facebook.com/events/252218945322159/

3.1 Descrição das atividades realizadas nas formações

A partir deste quadro teórico introdutório, descreve-se as atividades desenvolvidas nos dois cursos promovidos pela Nova Oikos sendo: a) Formação 1, "Curso de Construções Ecológicas"; e, b) Formação 2, o primeiro módulo da "Formação Certificada em Bioconstrução".

a) Formação 1

O curso de construções ecológicas foi realizado no final de semana, em 17 a 19 de março de 2017. Os tópicos abordados de forma teórica foram: alicerces e estrutura, anomalias patológicas da construção com terra, técnicas de bioconstrução e da arquitetura vernácula (adobe, terra ensacada, taipa de mão, taipa de pilão*, cordwood* e COB), tipos de argamassas e seus componentes, e noções de bioclimática. As atividades práticas foram a produção de adobes, a execução de alguns metros corridos de terra ensacada, a produção de argamassas de terra, com cimento e com cal, além de um exercício prático de planejamento e gestão de obra. Tanto o conteúdo teórico quanto o prático foram realizados em 10 horas/aula cada.

O curso foi iniciado com a apresentação dos participantes, dos quais a maior parte eram estudantes universitários do curso de arquitetura, enquanto os outros exerciam atividades diversas e almejavam aplicar técnicas construtivas em projetos particulares.

Houve momentos de discussão e reflexão sobre os diferentes termos utilizados para os diferentes adjetivos e métodos de construção (construção sustentável, natural, ecológica, bioconstrução, autoconstrução), assim como sobre as técnicas construtivas.

Após as atividades práticas, os participantes foram solicitados a registrar traços, medidas, tempos e quantidades de materiais utilizados. Em exercício projetual e de gestão de obra, estes dados foram utilizados para que calculassem quantidades de material, tempo e custo do projeto idealizado pelos próprios participantes.

b) Formação 2: Módulo 1 da Formação Certificada em Bioconstrução

A formação certificada em bioconstrução consistiu em um curso de três módulos realizados com um intervalo de aproximadamente 30 dias. Os temas abordados foram arquitetura e construção com terra; uso da madeira na construção civil; uso do bambu na construção civil; saneamento ambiental; uso da água nas edificações; e, permacultura. O primeiro módulo contabilizou 35 horas/aula distribuídas em três dias e meio nos quais se intercalaram exposições teóricas e atividades práticas.

Os conteúdos teóricos foram: as propriedades e usos de materiais naturais e industrializados; o uso do bambu e da madeira na construção civil; histórico e técnicas tradicionais da arquitetura vernácula.

As atividades práticas envolveram o reconhecimento de solos conforme a cartilha de seleção de solos (Neves et al., 2009); o preenchimento de paredes de taipa de mão; manejo de bambuzal; revestimento de paredes de taipa com argamassas finas e argilas coloridas, demonstração das técnicas *cordwood* e taipa de pilão em moldes improvisados.

Aulas teóricas foram realizadas de duas formas. Primeiramente foram realizadas aulas teóricas participativas com utilização de bibliografia de referência. Neste módulo foram trabalhadas questões relativas às propriedades de materiais de construção. Em relação à construção com terra, foi trabalhado o tema dos estabilizantes utilizados nas técnicas construtivas.

Em seguida, foram realizadas atividades teóricas na qual a turma foi dividida em três grupos e, cada um, com ajuda de bibliografia disponibilizada, expôs, para todos os participantes, sua visão geral sobre alguma técnica com o uso de cartazes. No caso, as técnicas estudadas foram a taipa de pilão, adobe e taipa de mão.

Como forma de avaliar as atividades realizadas, solicitou-se que os participantes avaliassem o curso em relação ao aproveitamento na aprendizagem. Esta atividade foi parte constituinte do cronograma do curso. A avaliação foi realizada por meio de um questionário respondido pelos participantes ao final do curso, composto de três temas gerais sobre os quais os eles foram convidados a discorrer sendo: (1) aprendizagem; (2) recepção[3] (3) relação com os voluntários[4].

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Perfil dos participantes

Nas duas formações constatou-se um padrão de perfil dos participantes: são, em maioria, estudantes universitários ou recém-formados principalmente do curso de arquitetura e urbanismo; os outros exercem atividades diversas que vão de fotografia à artesanato e especialidades técnicas. Assim, percebe-se que o fato de a maior parte dos participantes nunca ter presenciado ou acompanhado uma obra de construção civil, por vezes, pode fazer com que apresentem uma visão idealizadora do processo construtivo.

Este perfil é provavelmente muito influenciado pelos canais de comunicação utilizados para a divulgação das formações, uma vez que atinge com maior impacto um público mais jovem.

Em geral, os participantes também não apresentam competências estabelecidas necessárias à prática construtiva em canteiros de obra. Ressalta-se, porém, que os processos construtivos propostos nas oficinas são bastante artesanais, pois tem um propósito lúdico de contato das pessoas com a terra; assim sendo, o preparo das argamassas é feito com os pés sobre lonas resistentes que são utilizadas para virar a massa. Este tipo de processo apesar de permitir uma conexão com o material proporcionando diversos benefícios exige bastante energia por parte dos participantes e facilitadores.



Figura 1: Resultado da atividade teórica na qual os participantes sugeriram elementos de acordo com sua experiência prévia

Destaca-se a necessária reflexão a respeito de uma mecanização cada vez maior em obras de construção com terra, uma vez que a energia demandada e o consequente desgaste

[3] Refere-se à acolhida dos participantes pelos guardiões da Nova Oikos, bem como itens como alimentação e alojamento

[4] Disponibiliza-se vagas para pessoas que realizem trabalhos voluntários durante o curso, no formato de troca de horas de trabalho por horas de curso. O objetivo é viabilizar economicamente o acesso de um número maior de pessoas interessadas.

físico da mão de obra em consequência dos processos altamente artesanais comprometem não só a produtividade no canteiro quanto a sua aceitação entre os construtores.

Por outro lado, é importante salientar que parte dos participantes chega com algum conhecimento prévio em matéria de construção, adquiridos através de vivências próprias, relatos de experiências e formações anteriores.

A vivência prévia dos participantes proporcionou uma discussão enriquecedora. Considerou-se este fato interessante uma vez que o uso de estabilizantes acompanha a história da construção com terra, havendo sido aplicada uma variedade imensa de produtos de origem animal, mineral e vegetal, de maneiras tão diversas e nos mais diferentes contextos. Percebe-se, por meio do relato dos participantes, que ainda existe esta característica de solução local nesta temática.

4.2 Atividades práticas

Tanto na formação 1 como na formação 2, as atividades práticas foram iniciadas de forma didática, com explicação passo a passo das tarefas, apresentação dos materiais e orientação sobre o uso das ferramentas e manipulação dos materiais, além de tempo de observação e informações adicionais àquelas fornecidas na exposição teórica. Uma vez entrosados com as ferramentas, materiais e parceiros de atividade, os participantes apresentavam tendência a reorganizarem a forma de execução das tarefas tendo em vista as dificuldades encontradas ou ferramentas disponibilizadas.

Durante as práticas, os instrutores fizeram sempre intervenções pontuais e observavam atenciosos todos os movimentos dos diversos grupos que trabalhavam em diferentes pontos e tarefas do canteiro de obras. Ao encontrarem desafios, em geral, foram entre os próprios participantes que os questionamentos e respostas se edificaram.

De fato, os instrutores nestas formações são geralmente denominados “facilitadores”, justamente por julgarem que o papel principal é facilitar o aprendizado que está, no momento das práticas, acontecendo por meios diversos.

Em relação às atividades práticas, é importante ressaltar ainda a limitação dos espaços físicos e das demandas locais quando se trata de um curso realizado em uma edificação permanente. Apesar de ser um local para experimentação, os espaços para aplicação das técnicas são condicionados a uma edificação real e que, portanto, exigem empenho por parte dos participantes.

4.3 Tempo e duração

As formações foram realizadas em finais de semana e feriado prolongado. Conforme relato dos organizadores é inviável realizar os cursos em dias de semana, pois o retorno do público mostra-se desfavorável em virtude das atividades que exercem, sejam profissionais ou acadêmicas.

Neste quesito, comparando-se as duas formações, verificou-se que a formação 2, mais longa, propiciou um tempo mais adequado à familiarização dos participantes com os materiais construtivos, havendo inclusive tempo para que acompanhassem a forma como alguns materiais trabalharam desde a aplicação da técnica, como, por exemplo, o revestimento (reboco) sobre a parede de taipa.

Ao mesmo tempo, quando oferecida a formação em tempo estendido, existe uma demanda implícita por mais conteúdo e maior diversificação das práticas. Desta forma, as formações – mais longas ou mais curtas – acabam invariavelmente com a sensação de que o tempo foi insuficiente, conforme se averígua nas avaliações finais das duas formações.

4.4 Resultados das avaliações

A avaliação da formação 1 foi efetuada de forma oral ao final da formação no que os organizadores chamam de “roda de *feedback*”. Sentados em roda, participantes

organizadores e facilitadores conversaram sobre os aspectos positivos e os desafios encontrados durante o curso. A maioria dos participantes afirmou ter experimentado maior impacto com os aspectos sutis decorrentes da cultura do espaço, tais quais o ambiente de cooperação, bom entrosamento e momentos de convivialidade. Estes são pontos que invariavelmente se relacionaram aos comentários sobre a acessibilidade do conhecimento, visto que não havia barreiras sociais ou comportamentais entre os presentes, apesar das diferentes personalidades e origens.

Já a avaliação final da formação 2 foi realizada por escrito. A análise das avaliações apontou pontos positivos, negativos e conteve sugestões. Como pontos positivos, a maior parte dos participantes apontou que a alternância e o equilíbrio entre as atividades teóricas e práticas proporciona a fixação do conhecimento, viabilizando um entendimento a respeito da aplicação das técnicas e a resolução de problemas reais que podem surgir durante a execução. Foi comentado também o fato de a aprendizagem prática servir como complementação da formação em arquitetura e urbanismo. Foi pontuado positivamente a presença dos facilitadores durante todas as horas do curso, independentemente do horário das aulas e das funções de cada um; a interação constante possibilitou o esclarecimento de dúvidas e curiosidades. Além do mais, comentou-se positivamente a respeito da linguagem, considerada acessível para leigos, e da presença de participantes atuantes em diversas áreas o que propiciou uma troca enriquecedora para além da temática do curso.

Como pontos negativos e sugestões, comentou-se sobre a falta de finalização da leitura dos experimentos realizados. Além do mais, os participantes sentiram falta de um material didático impresso e também de um material que possa ser disponibilizado antes do curso, via digital, para servir de referência teórica.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A arquitetura com terra é uma área de conhecimento e atuação em extremo desenvolvimento no Brasil e, em especifico, no Estado de Santa Catarina. Este contexto pode estar relacionado à eficácia destes cursos de formação, pois representam não só uma possibilidade de ampliação de conhecimento sobre o tema, mas também uma oportunidade dos participantes de se relacionarem com o trabalho prático e manual. Sobre este ponto, um aspecto importante diz respeito ao sentimento de empoderamento expressado durante e após as práticas de construção. Os participantes ao manejar as ferramentas, ao se relacionar e trabalhar em grupo e ao se colocar em desafio frente a novas experiências sentiram-se empoderados e satisfeitos do próprio fazer. Isto diz respeito à importância que a habilidade manual e a percepção individual e coletiva sobre o produto do próprio trabalho ocupam no bem estar de cada sujeito.

Outro aspecto importante a ser levantado está relacionado à dificuldade dos participantes de lidar com a própria habilidade manual e com o esforço físico próprio do trabalho. Com isto se percebe o quanto falta um contato com a dimensão prática e manual do trabalho, com a ação de colocar o próprio corpo em movimento para criar e construir.

Por outro lado o método educativo abordado ao longo dos cursos, ou seja, o aprender fazendo, possibilitou aos participantes uma imersão integral nas atividades. Esses além de aprender com a teoria, podiam se confrontar com os outros colegas, se relacionar com o ambiente ao redor e se apoiar nos facilitadores para qualquer necessidade.

Um fator que se observou decisivo na eficácia da aprendizagem é o trabalhar em grupo. O exercício físico, o cansaço, o suor, as risadas e a sujeira compartilhada são experiências saudáveis que amplificam a capacidade de absorção das informações e das técnicas.

Concluindo, corrobora-se a importância da promoção de vivências e experiência relacionadas à construção com terra, pois proporcionam tanto uma nova visão e percepção do viver e do habitar, quando um desenvolvimento pessoal positivo e genuíno do indivíduo, promovendo a sua interação humana com o meio e com o social.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Dewey, J. (1978). Vida e educação. São Paulo: Melhoramentos; Rio de Janeiro: Fundação Nacional de Material Escolar

Duarte, N. (2001). Vigotski e o aprender a aprender – Critica às apropriações neoliberais e pós-modernas da teoria vigotskiana. Campinas, SP: Editora Autores Associados.

Faria, O. B.; Beltrame, A. S. D.; Alonge, F. A. (2016). Breve panorama do ensino e pesquisa sobre arquitetura e construção com terra no Brasil. VI Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil. TerraBrasil 2016. Anais... Bauru: Terra Brasil/UNESP.

Neves, C., Faria, O. B., Rotondaro, R., Cevallos, P. S., Hoffmann, M. V. (2009). Seleção de solos e métodos de controle na construção com terra – práticas de campo. PROTERRA. Disponível em http://www.redproterra.org

Santos, C. A. (2015). Construção com terra no Brasil: panorama, normatização e prototipagem com terra ensacada. Dissertação de mestrado. Florianópolis: POSARQ da Universidade Federal de Santa Catarina

Yin, (2001). Estudo de caso: planejamento e métodos. Porto Alegre, Bookman.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem os participantes das formações pelas partilhas e avaliações.

AUTORES

Mildred Gustack Delambre é mestre em Desenvolvimento Sustentável e Economia Solidária pela Universidade de Versalhes (2009) e Toulouse (2011), na França. Formada em Administração pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC/ ESAG, 2007), atualmente estudante de Arquitetura e Urbanismo (2014-). Currículo completo em: http://lattes.cnpq.br/0086389235950800

Davide Chareun é graduando em Psicologia (Cesusc, 2014/ Faculdade Avantis, 2017-). Gestor do espaço Nova Oikos e instrutor nas formações em atividades de carpintaria e marcenaria.

Cecília Heidrich Prompt é doutoranda em arquitetura e urbanismo (2016-atual) e mestra em arquitetura e urbanismo (PosARQ – UFSC, 2012); arquiteta e urbanismo (Uniritter, 2003). Fundadora do escritório Margem Arquitetura em Florianópolis (www.margemarquitetura.com.br), atua com projetos e obras de arquitetura e construção natural, ministra cursos e realiza capacitação de mão de obra na área da arquitetura e construção com terra. Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/0973229643638211

TerraBrasil 2018
Território e trabalho: a produção da arquitetura com terra no Brasil
VII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Rio de Janeiro-RJ (Brasil), 30 de outubro a 2 de novembro de 2018
http://redeterrabrasil.org

CORPO E APRENDIZAGEM NA ARQUITETURA DE TERRA

Marco Antônio Penido de Rezende[1]; Bruno Aluízio dos Santos Azevedo[2]; Flavio Pareira Dias Duarte[3]

[1]UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil, marco.penido.rezende@hotmail.com

Biohabitate, Belo Horizonte, MG, Brasil, [2]bruno@biohabitate.com.br; [3]flavio@biohabitate.com.br

Palavras-chave: granulometria, ensino, solo, dinâmica corporal, oficina

Resumo

Este trabalho apresenta e discute uma experiência de ensino na qual se propõe o uso do corpo como instrumento de aprendizagem das propriedades da argila, do silte e da areia enquanto elementos do solo. Após uma rápida contextualização da proposta dentro do campo da pedagogia, é apresentada a dinâmica de desenvolvimento do exercício. Os exercícios são realizados como parte de oficinas que visam a sensibilização dos participantes em relação à arquitetura de terra. Foram realizadas 27 oficinas com a participação de mais de 800 alunos, que sempre avaliaram positivamente este exercício. Apesar disso, ainda se considera o exercício em fase experimental, e sua apresentação visa contribuir para o debate sobre o ensino da arquitetura de terra, e receber possíveis colaborações dos leitores.

1 INTRODUÇÃO

A importância do conhecimento dos componentes do solo (figura 1) e da forma como atuam é reconhecida tanto por autores que tratam especificamente da arquitetura de terra (Rezende; Mendonça; Vale, 2014) como por pesquisadores de mecânica dos solos em geral (Vargas, 1985). Entretanto, considera-se a dificuldade de apresentar didaticamente ao leigo como atuam os componentes do solo para seu uso na arquitetura e construção com terra. Neste artigo é apresentada uma nova forma de ensino sobre o funcionamento destes componentes que foi testada em oficinas de sobre construções em terra (figura 2).



Figura 1. Variação de partículas granulométricas (crédito: B. Azevedo, 2018)



Figura 2. Grupo de alunos em oficina Biohabitate de construção com terra (acervo biohabitate, 2017)

1.2 O corpo como elemento de aprendizagem

Desde Freud (2011) passando por Piaget (1971) e chegando a autores contemporâneos como Fernandez (1991; 2001), a psicologia e a pedagogia têm reconhecido, de forma crescente, o papel e importância do corpo no processo de aprendizagem. Entretanto, as práticas usuais de ensino parecem esquecer-se deste aspecto, sobretudo quando trabalham com a formação de adultos. Neste universo o corpo fica sempre esquecido e à parte, enquanto se trabalha apenas com a mente. A proposta para esta nova forma de ensino surgiu no sentido de utilizar o corpo, geralmente "ausente", como instrumento de aprendizagem.

Não é coincidência que processos de ensino incorporando o corpo sejam tão utilizados em crianças ou adultos com dificuldade de aprendizagem. É que a presença do corpo exige do sujeito uma participação de certa forma integral, atenta e, ao mesmo tempo, expõe boa parte dos problemas no processo (Fernandez, 1991; Paín; Jarreau, 1996). Por isso foi desenvolvida uma diferente forma de abordagem de ensino, em que a aprendizagem acontece por meio da presença do corpo e do lúdico. A ideia básica é "convidar" os participantes a desenvolverem exercícios aonde cada grupo se desloca e comporta de acordo com as características da atuação dos três componentes da terra – areia, silte e argila.

2 OBJETIVO

Apresentar o método de ensino-aprendizagem em que se introduzem noções básicas sobre as características e o comportamento dos componentes do solo (argila, silte, areia) por meio da utilização de dinâmicas de atuação corporal.

3 DESENVOLVIMENTO

O método proposto é realizado em oficinas de sensibilização sobre construções com terra. Trata-se de um exercício corporal que simula o comportamento de cada componente do solo e a interação entre eles. O método compreende de uma curta parte teórica, introdutória, em que se apresentam os componentes do solo, e a parte prática, em que os participantes agrupam-se como um dos componentes do solo para assumir o comportamento do componente e, em seguida, juntam-se os grupos e assume o comportamento conjunto dos componentes, ou seja, o da terra.

Depois de formar os grupos dos componentes, propositalmente com o grupo de argila de tamanho reduzido, faz-se o primeiro exercício demonstrando a importância da argila no solo adequado para a arquitetura e construção com terra; em seguida, aumenta-se o tamanho do grupo de argila, comprovando a atuação aglomerante da argila; a ultima fase trata de demonstrar a característica da atividade da argila, diminuindo o tamanho do grupo de argila mas modificando seu comportamento. O resultado deste exercício proporciona a analogia com a composição granulométrica do solo, a atuação da argila e a de selecionar um tipo de terra apropriado como material de construção.

Este exercício de aprendizagem foi elaborado e realizado como introdução ao conhecimento das características do solo como atividade prática no contexto de oficinas que visam a sensibilização de pessoas para a arquitetura de terra, de diferentes técnicas construtivas.

3.1 Parte 1: abordagem teórica

Incialmente é faz-se introdução sobre a composição granulométrica do solo, explicando as propriedades básicas dos seus componentes – areia, silte e argila (figura 3). Em seguida, associa-se a cada um destes componentes uma determinada postura/movimentação a ser adotada pelos participantes. Para que os alunos possam fixar melhor o comportamento de cada componente, trata-se deste assunto em duas ocasiões: na introdução, com todos os alunos, e para cada grupo separadamente.



Figura 3. Momento de explicação da atividade (acervo Biohabitate, 2018)

Desta forma, os integrantes no grupo da areia são os “durões”, os que “não se abalam”, que ficam imóveis, e só se movimentam por “força” das argilas (integrantes do grupo da argila).

Se no grupo da areia estão “os durões” no grupo do silte estão os “flexíveis”, aqueles que se movem com “ginga” encostando levemente, suavemente nos outros e deslocando-se de forma bem “fluída”, lembrando o movimento de gatos.

Finalmente, no grupo da argila, os integrantes são os únicos que podem dar as mãos e trabalhar de forma conjunta. Também podem “pegar” nos demais e empurrá-los para onde queiram, embora os siltes possam por vezes “escorregar”, suavemente, escapar...

3.2 Parte 2: divisão dos grupos

Os grupos são divididos inicialmente conforme o tamanho das pessoas fazendo analogia com a análise granulométrica. As pessoas maiores são as areias, as intermediárias são os siltes, e as menores as argilas (figura 4).

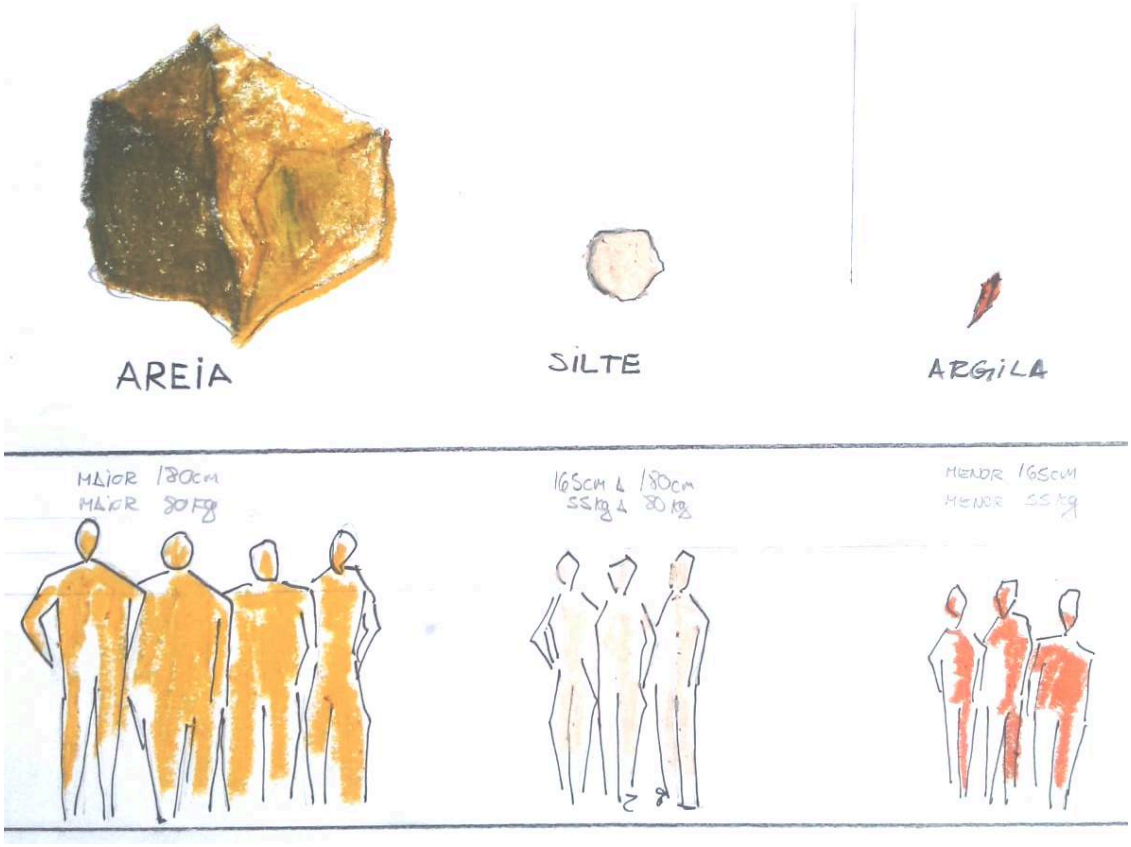


Figura 4. Comparação da granulometria com o corpo (crédito: B. Azevedo, 2018)

3.3 Parte 3: repasse da explicação para cada um dos grupos

Nesta etapa cada um dos grupos recebe, outra vez, a abordagem teórica sobre o comportamento dos componentes que representa (figura 5).

Desta forma no grupo da areia é reforçado que cada um deve portar com rigidez, ficar imóvel e só se deslocar com o esforço das argilas. A postura deve ser próxima a de um soldado em posição de sentido.

Já no grupo do silte, comenta-se sobre suas características, reforçando que o silte tem comportamento variado, e, sobretudo, é maleável, flexível, "fluido"...os integrantes deste grupo podem movimentar-se, mas com movimentos suaves, como "gatos", e sempre evitando esbarrar nas argilas e areias, podendo encostar suavemente nelas.

No grupo da argila, comenta-se que seus integrantes podem deslocar-se à vontade, mas eles têm uma importante missão: pôr os siltes e as areias juntos (aglomerar). Entretanto têm algumas regras para cumprir nesta missão. Em primeiro lugar só podem começar a agir quando simbolicamente forem "molhadas", pois as argilas dependem da água para ativar de suas propriedades aglomerantes...

Ainda nesta etapa permite-se às argilas "pegar" e "puxar os siltes" um a um, ou seja, cada argila só consegue puxar um representante do silte ou areia de cada vez. E para que eles fiquem "parados", sobretudo os siltes, têm que continuar de mãos dadas com as argilas.



Figura 5. Interação entre os componentes de cada grupo (acervo Biohabitate, 2018)

3.4 Parte 4: primeira simulação, as argilas não conseguem aglomerar o solo

As areias, integrantes do grupo da areia, são distribuídas por todas as áreas como queiram ficar, e aí se devem manter. Os siltes são convidados a começar a circular vagorosamente entre elas. Finalmente, as argilas são "molhadas" e começam a tentar colocar juntos no centro as areias e os siltes. Como resultado desta primeira simulação as argilas conseguem levar as areias ao centro, mas os siltes continuam deslocando-se, pois não há quantidade suficiente de argilas para detê-los (figura 6).



Figura 6. Interação entre os componentes de cada grupo (acervo Biohabitate, 2017)

3.5. Parte 5: segunda simulação, aumento do teor de argila

Nesta etapa, aumenta-se o número de alunos que devem atuar como argila de modo estar seguro que elas são suficientes agregar todos os siltes e areias. Repete-se o exercício e então os alunos experimentam o "sucesso" da nova simulação com as argilas conseguindo agregar os siltes e areias, dando-se as mãos para aglomerar todos (figura 7).



Figura 7. Interação entre os componentes de cada grupo (acervo Biohabitate, 2017)

3.6 Parte 6: terceira simulação, aumento da "reatividade" das argilas

Nesta fase do exercício diminui-se o número de alunos do grupo de argila, mas se muda a regra. Agora cada argila pode movimentar duas areias ou siltes ao mesmo tempo, e além disso, o silte ou areia que estiver ligado a argila pode também agregar mais uma areia ou um silte. Repete-se a simulação e, embora em menor quantidade, as argilas conseguem cumprir sua missão: aglomerar.

Com o resultado obtido, comenta-se sobre a influência da origem mineralógica das argilas sobre seu comportamento, principalmente sua reatividade, fazendo a analogia de como um menor número argilas consegue agregar as areias e os siltes porque tiveram maior "reatividade".

Explica-se assim como é importante não se ater somente as características granulométricas como o fator exclusivo para definir as características de um solo. Com isto introduz-se inclusive a necessidade de se utilizar outros ensaios laboratoriais além do de granulometria para tentar avaliar a qualidade do solo para construções.

3.7 Parte 7: perguntas e esclarecimento de dúvidas

Nesta última etapa, faz-se a síntese dos processos que os alunos viveram relacionando-o as características do solo como material de construção, e busca-se esclarecer as dúvidas.

4. RESULTADOS, AVALIAÇÕES E DISCUSSÃO.

Foram realizadas 27 oficinas, com mais de 800 alunos no total, conforme informado na tabela 1.

Tabela 1. Aplicação do método ensino-aprendizagem com dinâmica de atuação corporal

Oficina	Data	Local	Participantes
1	21-24 de maio de 2014	Mata de São João, BA	10
2	2-7 de julho 2014	Codó, MA	105
3	10-12 de outubro 2014	Teresina, PI	28
4	18-19 de abril 2015	Brumadinho, MG	71
5	22-23 de maio 2015	Barra do Garça, MT	20
6	15-16 de agosto 2015	Barra do Garça, MT	21
7	28 de novembro 2015	Parnaíba, PI	15
8	23 de janeiro 2016	Belo Horizonte, MG	36
9	18 de fevereiro 2016	Parnaíba, PI	13
10	20-21 de fevereiro 2016	Barra Grande, PI	16
11	25-26 de junho 2016	Macacos, MG	60
12	3-5 de setembro 2016	Guaporé, RS	38
13	17-18 de setembro 2016	Ibitipoca, MG	24
14	10-12 de janeiro 2017	Guaporé, RS	32
15	21-22 de janeiro 2017	Macacos, MG	91
16	11-12 de março 2017	Macacos, MG	34
17	20 de maio 2017	Brumadinho, MG	20
18	22-23 de abril 2017	Ibitipoca, MG	23
19	15-16 de julho 2017	Esmeraldas, MG	37
20	31 agosto-1 setembro 2017	Curvelo, MG	24
21	21-22 de outubro 20	Macacos, MG	29
22	24-25 de outubro 2017	Rio de Janeiro, RJ	23
23	17 de dezembro de 2017	Belo Horizonte, MG	21
24	19-21 de janeiro 2018	Sarapuí – SP	18
25	3-4 de fevereiro 2018	Confins MG	16
26	7 e 8 de abril 2018	Confins MG	16
27	11-19 de agosto de 2018	Pauini AM – Mapiá	26

Após as oficinas todos os alunos são convidados a avaliar todas as etapas da oficina (figura 8). Esta avaliação é feita, em geral, de forma verbal, algumas vezes complementada por avaliação escrita. Em todas as oficinas realizadas os alunos avaliaram muito bem este exercício, comentando que esta foi uma forma divertida e fácil de compreender o assunto.

Este exercício faz parte de uma oficina de técnicas construtivas. Assim, durante o desenvolvimento das atividades seguintes é possível verificar o efeito do método de ensino com dinâmica corporal. Nas oficinas realizadas, verificou-se que a maioria dos alunos assimilaram eficientemente as características do solo decorrente do exercício.



Figura 8. Rodas de avaliação (acervo Biohabitate, 2017)

5 COMENTÁRIOS FINAIS

O exercício proposto, aplicado desde 2014 em diversas oficinas de sensibilização, demonstra atingir seu objetivo, facilitando o aprendizado sobre as características e importância da seleção da terra para construir. O uso do corpo como ação do processo de aprendizagem permite ensinar e aprender, mesmo assuntos com uma maior complexidade.

Mesmo sendo aplicado este método desde 2014, que se aprimora a cada realização, sente-se a necessidade de levantar dados que ainda não são quantificados, como, por exemplo, o perfil dos alunos, suas expectativas quanto à capacitação recebida, grau de formação, conhecimento anterior do assunto, entre outros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Fernandez, A. (1991). A inteligência aprisionada: abordagem psicopedagógica clínica da criança e sua família. Porto Alegre: Artmed

Fernandez, A. (2001). A mulher escondida na professora: uma leitura psicopedagógica do ser mulher, da corporidade e da aprendizagem. Porto Alegre: Artmed

Freud, S. (2011). O eu e o id, “autobiografia” e outros textos (1923-1925) Obras completas, 16. São Paulo: Companhia das Letras

Paín, S.; Jarreau, G. (1996). Teoria e técnica da arte-terapia, a compreensão do sujeito. Porto Alegre: Artes Médicas

Piaget, J. (1971). Seis estudos de psicologia. Rio de Janeiro: Forense

Rezende, M. A. P.; Mendonça, A.A.; Vale, J. R. (2014). Considerações sobre a influência do tipo de argila sobre as propriedades da terra como material de construção. TerraBrasil 2014 - V Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil. Anais... Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Rede Terra Brasil, p. 23-32

Vargas, M. (1985). Introdução à mecânica dos solos, São Paulo: Ed.McGraw Hill

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a todos os seus alunos e colaboradores nas oficinas, motivo primeiro de todo este trabalho...

AUTORES

Marco Antônio Penido de Rezende, Arquiteto (UFMG, 1987), Mestre em Arquitetura e Urbanismo (UFMG, 1998), Doutor em Construção Civil (Escola Politécnica USP, 2003), Pós Doutorado em

Arquitetura de Terra e Vernácula (University of Oregon, EUA, 2010). Autor de diversos projetos e obras. Professor Associado na Escola de Arquitetura da UFMG. Pesquisas, publicações, trabalhos de extensão e ensino nas áreas de: sustentabilidade das construções, tecnologia das construções e inovação tecnológica, arquitetura de terra, história das técnicas construtivas, história das técnicas, técnicas retrospectivas. Membro da Rede Ibero-americana PROTERRA e TerraBrasil. Coordenador da Rede TerraBrasil no período de 2015-2017.

Bruno Aluízio dos Santos Azevedo é sócio e diretor executivo da Biohabitate, membro da rede TerraBrasil, fundador e ex diretor executivo da Threna – arquitetura e construção, ex diretor do departamento de arquitetura da UNICOR – Universidade do Vale do Rio Verde, diretor de obras da instituição CEFLUMARE, publicou artigos científicos em congressos de arquitetura de terra, trabalha com projeto e capacitação de mão de obra em construções de terra. www.biohabitate.com.br

Flavio Pareira Dias Duarte, arquiteto e urbanista, é poeta, escritor e terapeuta sistêmico de habitats e habitantes. Consultor de salubridade e sustentabilidade fenomenológica de ambientes construídos e naturais. É o fundador e diretor executivo da Biohabitate, membro da rede TerraBrasil, escritor, poeta e parecerista dos periódicos de arquitetura PUC-Minas. Autor de mais de 5mil metros quadrados de projetos para construções com terra. www.biohabitate.com.br

TerraBrasil 2018
Território e trabalho: a produção da arquitetura com terra no Brasil
VII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Rio de Janeiro-RJ (Brasil), 30 de outubro a 2 de novembro de 2018
http://redeterrabrasil.org

PRÁTICAS PROJETUAIS E CONSTRUTIVAS ASSOCIADAS NO ENSINO DA CONSTRUÇÃO COM TERRA

Marcela Silviano Brandão Lopes[1], Rejane Magiag Loura[2], Sofia Araújo Lima Bessa[3]

Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil

[1]marcelasbl.arq@gmail.com; [2]rejaneml@gmail.com; [3]salbessa@ufmg.br

Palavras-chave: educação, modulação, alvenarias. (termo muito amplo)

Resumo

O presente trabalho pretende discutir processos pedagógicos voltados para a aproximação entre a prática construtiva e a prática projetual a partir de uma disciplina que teve como elemento articulador o bloco produzido a partir de resíduos sólidos, rejeitos de mineração e a terra. Esse bloco também foi considerado para a elaboração de um projeto arquitetônico para a sede de uma rádio comunitária de uma ocupação urbana autoconstruída. O contexto das ocupações trouxe para a sala de aula a discussão sobre a autoconstrução e os desafios para a melhoria dessa prática, no que diz respeito à redução do desperdício no canteiro, a partir dos pressupostos da coordenação modular. A disciplina foi desenvolvida com a alternância de aulas experimentais e de aulas teóricas. Além dos conhecimentos técnicos relativos à resistência do material, à estanqueidade, ao conforto termo-acústico, também foram apresentados os princípios da coordenação modular. Os alunos produziram blocos de terra comprimida e adobes com resíduos nas aulas práticas e construíram estruturas elementares. Espera-se que os alunos da disciplina tenham sido sensibilizados pela importância de se buscar a articulação entre a construção, o projeto e a realidade social das ocupações urbanas autoconstruídas com enfoque em tecnologias que tenham a terra como premissa construtiva.

1. INTRODUÇÃO

Na história da arquitetura é possível observar que a revolução industrial foi um marco evolutivo nos sistemas construtivos a partir do século XIX. Anteriormente a esse período, as construções eram feitas com materiais locais, manufaturados artesanalmente. Diferentes culturas desenvolveram sua arquitetura baseadas na disponibilidade e abundancia dos materiais locais, criando diferentes tipologias construtivas adequadas à geografia e ao clima da região com baixo impacto ambiental (Ghattas, 2016).

No Brasil, as técnicas vernáculas predominantes foram baseadas em construções com terra, como adobes e taipa de pilão, principalmente (Mendes; Verríssimo; Bittar, 2008).

Com o avanço da tecnologia construtiva entre os séculos XVIII e XIX, aliado a revolução industrial, o aumento da utilização de recursos naturais cresceu de forma desordenada e predatória. Os sistemas construtivos adotados atualmente se mostram insustentáveis e incapazes de sanar o déficit habitacional e de infraestrutura (Ghattas, 2016).

A terra é considerada um dos mais antigos materiais construtivos, tendo deixado vestígios em inúmeras regiões e civilizações. Estima-se que um terço da população mundial habita ou trabalha em edificações construídas com terra (Minke, 2015) e grande parte das cidades coloniais brasileiras foi erguida através de seu uso.

O presente trabalho trata de uma experiência realizada na Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), na qual se buscou essa aproximação a partir da articulação entre duas disciplinas inseridas em departamentos diferentes: Departamento de Projetos e o Departamento de Tecnologia.

O elemento articulador dessa experiência foi o bloco produzido a partir de resíduos sólidos e rejeitos de mineração, que, além de ser fabricado e testado ao longo do processo, deveria ser também o material a ser considerado para a elaboração do projeto arquitetônico da sede

de uma rádio comunitária de uma ocupação urbana autoconstruída. A ocupação escolhida foi a Eliana Silva, cuja coordenação pertence ao movimento de luta dos bairros, vilas e favelas um movimento de luta pela moradia (MLB), importante parceiro do projeto de extensão "Artesanias do Comum"[1] e do projeto de extensão "Mídias Comunitárias"[2], ambos da Escola de Arquitetura da UFMG. Tais projetos desencadearam outro projeto de pesquisa, intitulado “Resíduos sólidos nas ocupações urbanas autoconstruídas: sustentabilidade sociocultural associada às políticas públicas”[3].

Antes de discorrer sobre a experiência pedagógica propriamente dita, vale situar o por quê da incorporação da autoconstrução nessa experiência. Primeiramente, por meio dos projetos de extensão e pesquisa acima mencionados, percebeu-se que a necessidade de se ampliar o leque das tecnologias construtivas usadas nos territórios autoconstruídos. Apesar de se reconhecer os saberes locais e cotidianos presentes ali, ainda predomina a adoção do sistema convencional, baseado na estrutura de concreto armado e vedação em alvenaria de bloco furado, e em muitas das edificações não há um apuro construtivo associado ao esquadro, prumo e alinhamento.

Nesse ponto, introduzir a alvenaria estrutural como opção construtiva nesses territórios pode ser um caminho para que seja incorporado os cuidados técnicos necessários à uma boa execução. O segundo motivo se refere à identificação do hábito de se aproveitar materiais descartados na construção civil, como, por exemplo, esquadrias, peças sanitárias, restos de cerâmica ou granito. Em certa medida, tal prática se aproxima da intenção da reciclagem, sendo possível presumir que há ali uma disponibilidade à introdução de tecnologias voltadas para a sustentabilidade ambiental de baixo custo.

Por fim, entende-se que nesses territórios há um importante ganho sociocultural com a adoção de opções tecnológicas que se utilizem da terra como elemento constituinte, por resgatar saberes tradicionais muitas vezes esquecidos pela população que ali mora e que, em muitos casos, vieram de cidades do interior do Brasil, nas quais o uso desse material na construção ainda é uma tradição e um saber passado entre gerações. A realidade das ocupações urbanas autoconstruídas é ainda muito distante da prática profissional dos arquitetos, o que é muito preocupante, se considerarmos a realidade das cidades brasileiras.

Vale ressaltar que a adoção do sistema construtivo convencional (vedação com blocos cerâmicos) não é um fato recorrente apenas nos espaços autoconstruídos. É possível detectar tal "preferência" mesmo nos projetos arquitetônicos feitos por profissionais, e isso inclui os projetos desenvolvidos nas escolas de arquitetura. O ensino do desenho arquitetônico, por exemplo, parte da hipótese de que as paredes de uma edificação possuem uma medida abstrata, dada de antemão e completamente desvinculada do sistema construtivo que vai concretizar o projeto idealizado.

2 OBJETIVOS

O objetivo principal da disciplina foi o de articular a prática construtiva com a projetual, a partir de propostas tecnológicas associadas à reciclagem de resíduos sólidos e à sustentabilidade socioambiental. O contexto das ocupações urbanas autoconstruídas trouxe para a sala de aula a discussão sobre a autoconstrução e os desafios para a melhoria dessa prática, no que diz respeito à redução do desperdício no canteiro, a partir dos pressupostos da coordenação modular.

[1] vinculado ao grupo de pesquisa INDISCIPLINAR

[2] vinculado ao grupo PRAXIS

[3] financiamento obtido por meio do EDITAL CNPq/ MCTI Nº 01/2016, Ciências Humanas, Sociais e Sociais Aplicadas

3 ESTRATÉGIA METODOLÓGICA

A proposta de disciplina consistiu na articulação de dois tipos de conhecimentos relacionados à saberes necessários para construção do ambiente, sendo organizados em dois módulos ministrados concomitantes: módulo tecnológico (MT) e módulo projetual (MP).

Os módulos foram ministrados por professoras de departamentos distintos, departamento de projetos (PRJ) e departamento de tecnologia do design, da arquitetura e do urbanismo (TAU), ambos ligados ao curso de Arquitetura e Urbanismo da UFMG. Por razões burocráticas, foi necessário que cada módulo fosse registrado no sistema de matrícula como uma disciplina separada ligado ao respectivo departamento, cujos códigos foram TAU025 e PRJ052. Os alunos tiveram que se matricularem ao mesmo tempo em ambas as disciplinas, que contaram com 15 vagas cada. Cada disciplina dispunha de 30 horas de aula cada e foram desenvolvidas nas salas de aulas da EAUFMG (MP/PRJ052) e no Núcleo de pesquisas em materiais sustentáveis – NPMS (MT/TAU025), laboratório de ensino e pesquisa ligado ao TAU e situado na Fazenda Modelo da UFMG, em Pedro Leopoldo (40 km distante do centro de Belo Horizonte).

A articulação entre os dois módulos deu-se, principalmente, por meio do bloco de terra comprimida (BTC). O MT teve como princípio norteador proporcionar aos alunos atividades práticas partindo do desenvolvimento do BTC e chegando em práticas construtivas de elementos de vedação. Já no MP os alunos elaboraram um projeto arquitetônico para a sede de uma rádio comunitária de uma ocupação urbana autoconstruída, situada na cidade Belo Horizonte.

No MT foi possível desenvolver também atividade práticas ligadas a produção de adobe. Essas atividades não tiveram ligação direta com as atividades do MP, mas foram muito relevantes para colocar em perspectiva e trazer para o ambiente didático a produção da arquitetura vernácula no Brasil. Na tabela 1 pode-se observar a articulação entre os dois módulos (disciplinas) ao longo do semestre.

Tabela 1. Organização das atividades didáticas

Disciplina	Aula	Assunto	Local
MT+MP	1	Apresentação da disciplina e conceitos básicos dos sistemas construtivos	EA
MT+MP	2	Preparação de elementos construtivos: coleta do solo, preparação dos materiais	NPMS
MP	3	Desenvolvimento de propostas arquitetônicas com o uso dos elementos produzidos a partir dos resíduos de minérios	EA
MT	3	Preparação de elementos construtivos: moldagem e cura	NPMS
MP	4	Desenvolvimento de propostas arquitetônicas com o uso dos elementos produzidos	EA
MP	4	Preparação de elementos construtivos: moldagem e cura	NPMS
MP	5	Desenvolvimento de propostas arquitetônicas com o uso dos elementos produzidos	EA
MT	5	Construção dos protótipos	NPMS

MP	06	Desenvolvimento de propostas arquitetônicas com o uso dos elementos produzidos	EA
MT	6	Construção dos protótipos	NPMS
MT+MP	7	Avaliação geral	EA

As duas primeiras aulas foram conjuntas. Nesse momento inicial, os alunos tiveram aulas sobre as técnicas de construção com terra, tipos de solo, produção de elementos construtivos, ensaios de laboratório, modulação e arranjos formais com blocos para alvenarias.

A partir da terceira aula, os módulos foram dados separadamente, em semanas alternadas, cada uma com seu conteúdo específico, e seguiu dessa forma até o último encontro (7ª aula), o qual foi dado em conjunto novamente.

3.1. Módulo tecnológico: TAU025

Durante as atividades do MT, os alunos puderam vivenciar e desenvolver todas as etapas necessárias para uma construção com terra, desde a retirada e o peneiramento do solo até à produção de prismas de alvenaria com encaixes e amarrações. Com os componentes construtivos em terra, os alunos tiveram a oportunidade de produzir adobes e BTCs.

Durante as atividades didáticas foram demonstradas aos alunos, duas abordagens para composição dos materiais usados para produção dos componentes. Na abordagem tradicional, fez-se estabilização do solo para adobe e BTC com areia, conforme proporções mostradas na tabela 2. Já na abordagem inovadora, optou-se por substituir a areia no adobe, por resíduos de construção e demolição (RDC) e no BTC por rejeito de minério de ferro (RMF).

Desta forma foi possível dar materialidade e alternativas à discussão acerca da escassez da areia. Para a estabilização química do BTC utilizou-se o cimento CP IV, para estabilização química, por ser o de maior disponibilidade na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH). Para produzir os adobes, ainda foi adicionado um teor de 10% (em volume) de capim braquiária seco naturalmente e cortado em pedaços de 10 cm.

Tabela 2. Proporção dos materiais – adobe e BTC

Materiais	Adobe-A	Adobe-B	BTC-A	BTC-B
Solo	75%	75%	45%	45%
Areia média lavada	25%	-	45%	-
RCD	-	25%	-	-
RMF	-	-	-	45%
Cimento CP IV	-	-	10%	10%

Para produzir os adobes ainda foi adicionado um teor de 10% (em volume) de capim braquiária seco naturalmente e cortado em pedaços de 10 cm. A massa foi homogeneizada com os pés pelos alunos. A quantidade de água variou em função da trabalhabilidade da massa. Os BTCs foram produzidos em uma prensa hidráulica, modelo PH4C 40x40 T da Hidral-Mac e todos os materiais secos foram mensurados em balança com resolução 10 g e homogeneizados em uma argamassadeira industrial com capacidade para 60 kg de mistura. O percentual de água utilizado variou em torno de 10% do total da massa seca.

Após a secagem dos elementos construtivos, os alunos iniciaram a produção de encaixes e amarrações de alvenaria (5ª e 6ª aulas). Para tal, os alunos produziram uma argamassa de assentamento com cal hidratada (CH-I), terra e areia com a mesma proporção de terra:areia (3:1) utilizada nos adobes mas com 10% de cal, o que resultou no traço 1:2,25:6,75 (cal:areia:terra) em volume.

3.2. Módulo Projetual: PRJ052

Para dar início ao módulo projetual, foi feita a seguinte apresentação: 1) indissociabilidade entre espaço projetado e ambiente construído; 2) pressupostos da coordenação modular, horizontal e vertical e das amarrações das paredes em T, L e cruz; 3) possibilidades formais para as aberturas e coberturas (arcos, abóbodas, etc.); 4) elementos estruturais para as aberturas (cintas, vergas e contravergas); 5) cuidados com as instalações prediais; 6) desafios de se incorporar na representação do projeto arquitetônico e seu processo construtivo.

O projeto a ser desenvolvido foi de uma rádio e uma biblioteca comunitária, em um terreno com dimensões 8m x 8m, com um desnível suave em relação à rua. Para isso, a turma foi dividida em grupos de 3 alunos.

Apesar da apresentação dos pressupostos da coordenação modular, alguns grupos optaram por iniciar seus projetos sem considerar o uso do BTC, o que os levou ao redesenho tão logo perceberam que as medidas dos espaços projetados não poderiam estar dissociadas do tamanho do bloco. Rapidamente, também se deram conta que o projeto não poderia ser desenvolvido por meio de plantas apenas e que as elevações eram necessárias, afinal as decisões relativas às amarrações em T ou L precisavam ser feitas desde o início do desenho arquitetônico.

Tratava-se de um raciocínio em três dimensões, no qual o processo construtivo deveria ser pensado juntamente com o projetual, e isso era novo para os alunos, acostumados a fragmentar o processo de projeto e dissociá-lo da sua execução. Os grupos, então, decidiram abandonar o croqui no papel e o desenho no *autocad* e migraram para o *sketch-up* (figura 1). Um dos grupos optou por construir módulos de isopor com as medidas do bloco e testar manualmente as amarrações pretendidas

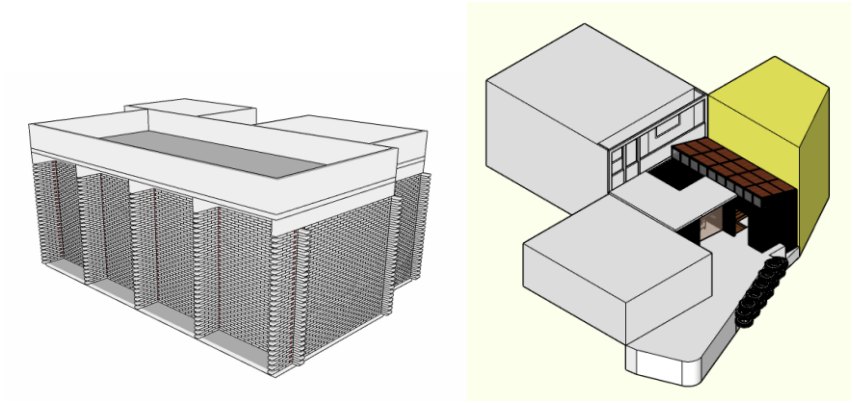


Figura 1. Desenvolvimento dos projetos pelos alunos

A aula seguinte a essa foi de prática construtiva no NPMS, e, com os blocos já produzidos, os alunos puderam construir na escala 1:1 algumas fiadas e novas amarrações entre as alvenarias. Essa atividade trouxe para o módulo projetual um entendimento mais direto sobre o funcionamento do bloco e novas possibilidades de arranjos entre eles (figura 2).



Figura 2. Desenvolvimento dos projetos pelos alunos (acervo das autores)

Outro desafio encontrado pelos alunos deu-se em relação à cobertura da edificação e suas aberturas. A incorporação de soluções formais mais adequadas ao funcionamento do bloco não foi adotada de imediato. A opção por janelas e portas retangulares foi a mais recorrente, e, com relação à cobertura, muitos grupos tendiam pela laje plana impermeabilizada, em uma clara intenção de tentar simplificar essa etapa. Entretanto, os alunos tiveram que se ater com o caminho das águas pluviais e o posicionamento da caixa d'água. Além disso, como o terreno possui dimensões muito pequenas, a ventilação precisou ser pensada juntamente com os telhados, e desníveis e zenitais foram sendo aos poucos incorporadas ao projeto.

Por fim, a representação do projeto também foi objeto de discussão e de experimentações. Como a autoconstrução foi incorporada à disciplina, a linguagem a ser explorada não poderia ser a do desenho técnico, para muitos autoconstrutores (e mesmo para alguns pedreiros da construção civil) trata-se de uma linguagem cifrada de difícil entendimento. O desenho precisava ser tridimensional, e as etapas da construção deveriam ser explicitadas, como em um manual ou guia, em um esquema tipo passo-a-passo.

Essa mudança na representação do projeto era importante não só para o autoconstrutor, mas os próprios alunos, ao desenharem as etapas da construção, tiveram que aprender sobre detalhes construtivos, muitas vezes invisíveis em outros sistemas construtivos. Importante ressaltar que tais detalhes são muitas vezes esquecidos no desenvolvimento dos projetos nas disciplinas curriculares.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Partindo-se do pressuposto que somente se concebe uma boa solução quando se entende como o espaço será construído, é de fundamental importância que os alunos de arquitetura e urbanismo tenham acesso a conteúdos eminentemente práticos associados às disciplinas projetuais. A interação dos alunos com as questões projetuais rebatidas em atividades práticas representou um ganho de entendimento e apreensão construtiva significativo no desenvolver das atividades dos módulos tecnológico e projetual.

Logo na segunda aula, quando os alunos precisaram retirar o solo, peneirar e fazer testes expeditos (teste do vidro) foi perceptível o impacto que as atividades surtiram no processo de entendimento do espaço construído. O tempo despendido, o esforço físico, a análise tátil e visual do solo levou aos alunos uma nova compreensão da arquitetura de terra como tecnologia possível e tangível.

Na produção dos adobes, os alunos puderam vivenciar a prática em sua forma mais artesanal, analisar a consistência do solo, avaliar a quantidade de materiais adicionados, a moldagem dos elementos e realizar o acabamento final (figura 3).



Figura 3. Produção dos adobes (acervo das autoras)

Durante a moldagem e a produção dos BTCs, os alunos puderam perceber que a quantidade de água adicionada e a proporção terra:areia alterou a consistência da mistura dos adobes para os blocos compactados, que necessitariam de menos água e de uma mistura mais seca. Ao contrário dos adobes, os BTCs puderam ser transportados ao local de armazenamento (cura em ambiente de laboratório, protegidos de incidência direta do sol) onde ficaram por 15 dias. Na figura 4, podem-se perceber as diferenças de tonalidade e de textura dos BTCs produzidos com RCD e com RMF.



Figura 4. BTCs produzidos com RMF (esquerda) e com RCD (direita) (acervo das autoras)

Após a secagem (parcial) dos BTCs e dos adobes, os alunos já iniciaram a construção de encaixes e de amarrações à semelhança das alvenarias convencionais e puderam trabalhar outros conceitos, como prumo, modulação e estabilidade, tão importantes na construção de vedações. Alguns alunos tiveram dificuldades técnicas à primeira vista, principalmente em relação às amarrações possíveis, contando com blocos e meio blocos. Logo perceberam como seria importante que os BTCs também tivessem um bloco especial (1 bloco e meio) para melhor travamento de encontros em T. Ou seja, não basta produzir elementos em terra crua pensando na sustentabilidade das construções sem que haja um planejamento/paginação anterior à essa etapa que evite o desperdício e o corte desnecessário de blocos. Na figura 5, pode-se perceber o esforço dos alunos na montagem das amarrações.



Figura 5. Produção das amarrações com BTCs e adobes (acervo das autoras)

Com relação aos avanços percebidos ao longo do módulo projetual, a incorporação do BTC no desenvolvimento das propostas provocou um raciocínio projetual mais complexo e amplo, no qual os ditos detalhes construtivos passaram a ser pensados e resolvidos desde o início do processo.

Quem, como e quais são as etapas de uma construção foram sendo percebidas como parte integrante do projeto arquitetônico. O projeto arquitetônico, além de traduzir boas ideias espaciais, precisa ser executivo e, consequentemente, atento ao meio ambiente já construído e em transformação. Espera-se que esse entendimento seja levado sempre para as disciplinas de projeto.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aproximação das atividades tecnológicas com as atividades de projeto no curso de Arquitetura e Urbanismo é cada vez mais importante e urgente para que se possa dar mais materialidade a assuntos tratados, em via de regra, de forma abstrata. Normalmente desenvolvidas de forma dissociada incorrem num alto risco de não produzir aprendizado de fato para os alunos.

Percebe-se que ao final do processo, os alunos se tornaram tecnicamente capazes de decidir pela construção em terra tendo em vista as demandas construtivas e projetuais desse tipo de solução. Muitos mitos negativos sobre o uso da terra foram desmontados. Foi possível, também, apresentar a complexidade ligada a esse sistema construtivo, seus desafios tecnológicos, campos possíveis de pesquisa e negócios.

Além disso, a articulação dessas disciplinas à realidade das ocupações urbanas autoconstruídas é fundamental para a interlocução da academia com a população mais pobre do país.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ghattas, M. H. (2016). Sensibilização e capacitação: dois lados de uma mesma moeda. VI Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil. TerraBrasil 2016. Anais... Bauru: Terra Brasil/UNESP, p.

Mendes, C.; Veríssimo, C.; Bittar, W. (2008). Arquitetura no Brasil - de Cabral a Dom João VI. Rio de Janeiro : Imperial Novo Milênio.

Minke, G. (2015). Manual de construção com terra: uma arquitetura sustentável. São Paulo: B4 Editores

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem o apoio dado pelo CNPQ e Proex/UFMG (EDITAL CNPq/ MCTI Nº 01/2016, Ciências Humanas, Sociais e Sociais Aplicadas)

AUTORES

Marcela Silviano Brandão Lopes, doutora em "teoria, produção e experiência do espaço" pelo npgau da escola de arquitetura da UFMG . Professora adjunta da mesma instituição. Engenheira civil (UFMG) 1986, arquiteta urbanista (faculdades integradas Izabela Hendrix), 1995. Pesquisadora dos grupos indisciplinar e praxis da EAUFMG. Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/7044369167732210

Rejane Magiag Loura, doutora em ciências s técnicas nucleares, EEUFMG, 2012; mestre em ciências e técnicas nucleares, EEUFMG, 2006; arquiteta e urbanista EAUFMG 2003. Professora adjunta do departamento de tecnologia do design, da arquitetura e urbanismo. Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/1205543668318518

Sofia Araújo Lima Bessa, doutora em engenharia urbana, mestre em arquitetura, urbanismo e tecnologia; arquiteta-urbanista e técnica em edificações; professora do departamento de tecnologia do design, da arquitetura e do urbanismo (TAU) da Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais (EAUFMG). Coordenadora do Núcleo de Pesquisas em Materiais Sustentáveis - NPMS (Fazenda Modelo/ UFMG). Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/1142385823563089.

PROGRAMA DE CAPACITAÇÃO DE MÃO DE OBRA NO ASSENTAMENTO ROSELI NUNES EM MATO GROSSO

Ana Paula Livero Sampaio[1]; Dilênia Antônia Lara Pinto[2]

[1]Espaço Gayananda – Cuiabá, MT/ PPG-FAU, UNB- Brasília, DF- Brasil, ana.livero@gmail.com

[2]Espaço Gayananda – Cuiabá, MT/ Brasil, dilenia.lara@gmail.com

Palavras-chave: bioconstrução, sustentabilidade, comunidade rural, projeto participativo.

Resumo

O presente estudo tem como objetivo documentar o projeto de construção da sede administrativa da Associação Regional de Produtores Agroecológico, fundamentado nos princípios da bioconstrução, o que possibilitou a capacitação de mão de obra local. A associação localizada no assentamento Roseli Nunes, próximo a cidade Mirassol D'Oeste, em Mato Grosso, pôde receber a capacitação de mão de obra especializada em construção com terra por meio de instituições apoiadoras, que possibilitaram as oficinas com técnicas específicas realizadas em cada etapa do projeto executivo. Como metodologia adotou-se oficinas teóricas e práticas para a capacitação, seguindo o projeto arquitetônico com técnicas de construção com terra e conceitos bioclimáticos, elaborado anteriormente junto com os assentados. O desenvolvimento dos trabalhos ocorreu dentro das seguintes etapas do cronograma físico: fundação; alvenaria em terra ensacada; cobertura verde; tratamento ecológico do esgoto; revestimentos com materiais naturais; pintura de terra. Assim, realizava-se a construção precedida das oficinas em cada etapa. Este sistema proporcionou à comunidade, tanto o atendimento de uma necessidade quanto ao espaço físico para a associação, como a capacitação de mão de obra em construções com baixo impacto ambiental e o uso de materiais locais. Podendo então construir, além das obras comunitárias, suas próprias casas com baixo custo, confortável e saudável. Observa-se a importância de fazer uso dos materiais naturais locais, principalmente nas zonas rurais, pelas dificuldades dos acessos e logísticas para levar os materiais industrializados dos centros urbanos até o local, sendo que estes, além de exigirem maior recurso financeiro, resultam em construções, sem conforto térmico, pequenas, insalubres e que não atendem as reais necessidades humanas. Resgatar as antigas formas de construir, com tecnologias apropriadas do presente, traz sabedoria, união, solidariedade, saúde e um ambiente confortável. Que dialogam muito bem com o trabalho da agroecologia familiar.

1 INTRODUÇÃO

A capacitação de mão de obra para construção civil com princípios da sustentabilidade dentro de um assentamento rural permeia sobre a real necessidade das comunidades rurais em ter construções que proporciona o mínimo impacto ambiental local e baixo custo. Na visão de Andrade, Loureiro, Silva e Machado (2016) o grande desafio da sustentabilidade no nível planetário passa pela produção do habitat humano que promova o equilíbrio entre a relação cidade-campo.

Andrade et al. (2016) explica que o urbanismo agrário é um novo conceito que envolve produção de alimentos não apenas como um meio de sobrevivência ou geração de renda, mas como uma base para promoção da vida e para estruturar os lugares em que se vive, envolvendo o campo e a cidade. Nesse ponto o autor se refere ao planejamento sustentável para a comunidade, intensificando a atividade agrícola do campo à cidade, com diferentes níveis de ocupação, resultando em benefícios econômicos, ambientais e sociais.

A permacultura, segundo Mollison e Slay (1998), consiste em um modelo de desenho que se conduz em estratégias e arranjos naturais do local, com o entorno, tendo por prioridade a concepção de espaços com multiplicidade funcional. Nas áreas rurais, torna-se mais simples a aplicação desses princípios, uma vez que se pode planejar e criar condições adequadas para seu desenvolvimento ao longo do tempo.

O presente trabalho teve por objetivo documentar o conhecimento e aprendizagem da comunidade Roseli Nunes, em Mato Grosso, através da capacitação da mão de obra com técnicas construtivas de princípios sustentáveis, visando o uso dos materiais disponíveis na própria região, viabilidade econômica e participação de toda comunidade.

2 ASSENTAMENTO ROSELI NUNES EM MATO GROSSO

O Assentamento Roseli Nunes, com 10.611 hectares, ocupa áreas dos municípios de Mirassol D'Oeste (75,84%), São José dos Quatro Marcos (18,47%) e Curvelândia (5,70%), todos integrantes da região Sudoeste do Estado de Mato Grosso (figura 1). Foi criado em 2 de abril de 2001, tendo a capacidade de assentar 331 famílias, estando hoje com sua capacidade quase alcançada, com 330 famílias (Nascimento et al., 2014).

A região Sudoeste do estado de Mato Grosso engloba três biomas brasileiros: Amazônia, Cerrado e Pantanal, sendo que o assentamento está localizado em sua totalidade no bioma da Amazônia (IBGE, 2018) e também em quase sua totalidade na bacia hidrográfica do rio Cabaçal, afluente do rio Paraguai, formador do Pantanal Mato-grossense (Nascimento et al., 2014).

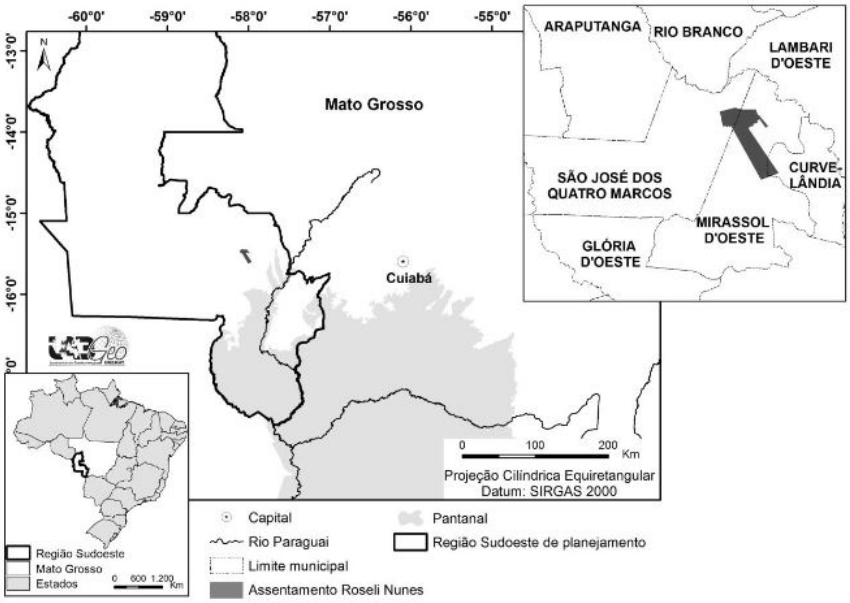


Figura 1: Mapa de localização do assentamento Roseli Nunes (Nascimento et al., 2014).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Dentre as metodologias para o processo participativo, a abordagem do projeto arquitetônico apresenta-se como uma importante ferramenta de aproximação com as comunidades, das quais a equipe de profissionais, juntamente com a comunidade, produze o programa de necessidade, soluções, técnicas construtivas, adequado a cada projeto (Andrade et al., 2016).

A grande importância desta parceria é vivenciar os reais desejos e necessidade da comunidade e poder trocar informações sobre o saber local, regaste de memórias e conhecimentos herdados de outras comunidades. Desde os primeiros encontros, as análises dos materiais disponíveis no local foram consideradas, determinando a escolha da técnica construtiva, de acordo com potencial natural do local.

Capacitar as pessoas da comunidade para que elas próprias possam construir o projeto, utilizando para isso princípios mais sustentáveis, tornou-se objetivo principal da metodologia aqui aplicada.

O método de processo de projeto foi dividido em quatro fases: (1) reuniões, visitas ao

assentamento, análise do local, elaboração do programa de necessidade para o projeto técnico de forma participativa e reuniões para aprovação do projeto pela comunidade; (2) primeira oficina, palestras com introdução à construção sustentável, princípios da bioconstrução e técnicas da construção com terra. Atividade prática com execução da fundação e alvenaria com terra ensacada; (3) segunda oficina, palestras com o tema coberturas verdes e saneamento ecológico. E atividade prática com execução do tanque de evapotranspiração, teto verde e reboco grosso; (4) terceira oficina, com palestras sobre revestimentos naturais, no qual foi colocado em prática as técnicas: reboco fino, argamassa natural e pintura de terra.

Foram realizadas oficinas com capacitação da mão de obra para autoconstrução. Prática e gestão a partir do cronograma desenvolvido pela comunidade em harmonia com as atividades cotidianas.

Segundo Souza (2009), o processo de diagnóstico e planejamento em comunidades rurais e, especificamente, em assentamentos de reforma agrária, deve promover a libertação e a emancipação dos atores envolvidos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O assentamento Roseli Nunes possui como atividade principal a agricultura familiar e a pecuária. Dentro do limite rural possui algumas associações e cooperativas. O trabalho relatado no artigo foi desenvolvido pela Associação Regional de Produtores Agroecológico (ARPA) que luta por infraestruturas e melhorias ao trabalho desenvolvido pela comunidade

Com esse propósito a ARPA conseguiu recursos através de instituições apoiadoras para um programa de capacitação de mão de obra, no qual o interesse afluiu-se para construções sustentáveis.

Diante da demanda apresentada, foram convidados profissionais para ministrar e desenvolver um projeto participativo com conceitos de permacultura e bioconstrução, cuja apresentação logo se convergiu ao interesse de toda comunidade.

Iniciou-se o processo participativo com visitas para conhecer o local e a comunidade, no qual se estabeleceram diálogos e confiança. Durante as visitas foram desenvolvidos, junto à comunidade, o programa de necessidades, a catalogação dos materiais disponíveis na região e o estudo de projeto das infraestruturas a serem construídas.

4.1 Fase 1: Elaboração dos projetos técnicos de forma participativa

Esta primeira fase mostrou-se muito importante, pois foi a partir das necessidades locais que foi escolhido o que se necessitava aprender, o tempo que iria demandar, o cronograma a ser elaborado e como se estruturariam as próximas fases.

Com o projeto aprovado, o cronograma foi definido em três oficinas. Na figura 2 pode-se visualizar a perspectiva 3D do projeto arquitetônico aprovado pela comunidade que consiste na sede da associação com: sala de reunião e espaço para administração, conjunto de banheiros para atender as infraestruturas e reforma do salão existente.

4.2 Fase 2: Primeira oficina do Programa de capacitação de mão de obra

Após a aprovação do projeto arquitetônico pela comunidade, foi realizada a primeira oficina com uma palestra sobre bioconstrução: conceito, história, exemplos, locais que mais se constroem com terra, materiais utilizados, técnicas construtivas e procedimentos para escolha da técnica mais adequada para cada local. Foi distribuída uma cartilha para cada participante e informado as técnicas que seriam utilizadas nesse projeto e o cronograma que seria executado.

Entende-se por solo ou terra, todo material da crosta terrestre proveniente da decomposição de rochas constituído por elementos minerais e/ou orgânicos. As características do solo

dependem da rocha de origem, clima e relevo, o que leva a especificidade de cada construção, pelo tipo de solo do local.



Figura 2: Implantação das infraestruturas a serem construídas durante o programa de capacitação da mão de obra

Há diversas recomendações, seleção, observação e caracterização do solo no campo. De acordo Neves et al. (2009), é através do tato e da observação visual que se faz a classificação inicial, a qual é melhorada através de outros testes expeditos.

No programa foi adotado para a classificação do solo o teste que utiliza um pote de vidro, porção de terra coletada e água. Após 24 horas em repouso, podem-se observar, no pote, as proporções das camadas do solo.

Com este ensaio constatou-se que o solo do local é arenoso com uma média de 20% de argila. Observou-se também a presença de muitos blocos de terra de cupinzeiro, cuja terra extraída destes locais, depois de destorroada e peneirada, pode ser adicionada à terra arenosa local para complementar a falta da argila na proporção final. Foi adotado o traço em volume de 8:2, sendo 8 baldes de terra arenosa e 2 baldes de terra de cupinzeiro.

Optou-se pela técnica da terra ensacada, que tem como indicado por Hunter e Kiffmeyer (2004) o solo arenoso com até 30% de argila. Foi utilizado o sistema de sacaria continua de tela plástica de polietileno de alta densidade tipo malha raschel (PEAD-MR) de 40 cm de largura (Santos, 2015). Esta malha permite maior atrito entre as partes, facilitando a aderência entre as camadas.

Esta técnica consiste no preenchimento dos sacos com a terra dosada e estabilizada, com umidade por volta dos 10%, fortemente compactada. Segundo Hunter e Kiffmeyer (2004), as principais vantagens desta técnica são: pode ser usada em regiões sísmicas; não é necessário esperar a camada anterior secar; permite parâmetros de umidade mais amplos; tem menos especificidades no tipo de mistura de solo; e ótimo conforto térmico; sendo de fácil compreensão, rápida execução e não requer mão de obra especializada. Como desvantagem, tem-se o uso de grande volume de terra e esforço físico, porém torna-se ideal para comunidades com disponibilidade de maior quantidade de terra e mão de obra. Neste tipo de técnica as paredes sobem rapidamente, o que foi bastante conveniente para este programa, pois não havia recursos para realização de mais oficinas.

Iniciou-se a prática com a locação da obra, fundação em sapata corrida com concreto e pedra de mão. A sapata corrida é apropriada para a construção com solo estabilizado e paredes largas. Sobre o concreto ciclópico, foi executada a parede de terra ensacada com 10% de cimento até o nível do baldrame. Este procedimento se repetiu, nas duas fiadas após o baldrame, vergas, contra vergas das esquadrias e no fechamento das paredes.

O solo da região é arenoso, compacto e firme, com nível de lençol freático profundo, não havendo necessidade de execução de drenagem. Para evitar infiltração nas paredes, usou-

se lona vinílica com 200 micra sobre a fundação no nível do baldrame. Nesta primeira oficina, foi executada a fundação e levantado 50 cm de parede, até o nível do baldrame (figura 3). Foram locadas as portas e janelas, uma vez que os batentes deveriam estar fixados nas paredes.



Figura 3: Finalização da primeira oficina do programa de capacitação de mão de obra

4.3 Fase 3: Segunda oficina do Programa de capacitação de mão de obra

Iniciou-se a segunda oficina com uma palestra, entrega de apostilas e roda de conversas sobre as técnicas construtivas da etapa: teto verde; tanque de evapotranspiração e reboco grosso natural.

a) Telhado verde

Um telhado verde é uma alternativa viável e sustentável perante os telhados e lajes tradicionais, pois facilita o gerenciamento de grandes cargas de águas pluviais, desencadeando em melhorias térmica, serviços ambientais e novas áreas de lazer. (Nascimento; Freitas; Schmid, 2008).

A temperatura amenizada pelos telhados verdes melhora o conforto térmico no interior do ambiente. Considerando a alta temperatura na região pantaneira, a proposta de um telhado verde nestas comunidades é bem apropriada, trazendo os beneficios citados e também vem quebrar um paradigma, de que ter um telhado verde é somente para residencias de alto padrão, com lajes de concreto armado e plantas ornamentais caríssimas.

Para explorar o potencial do material local, optou-se por fazer a cobertura toda em madeira Itauba (*Mezilaurus itauba*), abundante na região. A madeira foi utilizada tanto para as vigas como para o forro (em tábuas) e as tábuas do beiral da cobertura. Procedeu-se então a impermeabilização colocando primeiro uma manta geotextil fina com a finalidade de proteger as lonas impermeabilizantes de qualquer material agressivo ou pontiagudo da madeira. Sobre esta, instalou-se uma lona tipo leve para carga de 300 micra e lona tipo UV, usada para estufa na agricultura. Concluida essa etapa, foi colocado uma lona de PVC reciclado anteraizes, garantindo assim a impermeabilização do sistema. Para a drenagem do excesso de água na cobertura, foram utilizados 4 flanges de 50 mm, sendo duas numa lateral e outras duas na lateral oposta, no sentido do caimento do forro, na ordem de 1% (figura 4).

Como cobertura vegetal, usou-se substrato preparado por eles para agricultura familiar e para forração, plantas rasteiras nativas retiradas do próprio local da obra, como exemplo as espécie: onze-horas (*Portulaca grandiflora*), beldroega (*Portulaca oleracea*), que são floridas e bastante resistentes à seca, obtendo assim um telhado verde bastante original.



Figura 4: Execução do telhado verde

b) Tanque de evapotranspiração (TEvap)

Um grande problema ambiental à ser equacionado refere-se ao tratamento do esgoto. No sistema convencional, fossa séptica e sumidouro, o esgoto é parcialmente tratado, diminui de 50% a 70% os agentes patológicos (coliformes fecais), e 70% a 85% de gorduras graxas, (NBR 7229, 1993), sendo o efluente final infiltrado, contaminando o lençol freático, ou lançado nos corpos de água. Isto provoca impactos ao meio ambiente e a saúde da população (Esrey et al., 1998).

Seguindo os preceitos da permacultura (Molison; Slay,1998), o saneamento ecológico é usado no tratamento de todo esgoto da construção, tendo como enfoque principal o aumento da disponibilidade hídrica pela economia de água e proteção dos recursos hídricos pelo não lançamento de esgoto – tratado ou não – nos cursos de água, possibilitando a reutilização racional de todos os nutrientes presentes nas excretas (Winblad; Simpson-Herbert, 2004).

Dentre as técnicas do saneamento ecológico, considerou-se mais apropriada para o assentamento, que tem como princípio a agroecológica, a bacia de evapotranspiração para o tratamento das águas negras, oriundas do vaso sanitário, e vala de infiltração para águas cinzas, dos demais usos, chuveiro, lavatório.

A bacia de evapotranspiração trata-se de um sistema simples, eficiente, de baixo custo, difundidas em diversos países, podendo utilizar materiais descartados de construções. Consiste num sistema fechado em que o esgoto entra em uma câmara, que pode ser de pneus reutilizados ou tijolos cerâmicos furados, onde a matéria orgânica sólida é decomposta pelas bactérias anaeróbicas, resultando um efluente rico em nutrientes que, passando por um filtro natural composto por entulhos ou pedras, brita, areia e terra vegetal, pode ser usado para alimentar plantas, como a bananeira, taioba e outras espécies, cujas folhas largas transpiram, voltando a água para a atmosfera, fechando assim o ciclo. Por isso o nome de bacia de evapotranspiração (Richer; Gilmar; 2017).

O TEvap tem a sua capacidade dimensionada preliminarmente considerando 2,0 m^3/pessoa (Richer; Gilmar; 2017). Há cálculos mais técnicos utilizando a fórmula que segue as recomendações proposta pela NBR 7229 (1993).

$$V = 1000 + N \times (C \times Td + K \times Lf) \quad (1)$$

Em que:

V = volume útil (L);

N = número de pessoas ou unidades de contribuição;

C = contribuição de despejos, em L/pessoa x dia ou em L/unidade x dia;

Lf = contribuição de lodo fresco, em L/pessoa x dia;

Td = período de detenção (dias);

K = taxa de acumulação total de lodo, em dias;

A edificação construída possui um escritório e dois banheiros, que atendem a associação dos produtores rurais e, eventualmente, no caso de reunião de trabalho ou social dos associados, pode abrigar até 150 pessoas. Os sanitários podem ser utilizados por até 2 pessoas.

Considerando estes dados, usando as tabelas para a fórmula acima chega-se ao volume de 2,0 m^3. Preferiu majorar e considerar seu dimensionamento para o caso de quatro usuários de uma família padrão. O TEvap, ficou com dimensão interna de (1,3 m X 6,0 m) X 1,0 m de altura.

As paredes de fechamento foram executadas em alvenaria de tijolos cerâmicos de 8 furos, revestida com argamassa impermeabilizada. O fundo foi apiloado e concretado com impermeabilizante (figura 5).



Figura 5: Execução do tanque de evapotranspiração

A câmara foi executada com tijolos cerâmicos furados assentados a 45 graus em três fiadas de cada lado e selado em cima com telhas cerâmicas de cumeeira. Posicionada bem no centro do tanque no sentido longitudinal, a câmara recebe a tubulação do esgoto em sua lateral no sentido longitudinal. As laterais foram preenchidas com pedra tipo pedra de mão até a altura do topo da câmara, e finalizou-se com camadas de 10 cm de brita, 15 cm de areia e 30 cm de terra vegetal. Entre a brita e a areia foi colocado uma manta filtrante para evitar mistura e compactação dos materiais, mantendo os vazios, permitindo que o efluente circule levando os nutrientes até as plantas. Seguiu-se plantando as mudas das bananeiras e taioba.

c) Reboco grosso natural

Seguindo a premissa da construção com materiais naturais locais, o reboco natural tem papel fundamental como agente de proteção às paredes de terra, que são consideradas

erroneamente como pouco duráveis. Segundo Rodrigues e Henriques (2005, s.p.), “o bom funcionamento de uma parede de terra requer a existência de barreiras que possam evitar ou limitar o seu contato direto com elementos com tendência de promover a sua deterioração.”

A argamassa para o reboco é uma mistura de materiais inertes (agregado miúdo) com materiais aglomerantes e água. Na construção atual usa-se o cimento e cal como aglomerante e areia como material inerte. O uso de argila e outros de origem natural são condenados. Porém na história temos construções seculares com argamassas constituídas por diversos materiais como pó de mármore, carvão, leite, palha, pelo animal, açúcar, sebo urina, resina, óleos, cerveja, cabelo, excremento, fibras, gesso (Santiago, 2007).

Uma das vantagens da construção com terra é que ela torna uma casa viva, permite que o ar da atmosfera circule entre ela, ou seja, que ela respire, controlando a umidade mantendo a casa fresca no verão e quente no inverno, diferente do uso do cimento que cela os poros das paredes. Segundo Rodrigues e Henriques (2005, s.p.), uma edificação bem construída é dotada de “boas botas”, “bom chapéu “e “boa pele”(argamassas de revestimento, que protejam seus suportes, respeitando sua dinâmica higrotérmica)” e diz mais: “apresenta propriedades higrotérmicas que contribuem para a regularização do conforto térmico e para a exploração de mecanismo com funcionamento bioclimático e ainda boas características relativamente ao isolamento acústico a sons aéreos, devido amassa associada a este tipo de construção.”

Na composição da argamassa de revestimentos devem-se considerar algumas exigências técnicas para que ela seja compatível com o suporte especifico que será aplicada. “O módulo de elasticidade deverá ser menor ou igual ao do suporte, decrescendo do interior para o exterior nas várias camadas que constituem o reboco”. De acordo com Sabbatini (1984), elasticidade é a capacidade que a argamassa, no estado endurecido, apresenta em se deformar sem apresentar ruptura quando sujeita a solicitações.

Outro fator a ser considerado é quanto a trabalhabilidade, segundo Rodrigues (1999) a argamassa deve ter uma trabalhabilidade aceitável, sem que para tal seja necessário adicionar água em excesso, por forma a poderem ser aplicadas sem recorrer a métodos complicados ou a utilização de mão de obra especializada. Os fatores que afetam internamente a trabalhabilidade das argamassas são: a quantidade de água, que é, em geral, definida em razão da consistência mais adequada, a granulometria e também a proporção entre os agregados e aglomerantes contidos nas misturas. Já os fatores externos se referem ao preparo da mistura, à sua rugosidade, absorção e modos de aplicação das argamassas (Veado, 2008).

O local é riquíssimo em materiais naturais para compor excelentes argamassas. Nesta fase, o interessante foi que a comunidade contribuiu muito com suas próprias experiências no uso destes materiais, assim houve um consenso determinando quais materiais e traço a ser utilizado. Optou-se por usar 8 baldes de terra peneirada, 1 balde de terra de cupinzeiro, 1 balde de cinza peneirada, 2 baldes de esterco.

Procedeu a mistura dos materiais no centro da obra sobre uma lona e todos participando numa alegria contagiante. Com as mãos a argamassa foi aplicada nas paredes umedecida. A argamassa ficou de ótima qualidade e numa espessura que cobriu os gomos da terra ensacada, ficando a parede toda reta.

4.4 Fase 4: Terceira oficina do Programa de capacitação de mão de obra

Nesta última oficina de capacitação a equipe já estava bem entrosada e bastante animada, sentindo o sonho tomando forma. As paredes rebocadas e o teto verde, florido. O reboco grosso não apresentou nenhuma deformação, nem fissuras, estando apto para receber o reboco fino. Foi apresentada a palestra sobre os revestimentos e pintura natural, junto com a entrega do material.

a) Reboco fino

O reboco fino tem a função de preencher possíveis fissuras do reboco grosso, principalmente no caso de construções com terra, com uma camada de argamassa de textura fina e maleável, preparado para receber a pintura.

Em pesquisa pela região, encontrou-se terra argilosa e cactos palma, para a impermeabilização. Definiram-se então os materiais e traço para o reboco fino: 6 baldes de terra argilosa peneirada, 2 balde de terra de cupinzeiro, 1 balde de cinza peneirada, 2 baldes de esterco, 1 balde de grude de cactos.

A argamassa preparada foi aplicada com colher de pedreiro e desempenadeira, revelado aqui aptidões dos participantes, o que resultou num revestimento liso e bem acabado (figura 6). Para melhorar ainda mais o revestimento, preparou-se uma pasta de cal virgem hidratada com areia fina peneirada, substituindo a massa corrida usada nas construções convencionais. A cal virgem foi colocada na água por 3 dias, na proporção de 1 balde de cal virgem e 8 baldes de água. Para a mistura foram usados 1 balde da pasta de cal e 2 baldes de areia.



Figura 6: Execução do revestimento natural (2017)

b) Tinta de terra

A oficina de pintura com tinta de terra foi o fechamento das inúmeras possibilidades de produtos que a terra oferece.

Para o preparo das tintas foram feitas várias coletas de terra com deferentes cores. Também foram coletados pigmentos naturais, como açafrão e urucum, e preparado o grude da fécula de mandioca.

As tintas foram preparadas com cola branca pura e com grude da fécula de mandioca. A tinta feita com grude foi aplicada somente em paredes e tetos do interior dos espaços, enquanto as tintas de cola branca foram aplicadas nas paredes externas.

Como tecnologia social, a tinta de terra pode ser aplicada em várias superfícies, inclusive das moradias existentes na comunidade. Além das vantagens de não agredir a natureza, ser antialérgica, não possuir cheiro, é absolutamente acessível à população de baixa renda.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi documentar o processo da capacitação da mão de obra para construções, com principios sustentáveis e da bioconstrução, através de um projeto participativo no assentamento rural Roseli Nunes, Mato-Grosso. Todo o processo se mostrou muito rico em troca de experiências e aprendizado. A capacitação trouxe

conhecimento das técnicas construtivas, compartilhamento dos saberes e experiências próprias de cada um e um momento de aprendizado coletivo. A experiência foi bastante enriquecedora para a Associação Regional de Produtores Agroecológico (ARPA).

Proporcionar o conhecimento da sustentabilidade, com tecnologias de baixo impacto ambiental, arquitetura com maior conforto, com apropriação de materiais locais, naturais, naturais, de fácil acesso e de baixo custo, é apresentar soluções que mais se adequam ao meio e as necessidades de um assentamento rural.

Principalmente o processo, de baixo custo e mínimo impacto ambiental compreende produtos, técnicas e metodologias que visam a transformação social, favorecendo a organização das comunidades, desenvolvendo a criatividade e ocasionando a melhoria da autoestima dos envolvidos, além de proporcionar alternativa de renda.

A experiência aponta que sejam ampliados os projetos de capacitação de mão de obra para autoconstrução com princípios sustentáveis em assentamentos rurais, a fim de levar conhecimento, autonomia, sustentabilidade e atividade participativa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade, L. M. S. de; Loureiro, V. R. T.; Silva, C. F.; Machado, L. F. (2016). Da realidade ao sonho: uma tentativa de planejamento participativo do parcelamento do solo para a Ecoagrovila Renascer desenvolvido pelo EMAU/CASAS/FAU/UnB. Habitat no Campo, nas Águas e nas Florestas. Panaroá vol.17, Brasília-DF.

Esrey, S. A.; Gough, J.; Rapaport, D.; Sawyer, R.; Simpson-Hébert, M.; Vargas, J.; Winblad, U (1998). Ecological sanitation. Stockholm: Swedish International Development Cooperation Agency. Disponivel em http://www.ecosanres.org/pdf_files/Ecological_Sanitation.pdf

Hunter, K.; Kiffmeyer, D. (2004). Earthbag building: the tools, tricks and techniques. Canadá: New Society Publishers

IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Biomas do Brasil. Disponível em http://ww2.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm

Mollison, B.; Slay, R. M. (1998). Introdução à permacultura. Brasília: MA/ SDR/ PNFC

NBR 7229 (1993). Projeto construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Nascimento, I. S.; Neves, S. M. A. da S.; Cruz, C. B. M. Neves, R. J.; Kreitlow, J. P.; Dassoller, T. F. (2014). Conservação das áreas de preservação permanente no Assentamento Roseli Nunes, região sudoeste do Estado de Mato Grosso. Cardernos de Agroecologia, [S.I.], v.9, n.4. Disponível em http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/16434

Nascimento, W. C. do; Freitas. M. do C. D; Schmid, A. (2008). Coberturas verdes: a renovação de uma ideia. Paraná: Universidade Federal do Paraná

Neves, C., Faria, O. B., Rotondaro, R., Cevallos, P. S., Hoffmann, M. V. (2009). Seleção de solos e métodos de controle na construção com terra – práticas de campo. PROTERRA.

Richer, W. S.; Gilmar, O. S. (2017). Dimensionamento e construção de tanque de evapotranspiração para o tratamento de esgoto sanitário. Trabalho de conclusão de curso, Faculdade de Engenharia Ambiental da UniRV

Rodrigues, P. F. (1999). Problemática dos revestimentos de paredes em construções de terra crua. Jornada Construções com Terra Aditivada – A Terra como Material de Construção de Edifícios. Lisboa: IST.

Rodrigues, P. F.; Henriques, F. M. A. (2005). Condicionantes da conservação de construções em terra. 4º Seminário Ibero-Americano de Construção com Terra. Monsaraz: Fundação Convento da Orada, Escola Superior Gallaecia, PROTERRA

Sabbatini, F. H. (1984). O processo construtivo de edifícios de alvenaria estrutural sílicocalcária. Dissertação de mestrado. São Paulo: Escola Politécnica, USP

Santiago, C. C. (2007). Argamassas tradicionais de cal. Salvador: Editora da Universidade Federal da Bahia

Santos, C. A. (2015). Construção com terra no Brasil: Panorama, normatização e prototipagem com terra ensacada. Dissertação de mestrado. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina

Souza, M. M. de O. (2009). A utilização de metodologias de diagnóstico e planejamento participativo em assentamentos rurais: o diagnóstico rural/ Rápido participativo (DRP). Uberlândia: Em Extensão, v. 8, n. 1, p. 34 - 47

Veado, F. de C. (2008). Resgate das técnicas construtivas e a importância dos materiais remanescentes das argamassas utilizadas nas confecções das paredes de barro e dos revestimentos das edificações históricas - uma abordagem epistêmica. Dissertação de mestrado. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais

Winblad, U.; Simpson-Hébert, M. (eds) (2004). Ecological sanitation - revised and enlarged edition. Stockholm: Stockholm Environment Institute. Disponível em http://www.ecosanres.org/pdf_files/Ecological_Sanitation_2004.pdf

AUTORES

Ana Paula Livero Sampaio, graduada em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade do Estado de Mato Grosso- UNEMAT, Técnica em Edificações Prediais pelo Centro Estadual de Educação Profissional e Tecnológica-CEPROTEC, Pós-graduanda Reabilitação Ambiental Sustentável Arquitetônica e Urbanística pela Universidade de Brasília- UNB. Pesquisadora da Arquitetura indígena Kayapó Mekrãgnoti, integrante do Espaço GayaNanda em Cuiabá-MT. Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/0674917999889495

Dilênia Lara, Engenheira civil formada pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), especialização em Saneamento Ambiental. Participou de cursos de Bioconstruções, Construções Naturais e Ecovilas pelo IPEC, TIBÀ e Gaia Education. Trabalhou na Sinfra-MT, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), empresa Acquavix - Engenharia Ambiental. Criou o Espaço GAYANANDA em Cuiabá- MT, com foco nas Bioconstruções.

FORMAÇÃO DE TRABALHADORES DA CONSTRUÇÃO CIVIL: TAIPA DE MÃO E AUTONOMIA NA REFORMA DO ESPAÇO CULTURAL JARDIM DAMASCENO

Victor Presser[1], Cássio Abuno[2]

Escola Sem Muros, Brasil

[1]vapresser@gmail.com; [2]yugo.abuno@gmail.com@gmail.com

Palavras-chave: Escola, canteiro, taipa de mão

Resumo

O presente artigo discute um plano pedagógico para o "curso prático de formação para a autonomia de trabalhadores da construção civil", que será realizado durante a reforma das paredes de vedação do Espaço Cultural Jardim Damasceno, com emprego da técnica da taipa de mão. Este artigo busca discutir processos pedagógicos e metodologias de ensino aplicadas para a formação de trabalhadores da construção civil, que sejam emancipadoras, libertárias, que promovam autonomia e resgatem culturas construtivas através da prática da técnica da taipa de mão, de maneira a refletir sobre: as implicações das relações de trabalho neste canteiro; a dimensão socioeconômica da cadeia produtiva da taipa de mão; e o impacto ambiental causado pela escolha desta técnica. Para tanto, foram revisados materiais de referência sobre: identificação e seleção de solos; técnica do entramado com bambu para taipa de mão; preparação do traço e barreamento para a taipa de mão; organização de canteiros pedagógicos e relações horizontais de trabalho; construção agroecológica e culturas construtivas tradicionais. Deste trabalho resulta um plano pedagógico libertário que explora as possibilidades de uma técnica de construção específica, a taipa de mão, buscando a formação de trabalhadores da construção civil que sejam autônomos, artistas livres, sujeitos de sua própria produção e existência, inseridos em relações de trabalho horizontais e não-alienantes, cadeias produtivas locais e de baixo impacto ambiental.

1 INTRODUÇÃO

Para elucidar este artigo, esta introdução busca contextualizar e territorializar a reforma do Espaço Cultural Jardim Damasceno (ECJD), a partir do planejamento do programa Escola Sem Muros. Como num espetáculo teatral, apresenta-se nesta introdução o palco, a trupe e a peça.

1.1 O palco: sobre o espaço cultural Jardim Damasceno

O bairro do Jardim Damasceno, localizado na região da Brasilândia, Zona Norte da cidade de São Paulo, formou-se predominantemente através de assentamentos precários. Não possui coleta de esgoto – que é lançado diretamente nos córregos -, e o abastecimento de água domiciliar é realizado através de ligações irregulares (Prefeitura de São Paulo, 2016). Com terrenos muito pequenos, relevo acidentado, ruas estreitas, alta declividade e uma intensa ocupação, praticamente não restam espaços livres, de natureza pública ou privada, passíveis de serem contemplados por equipamentos públicos básicos.

Exceção neste contexto, o ECJD situa-se no início do Parque Linear do Canivete e desenvolve ações na Brasilândia há cerca de 27 anos, mantendo-se como ponto de luta e resistência local. O galpão, onde hoje funciona o ECDJ, foi construído na década de 1980, a partir de uma mobilização dos moradores da região pela reivindicação de infraestrutura básica no bairro, como: saneamento, iluminação, abastecimento de água e pavimentação das ruas. Na década seguinte passou, por definição dos próprios moradores, a ser o espaço da associação de moradores do bairro, abrigando diversas atividades culturais e socioambientais que antes eram desenvolvidas nas ruas e em casas alugadas, tais como:

saraus, hortas comunitárias, oficinas de reciclagem, costura, cursos e alfabetização para jovens e adultos, entre outras.

Desde 2012, quando a associação de moradores sofreu um processo de reintegração de posse do galpão, não houve mais alterações na edificação e o suporte financeiro municipal para os projetos desenvolvidos pelo ECJD reduziu-se a praticamente nada.

O ECJD é marca na história do bairro, carregado de histórias, memórias e afetos. Em seus mais de 25 anos de existência foi palco de diferentes debates da população em prol do bairro, mas, principalmente, foi sede de diferentes programas de apoio à criança e ao adolescente subsidiadas pelo governo - como o "Arte na Rua", por exemplo -, os quais foram capazes de retirar inúmeros jovens da criminalidade, ainda que muitas vezes o atrativo fosse a possibilidade de realizar uma refeição no dia. Com a participação de voluntários e a organização de eventos comunitários, o ECJD mantém-se, atualmente com dificuldades, promovendo atividades que oferecem apoio a cerca de 60 crianças da região.

Construído a partir de uma mobilização comunitária para reivindicar melhorias básicas para o bairro, e mais tarde tendo resistido e transformado num local com atividades de arte, educação, esporte, cidadania e meio ambiente, voltado para crianças, adolescentes e jovens, torna-se um espaço importante dentro da comunidade. Assim, identifica-se este território como potencial educador - ambiental, social e cultural, e tenta-se transformar este Espaço, que já é referência, em ponto de desenvolvimento para educação ambiental e práticas voltadas à autonomia da comunidade[1].

1.2 A trupe: o Escola Sem Muros

O Escola Sem Muros (ESM) é um coletivo multidisciplinar, formado por arquitetos, pedagogos, agentes culturais, enfim, trabalhadores e trabalhadoras de diversas áreas, que pretendem discutir e colocar em prática possibilidades de mudanças sociais a partir de um olhar sobre o espaço construído e o território em que está inserido. A partir de encontros que se deram no ECJD com coletivos urbanos de permacultura, e da mobilização de diversas discussões sobre formas de criar uma cidade mais inclusiva, sustentável e plural, formou-se o coletivo ESM, que tem como primeiro lugar de atuação o ECJD .

Reconhecendo este enquanto espaço comunitário, coletivo, periférico, de importância histórica, de uso público e democrático; as ações do ESM buscam fortalecer a comunidade local. Para tanto, o ESM elaborou proposta projetual e estratégica para a reforma do ECJD - que se viabiliza através de uma exitosa campanha de financiamento coletivo -, a fim de que esta seja capaz de potencializar as atividades desenvolvidas e desejadas pela comunidade. Um processo que aproxima aqueles que propõe e financiam daqueles que desenham, dos que planejam, dos que constroem e dos que usam e se apropriam. E que, através da construção coletiva do espaço, busca a superação da situação opressora da sociedade compartimentada, com a instauração de uma comunidade, ou até mesmo sociedade, em processo de permanente libertação, feita de sujeitos atuantes e emancipados, que assumem seus próprios destinos (Freire, 1980)



Figura 1. Vista do atual ECJD, com o protótipo de tesoura de bambu (crédito: C. Y. Abuno)

[1] Com base em depoimentos de Noêmia de Oliveira Mendonça, moradora do bairro Jardim Damasceno desde a década de 1970, e líder comunitária do Espaço Cultural do Jardim Damasceno.

1.3 A peça: taipa de mão na reforma do ECJD

A atual estrutura do galpão do ECJD encontra-se em estado de calamidade, com infiltrações, rachaduras no piso, e risco de desabamento. A partir de diversas reuniões com a comunidade para a elaboração de um projeto participativo, onde se optou por envolver o galpão numa sólida estrutura de bambu, que reveste a estrutura existente, com fechamento de paredes de taipa de mão. Na figura 2, pode-se observar as etapas previstas da reforma: demolição de algumas paredes internas e construção de fundação em laje radier; construção da estrutura principal, em bambu; fechamento com coberturas, caixilharia e taipa de mão.

A estrutura de bambu, não finalizada até a entrega do presente artigo, começou a ser construída dentro de um programa pedagógico que aconteceu de 19 a 28 de janeiro de 2018, envolvendo cerca de 70 pessoas de dentro e fora da comunidade. Assim que esta estiver finalizada, prevê-se o início da construção das paredes de vedação em taipa de mão.

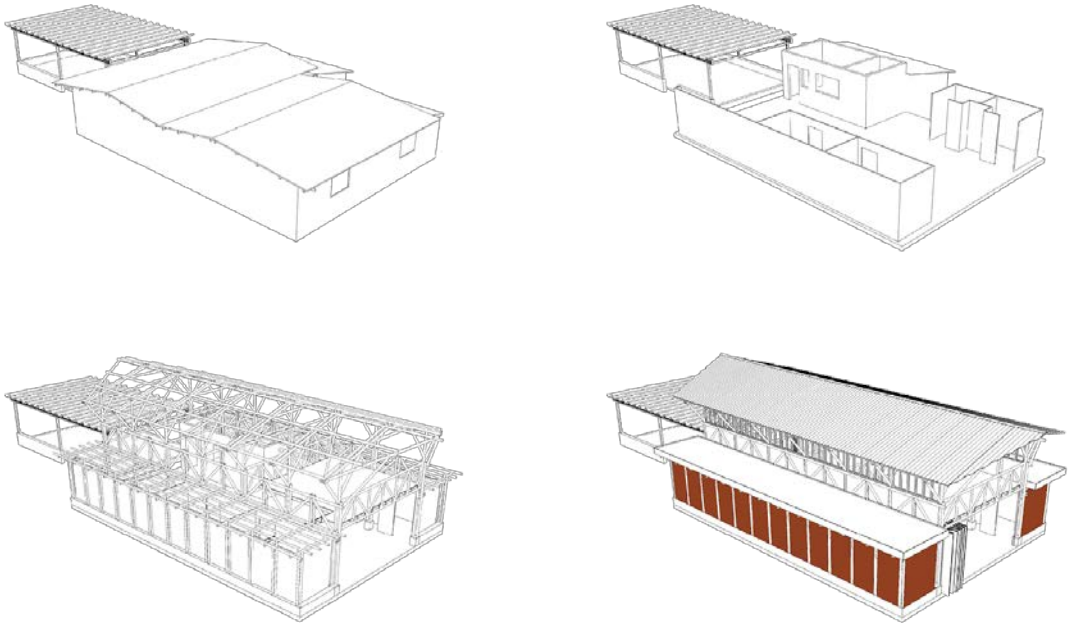


Figura 2. Diagrama das etapas da reforma (crédito: C. Y. Abuno)

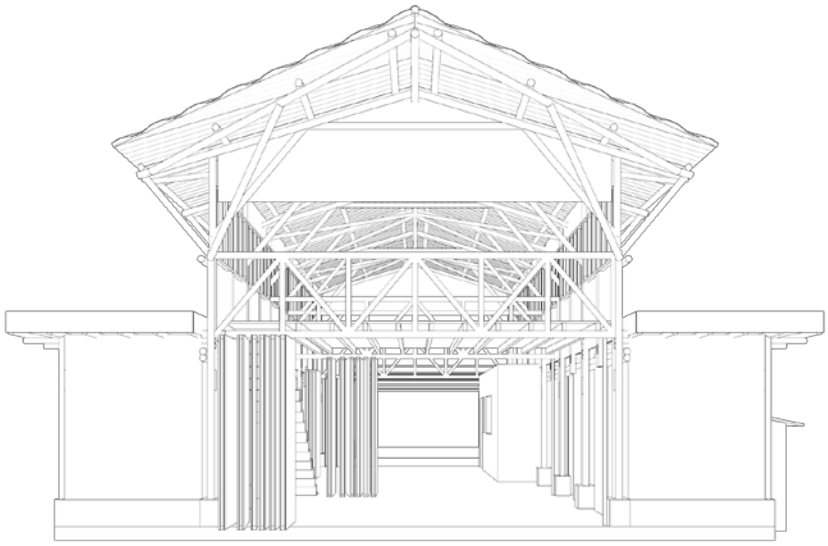


Figura 3. Perspectiva frontal do projeto (crédito: C. Y. Abuno)

O presente artigo discute um plano pedagógico para o "curso prático de formação para autonomia de trabalhadores da construção civil" dentro de uma reflexão acerca do caráter

emancipatório possibilitado pela construção coletiva da reforma do ECJD, que será adotado para a reforma das paredes de vedação com a técnica da taipa de mão.

2 OBJETIVOS

Este artigo busca discutir processos pedagógicos e metodologias de ensino aplicadas para a formação de trabalhadores da construção civil, que sejam emancipadoras, libertárias, que promovam autonomia e resgatem culturas construtivas através da prática da técnica da taipa de mão de maneira a refletir sobre: as implicações das relações de trabalho neste canteiro; a dimensão socioeconômica da cadeia produtiva da taipa de mão; e o impacto ambiental causado pela escolha desta técnica. Como produto desta reflexão, apresenta-se um projeto do "curso prático de formação para a autonomia de trabalhadores da construção civil: técnica da taipa de mão na reforma do ECJD".

3 METODOLOGIA ADOTADA

Para tanto, foram revisados materiais de referência sobre: identificação e seleção de solos; técnica do entramado com bambu para taipa de mão; preparação da mistura do barro e barreamento; organização de canteiros pedagógicos e relações horizontais de trabalho; construção agroecológica e culturas construtivas tradicionais.

4 RESUTADOS E DISCUSSÕES

Neste item descreve-se o conteúdo programático teórico e prático do "Curso prático para a formação de trabalhadores da construção civil autônomos", que empregará a técnica da taipa de mão na reforma do ECJD.

4.1 Canteiro-Escola ECJD: por um trabalho livre

O canteiro do trabalho livre, como colocado por Ferro (2006) na obra de Ferreira (2014), seria àquele cujo norte indica às

> práticas em prol do trabalho não alienado, consciente, formador, libertário, coletivo e autonomamente organizado. Seria o espaço do trabalho social onde as práticas produtivas buscam outras relações de produção para além da composição mecânica dos trabalhadores isolados (Ferreira, 2014, p.240)

O Canteiro-Escola ECJD busca uma forma de operar que potencialize o trabalho criativo, assim como a compreensão, apropriação e intervenção nas diversas etapas do processo de construção por todos envolvidos na reforma deste espaço. É o entrelaço entre os processos produtivos e formadores, onde sujeitos livres se encontrem para transformar a matéria, propondo e discutindo soluções, num processo histórico e dialético.

Dentro da organicidade do Canteiro-Escola ECJD para construção das paredes em taipa de mão, existem três grandes grupos de trabalho:

a) Mestres construtores de ofício: são profissionais construtores especializados em algumas técnicas do processo construtivo, tal como construção com taipa de mão. Cada um desses mestres será responsável por garantir que a técnica está sendo devidamente empregada na obra, além de ter o papel essencial enquanto educador de compartilhar o seu conhecimento prático com os educandos do curso.

b) Trabalhadores aprendizes: são todos os educandos inscritos no "curso prático para a formação de trabalhadores da construção civil autônomos: taipa de mão na reforma do ECJD." Como perfil deste grupo, espera-se a participação de pessoas da comunidade do Jardim Damasceno, arquitetos e estudantes de arquitetura, permacultores, assim como qualquer pessoa interessada no tema do curso.

c) Frente de planejamento: formada por integrantes do ESM, responsáveis pela organização de materiais e ferramentas, assim como pelas formações teóricas ao longo do curso.

Os Mestres construtores de ofício e a Frente de planejamento têm a responsabilidade de organizar o Canteiro-Escola ECJD, porém o diálogo entre os três grupos é pleno. Um dos fatores importantes para colocar a horizontalidade em prática é a alternância de funções desempenhadas por cada indivíduo dentre os Trabalhadores Aprendizes, de modo que todos envolvidos participem de todos os processos da obra, compreendendo as diversas etapas da construção. Essa integração das atividades produtivas contribui para o conhecimento da obra como um todo, caminho necessário para ampliação do processo de desalienação do trabalhador[2].

Por fim, o aprendizado técnico da taipa de mão busca instrumentalizar os Trabalhadores Aprendizes para que se apropriem desta técnica, e assim proponham mudanças, ou até mesmo para que a reproduza em suas próprias realidades, nas comunidades e territórios de onde vêm. Assim, espera-se que as experiências construtivas no Canteiro-Escola ECJD sejam irradiadoras de conhecimentos acerca de construções agroecológicas.

O Canteiro-Escola ECJD é, portanto, lugar do fazer e do pensar, da teoria e da prática; é o lugar e o momento do diálogo entre os diferentes grupos, todos sujeitos atuantes na obra, decidindo coletivamente os rumos da construção; é onde se trabalha a matéria coletivamente, cada agente em sua especialidade, imprescindível e indispensável ao todo, em busca de uma obra humanizadora.

4.2 Sobre construção agroecológica

Uma das bases teórico-práticas para o desenvolvimento deste artigo é a construção agroecológica, reflexão desenvolvida detalhadamente por Barros (2017). Conforme pesquisa do artigo, aqui se apresenta uma breve abordagem da construção agroecológica e como esta se relaciona à técnica da taipa de mão, enquanto material pedagógico para o curso prático de formação para a autonomia de trabalhadores da construção civil: técnica da taipa de mão na reforma do ECJD.

A agroecologia, como colocado por Altieri (2012), Guterres (2006) e Primavesi (2008), propõe a autonomia de produção do campesinato frente às grandes empresas de insumos pela transformação das relações socioeconômicas, das relações de trabalho e cooperativismo, com caráter socialista, horizontal, autogestionário; propõe a diminuição do impacto sobre o meio ambiente, com a possibilidade de cultivar a biodiversidade, solos vivos e água limpa, através de sistemas agroflorestais, sistemas sintrópicos e outros sistemas de plantio agroecológicos pelo consorciamento de espécies, e, claro, pela ausência de fertilizantes químicos e, muito menos, agrotóxicos; e ainda propõe a valorização dos saberes e práticas tradicionais dos camponeses, em aliança com o conhecimento e a sistematização científica, com a finalidade de obter uma síntese entre conhecimento popular e científico.

Cabe aqui fazer um paralelo com a cadeia produtiva do agronegócio e da construção civil hegemônica. Grandes empresas fabricam a maioria dos materiais (insumos) industriais da construção civil, tais como aço, PVC, cobre, cimento, areia, brita, etc. Estas cadeias produtivas demandam um grande investimento de capital inicial para viabilizarem-se, portanto são pouco acessíveis à classe trabalhadora, além de terem um grande impacto ambiental.

Durante a formação acadêmica e, posteriormente, em sua atuação profissional, engenheiros e arquitetos tem como base de seus projetos a utilização destes materiais, como o concreto armado, alvenaria de blocos cerâmicos, estruturas metálicas, etc. Ainda, a massa de trabalhadores operários da construção civil é formada para construir com estes, seja sua formação em canteiro de obras convencionais – por vezes pautados pelas escolhas materiais de arquitetos e engenheiros, seja em formação institucionalizada, como o sistema S (Senai, Senac, Sesi). Dessa maneira, a cadeia produtiva da construção civil hegemônica serve para gerar mais valia das grandes empresas que fabricam commodities, ou materiais

[2] Conforme conceito de alienação de Marx (2015)

diretamente ligados à produção dessas commodities, garantindo uma continuidade de especulação e circulação de capital nas bolsas de valores de todo o mundo sobre estes produtos, ao criar uma dependência direta entre a técnica, e a consequente forma de relação produtiva, e os insumos (Barros, 2017).

Segundo Barros (2017), a construção agroecológica é dividida em três dimensões que se interseccionam:

a) Dimensão ambiental: pela revisão das relações entre seres-humanos e meio-ambiente.

Neste ponto da construção agroecológica pauta-se sobretudo a utilização de materiais locais, com menor impacto ambiental, e que sejam de produção acessível à classe trabalhadora. Os materiais de origem mineral, tais como o aço, o cimento, entre outros, causam grandes impactos ambientais devido às escavações e outros dejetos liberados no meio-ambiente, enquanto rejeitos do processo de produção. Ainda, são cadeias produtivas extremamente caras, que exigem grandes investimentos para sua produção, impossibilitando a apropriação para a produção local pela classe trabalhadora.

Os materiais de origem vegetal, como a madeira, têm um impacto ambiental direto no desmatamento, quando são extraídos sem o devido cultivo e manejo. Grande parte da madeira extraída de florestas nativas é utilizada na construção civil, como serrados, lâminas, compensados, etc. Por outro lado, hoje vivemos a propagação do cultivo de eucalipto e pinus, numa cadeia produtiva que exaure o solo pela agressividade com que é feita, chamada pelos agroecologistas de “desertos verdes”. Outra questão é a racionalização do consumo energético dispendido na fabricação e transporte dos materiais da construção civil. Cadeias produtivas do cimento, tijolos cozidos e alumínio são grandes consumidoras de gás, carvão mineral e vegetal, madeira e eletricidade. O transporte de materiais numa lógica produtiva centralizada, acaba por ser responsável pela grande quantidade de combustíveis utilizados, sejam combustíveis fósseis ou álcool.

Por fim, questionam-se também os resíduos gerados pela construção civil. A quantidade de entulho gerado por obra é gigantesca (entre 51% e 70% dos resíduos gerados pelas cidades brasileiras, segundo Ministério das Cidades, 2015), a ponto de existir um mercado especializado, comandado por grandes empresas, em descarte e destinação de resíduos. Por estas questões, o uso de materiais locais, produzido de forma descentralizada, deve estar aliado ao manejo sustentável dos recursos minerais e vegetais.

Entre outras proposições, a construção com terra local também tem papel importante na diminuição do impacto ambiental. Primeiro por ser um material sempre local e abundante: qualquer solo pode ser utilizado na construção; segundo pela variedade de técnicas que empregam a terra: taipa de mão (pau a pique), adobe (blocos de terra moldados em estado plástico), terra ensacada (popularmente denominada hiperadobe), bloco de terra comprimida (BTC), taipa de pilão, cob (terra, areia e fibras naturais), entre outras. Estas são técnicas que, de modo geral, não envolvem o despendimento de fontes energéticas não renováveis no seu beneficiamento, em relação a necessidade de se elevar a temperatura para fabricá-las, posto que quando secas naturalmente já estão beneficiadas. Por fim, é um material biodegradável, que não gera resíduos ao meio-ambiente e que pode ser reinserido na natureza sem causar grande impacto.

b) Dimensão socioeconômica: pela revisão das relações de trabalho

Aqui se propõe a humanização das relações de produção da construção civil, onde o trabalho seja livre, não-alienado, com caráter local de construção de uma comunidade, e remunerado de forma privilegiada em relação ao capital pela cooperação econômica. Para isso, propõe-se formas coletivas de trabalho associado, na forma da economia solidária. (Barros, 2017, p. 201).

No caso da reforma do ECJD, a construção com taipa de mão permite se dar no formato de mutirão, prática milenar de comunidades latino-americanas, que fortalecem vínculos comunitários. O gasto material se converte em remuneração local, assim como o gasto com trabalho, e o resultado natural é a solidariedade e a igualdade pelo compartilhamento local e

equânime pela riqueza gerada com a construção. Ainda, a produção com terra local possibilita a autonomia construtiva das comunidades, ao não depender da compra de parte da matéria prima necessária para a construção.

c) Dimensão do conhecimento: pela revisão da cultura construtiva

As relações sócio-econômicas e as relações ambientais só podem ser modificadas caso existam práticas construtivas que permitam aos sujeitos atuantes, uma formação apropriada a esta mudança. Ao contrário da formação heterônoma, submissa aos interesses do capital hegemônico para a divisão social do trabalho, a formação para uma construção agroecológica deve ser libertária, para a autonomia.

Portanto, o construtor agroecológico deve-se formar para romper com a distinção entre aqueles que 'pensam' e os que 'fazem', unindo teoria e prática. Ao contrário da separação entre pedreiros, arquitetos e engenheiros, culturas milenares camponesas e originárias constroem (ou construíam) autonomamente seu espaço de vida. Estas culturas constroem com qualidade de conforto térmico, luminoso, com estanqueidade, ventilação natural, eficiência energética, salubridade e integração ambiental muito superiores às construções hegemônicas. Ainda, constroem com técnicas e materiais locais.

Dessa forma, a cultura construtiva agroecológica deve ser uma síntese entre as práticas da construção popular tradicional, com respeito às culturas locais, em diálogo com o conhecimento científico da academia, para uma sistematização de técnicas de construção agroecológicas. Enquanto resistência ao modelo capitalista de produção, caracterizado pela racionalização da técnica, e pela divisão social do trabalho, fragmentado e alienado, as Culturas Construtivas Tradicionais representam a valorização do conhecimento construtivo adequado e adaptado ao "complexo contexto de diversidade social e cultural, engajado no processo produtivo" (Ferreira, 2014, p. 45).

Portanto, a proposta de utilizar a técnica da taipa de mão para o curso prático de formação para a autonomia de trabalhadores da construção civil está totalmente alinhada a esta dimensão conhecimento da construção agroecológica, e contribui para a sua difusão.

4.3 Taipa de mão como tecnologia social

Segundo Ferreira (2014), as características presentes nas tecnologias construtivas com terra se aproximam dos que seriam as características produtivas das tecnologias sociais. No caso da taipa de mão, por exemplo: o baixo custo de capital gasto em material, a pequena escala, o processo participativo de construção, a simplicidade e o respeito à dimensão ambiental. Ao tratar dos critérios que embasam o quadro produtivo das tecnologias sociais, tem-se:

> atende as demandas sociais concretas vividas e identificadas pela população; é democrático e desenvolvido a partir de estratégias especialmente dirigidas à mobilização e à participação da população; fomenta a apropriação e o aprendizado por parte da população e de outros atores envolvidos; permite o planejamento, a aplicação e a sistematização das ações de forma organizada; incentiva a produção de novos conhecimentos a partir da prática; visa à sustentabilidade econômica, social e ambiental, além de gerar aprendizagens que servem como referências para novas experiências (Ferreira, 2014, p. 134)

Segundo Joaquim, Hijioka e Ino (2015), a taipa de mão foi largamente utilizada no período colonial brasileiro (século XVI a XIX), principalmente pela simplicidade dos materiais e a facilidade de encontrá-los na natureza (terra, madeira ou bambu, e palha). As culturas construtivas nativas não utilizavam terra para construção de paredes, e esta técnica foi introduzida pelos portugueses. Com o desenvolvimento da indústria e do mercado da construção civil, a taipa de mão passa a ser menos utilizada, dando lugar a outros materiais vendidos no mercado como tijolos, cimento e ferro. Desse modo, o uso da taipa de mão passou a se restringir à populações rurais isoladas, onde há dificuldade da chegada de materiais industrializados. Porém, ainda existem diversos exemplos de construções do

período colonial em taipa de mão que preservam sua integridade até os dias de hoje, comprovando a qualidade e durabilidade da técnica empregada.

4.4 Taipa de mão no ECJD

A taipa de mão, também conhecida como pau a pique, taipa de sopapo ou técnicas mistas, consiste na composição conjunta da estrutura mestra, da estrutura auxiliar, do enchimento, e do revestimento (Neves; Faria, 2011)

A escolha da taipa de mão para a construção das paredes de vedação do ECJD se deu pelos seguintes motivos: pela possibilidade de construção em mutirão, no formato de um curso; por ser uma técnica de baixo impacto ambiental, com material local e apropriável enquanto tecnologia social; por ser uma estrutura leve, que pode ser utilizada em terrenos com baixa capacidade de carga, como é o caso do terreno onde se encontra o ECJD, um aterro; pela possibilidade poder ser executada aos poucos, uma vez que a estrutura principal pode ser levantada e coberta, sem a necessidade do fechamento; pela comodidade na manutenção ou substituição, caso necessário, já que os painéis são divididos em módulos.

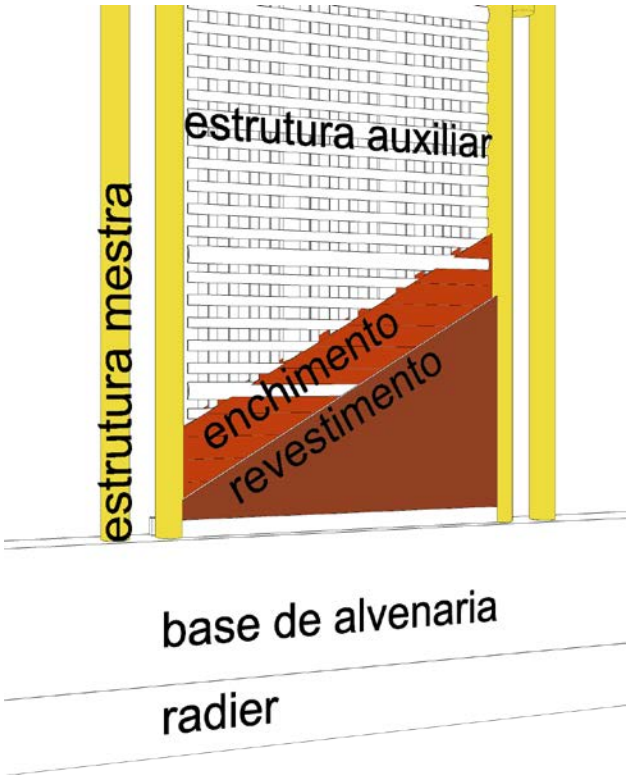


Figura 4. Esquema geral da taipa de mão proposto (crédito: C. Y. Abuno)

4.5 Estrutura mestra

A estrutura mestra corresponde às peças fundamentais da construção, que formam a estrutura portante, onde as paredes em taipa de mão irão se apoiar. É a estrutura que recebe e transmite ao solo as cargas do telhado, dos pisos intermediários (mezanino), das paredes divisórias e das paredes de vedação (Olender, 2006, p. 51). Podem-se empregar materiais diversos para esta estrutura, geralmente construída com madeira ou bambu.

No caso do ECJD, ela será composta de bambu mossô (*Phyllostachys pubescens*), com um sistema de pilares e vigas, que se apoiam em bases, ora de concreto, ora de alvenaria estrutural corrida No segundo caso, ela serve também, para receber as cargas da estrutura auxiliar, de maneira distribuída. O conjunto de pilares e vigas, da figura 2, se distribui, ao longo da base de alvenaria, no sentido longitudinal ao edifício, de modo a formar módulos de 1,25 metros.

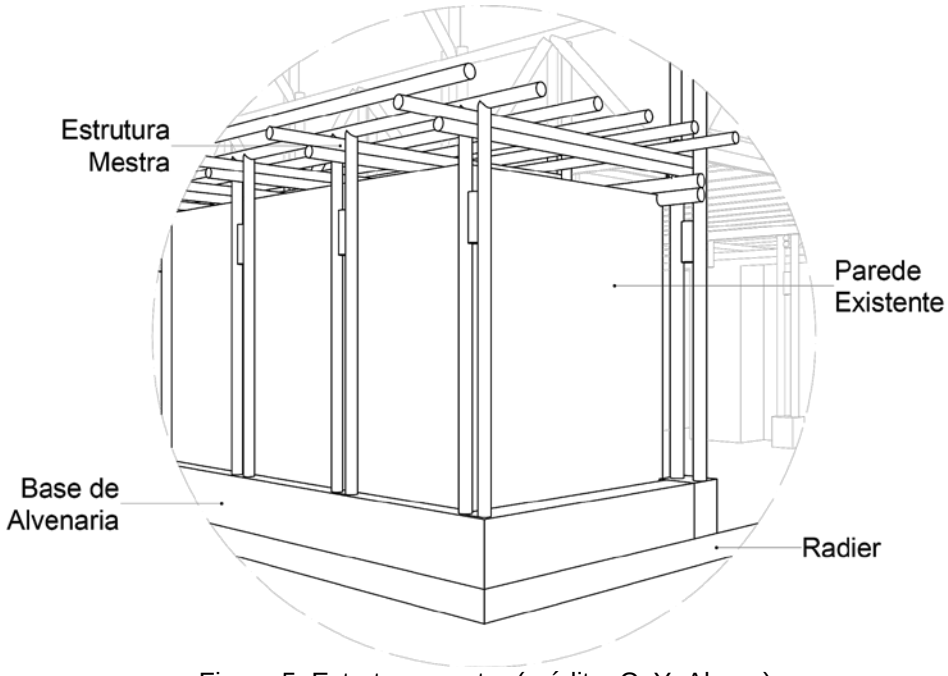


Figura 5. Estrutura mestra (crédito: C. Y. Abuno)

4.6 Estrutura auxiliar (entramado)

A estrutura auxiliar, também chamada de entramado ou trama, corresponde à estrutura destinada a suportar e consolidar o enchimento da parede de taipa de mão (Neves; Faria, 2011). Está apoiada na estrutura mestra, fazendo o papel de ligação da parede de vedação com a estrutura principal.

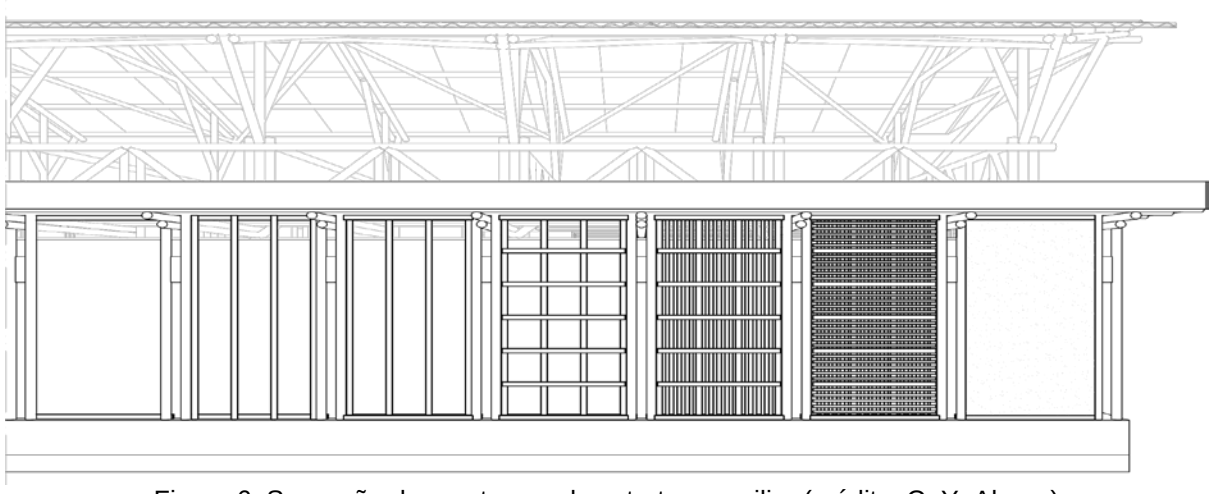


Figura 6. Sucessão de montagem da estrutura auxiliar (crédito: C. Y. Abuno)

A trama é basicamente composta de elementos verticais (paus verticais), elementos horizontais (paus horizontais) e pelo emento, que faz a amarração e ligação entre ambos. Pode-se empregar diversos materiais no entramado, sendo que suas propriedades físicas, assim como a disposição das peças, influência na aderência do enchimento. O mais comum é o uso de madeiras, bambu e amarrações com fibras naturais, arame ou cipó. No caso do ECJD, optou-se pela proposta de utilizar um entramado baseado no *shinkabe*, variante do *tsuchikabe* - modalidade japonesa da taipa de mão -, em que a estrutura principal fica a mostra. (Joaquim; Hijioka; Ino, 2015).

Na figura 6, tem-se 7 módulos da estrutura mestra, que irão receber o entramado, mostrando da esquerda para a direita, a sucessão de etapas até o fechamento com barro. No primeiro módulo, instalam-se dois sarrafos horizontais, nas extremidades superior e inferior. Estas servirão para transmitir o esforço das paredes, à estrutura mestra. Em

seguida, a estes sarrafos, fixam-se 4 peças de bambu verticais, de secção inferior ao da estrutura principal, pois se pretende deixar a mostra parte da estrutura mestra. No terceiro módulo, colocam-se sarrafos nas extremidades, superior e inferior, apoiados, sobre as peças anteriores, os quais servirão de guia para o arremate do barro. No quarto, ripas de 5 cm de largura são fixados, formando um quadriculado de aproximadamente 30 centímetros. Em seguida, o entramado é finalizado com a colocação de ripas horizontais e verticais, de 2 cm de largura, de modo a formar um entramado, conformando quadrados de aproximadamente 3 centímetros de lado.

4.7 Identificação do solo para o enchimento

O enchimento, ou barreamento, é composto pelo solo utilizado, podendo ser acrescido de outros materiais quando este não se apresenta adequado (processo de estabilização do solo), tais como: fibras naturais (palha, esterco, etc.), cimento, cal, entre outros. É o principal elemento de vedação, acústica e térmica. O enchimento acabado, com ou sem revestimento, tem de ser executado com primor, uma vez que será responsável pela durabilidade da vedação, pela eficácia do conforto ambiental, e pela estética final da taipa de mão (Neves; Faria, 2011).

A técnica da taipa de mão requer o uso de um solo com alta coesão, e resistência à fissuras. Um solo de alta coesão possui maior quantidade de argila (solo argiloso). Para identificação e caracterização do solo utilizado no curso, realizam-se os seguintes testes: teste do vidro; teste do cordão; teste da fita; teste de exsudação; e o teste da resistência seca. Os procedimentos e resultados específicos de cada teste encontram-se detalhados e ilustrados na publicação “Seleção de solos e métodos de controle na construção com terra” (Neves et al., 2009)

Como fórmula geral de referência para o solo apropriado para a taipa de mão, tem-se de acordo com Neves e Faria (2011):

a) Areia: elemento importante por dar estabilidade para o solo. A quantidade de areia deve ser num mínimo de 50% na composição do solo.

b) Silte: elemento de transição entre a areia e a argila, não apresenta muita coesão. Um solo com excesso de silte “pode degradar-se com a umidade” (Neves; Faria, 2011, p. 65). Recomenda-se que a quantidade de silte seja menor que 30%.

c) Argila: elemento que dá a coesão para o solo. Um solo com excesso de argila pode sofrer muita retração e “apresentar muitas fissuras após a secagem” (Neves; Faria, 2011, p. 65). Recomendam-se terras com teor de argila da ordem de 20%.

4.8 Estabilização do solo para o enchimento

Segundo Neves e Faria (2011), existem diversos materiais que podem melhorar a resistência mecânica, durabilidade, impermeabilidade, e aspecto estético do enchimento de terra. Alguns destes materiais são:

a) Fibras: fibras naturais podem ser feitas de palha (milho, arroz, entre outras origens), sisal, bambu triturado, esterco, o feno, fibras de palmeiras e casca de coco, entre outros materiais (Olender, 2006). Para aumentar a resistência mecânica à retração e possível abertura de fissuras pelo processo de secagem, recomenda-se a estabilização mecânica através de fibras naturais.

Ainda, as fibras podem trazer uma melhoria do conforto térmico, pois “produzem vazios no barro que o torna mais leve e melhora sua característica de isolamento térmico” (Neves; Faria, 2011, p. 67)

b) Cal viva: a cal viva, também conhecida simplesmente como cal, cal virgem ou ainda óxido de cálcio - fórmula química CaO -, é facilmente encontrada em lojas de materiais para construção, de jardinagem e de insumos agrícolas. Pode ser utilizada para solos muito argilosos, pois “reduz a plasticidade e melhora o processo de destorramento, assim como

evita a retração na secagem e melhora a trabalhabilidade." (Neves; Faria, 2011, p. 66) Recomenda-se a adição de 2% a 3% de cal viva ao solo argiloso.

c) Cal apagada: também conhecida como cal hidratada, leite de cal ou hidróxido de cálcio - fórmula química $Ca(OH)_2$ -, é basicamente o processo de adicionar água à cal viva. A água deve ser adicionada com cuidado à cal virgem, pois esse processo libera grande quantidade de calor, e pode causar queimaduras graves. A cal apagada também pode ser comprada pronta em lojas de materiais de construção, de jardinagem e de insumos agrícolas.

A cal apagada reage com a argila do solo, porém sua reação depende do tipo de argila. Atua como "aglomerante, melhorando o desempenho de terras com baixo teor de argila." (Neves; Faria, 2011, p.66). Recomenda-se o uso na quantidade de 6% a 12%.

4.9 Execução do enchimento

Após a estabilização do solo, o "barro" é preparado pela adição de água e mistura mecânica. No caso do Canteiro Escola do ECJD, após colocar o solo estabilizado sobre uma superfície plana, isolada do chão por uma lona plástica, a mistura será feita por pisoteamento. Assim, num revezamento de grupos de 3 a 5 pessoas, o barro é devidamente misturado até que fique homogêneo. Para verificar o ponto da massa, pega-se um punhado do barro numa mão, apertando-o levemente: terá atingido o ponto bom quando estiver rígida o suficiente para manter a marca dos dedos.

Com o barro preparado, inicia-se o processo de enchimento da trama. O barro deve ser aplicado dos dois lados da trama, ao mesmo tempo, com as mãos. Dessa maneira, é importante que fiquem pessoas dos dois lados da trama, aplicando o enchimento ao mesmo tempo. O barro deve ser jogado contra a estrutura, com certa força, para que esta seja preenchida. A textura deixada pela marca das mãos dos "taipeiros", ou seja, das pessoas que aplicarem o enchimento, além de ser uma "assinatura" do mesmo, serve também para a "função eminentemente técnica de auxiliar na ancoragem (fixação) do emboço, quando este existir, ou do reboco" (Olender, 2006, p. 65)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A técnica da taipa de mão, como já discorrido ao longo do presente artigo, foi eleita como tentativa de contraposição à cultura construtiva que opera pela dependência dos materiais e técnicas produzidas e reproduzidas pela hegemonia econômica e, muitas vezes, intelectual, as quais frequentemente se retroalimentam.

Na dimensão ambiental, estas escolhas também se figuram como potenciais substitutos à indústria da construção civil vigente, pois todos os materiais propostos no curso de formação - bambu, madeira, terra e fibras vegetais - são de baixo impacto ambiental, tanto para sua produção, como para seu descarte, caso necessário, visto sua fácil assimilação e/ou decomposição.

A discussão central deste projeto - as práticas e teorias para o Canteiro-Escola do ECJD - vem ao encontro das ideias a respeito da práxis de pedagogia libertária, considerando que a cidade é pertinente a todos que nela habitam e que, portanto, merecem conhecê-la e debatê-la sempre que possível; surge também considerando o aprendizado da construção agroecológica enquanto experiência processual, significante e significativa em si mesma, como forma de empoderamento e autonomia. Desta forma, busca-se assim o estabelecimento de relações de trabalho não alienantes e horizontais, potencializadoras da criatividade e da produção de caráter local.

A proposta pedagógica para o "curso prático de formação para a autonomia de trabalhadores da construção civil: técnica da taipa de mão na reforma do ECJD" pretende, a partir desta técnica, sintetizar os anseios de se modificar as diversas esferas que compõem a produção do espaço: a relação entre os seres humanos e o seu conhecimento, seu meio e seus semelhantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Altieri, M. (2012). Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável. São Paulo: Expressão Popular

Barros, F. T. (2014). Formação profissional dos trabalhadores da construção civil: o canteiro de obras e a emancipação social. Tese de doutorado. São Carlos: Instituto de Arquitetura e Urbanismo, USP

Ferreira, T. L. (2014). Arquiteturas vernáculas e processos contemporâneos de produção: formação, experimentação e construção em um assentamento rural. Tese de doutorado. São Carlos: Instituto de Arquitetura e Urbanismo, USP

Ferro, S. (2006). Arquitetura e trabalho livre. São Paulo, Editora Cosac Naify

Freire, P. (1980). Pedagogia do oprimido. Rio de Janeiro: Terra e Paz

Guterres, I. (2006). Agroecologia militante: contribuições de Enio Guterres. São Paulo: Expressão Popular

Joaquim, B. dos S.; Hijioka, A.; Ino, A. (2015) Tsuchikabe e o protagonismo do trabalhador. Encontro Latino-americano sobre edificação e Comunidades Sustntáveis, 1, Guimarães. Anais... Guimarães, 2015. p. 813-822

Marx, K. (2015). Cadernos de Paris; Manuscritos econômicos-filosóficos. /Kari Marx; tradução [de] José Paulo Netto e Maria Antónia Pacheco.— 1.ed.—São Paulo : Expressão Popular, 2015.

Neves, C., Faria, O. B., Rotondaro, R., Cevallos, P. S., Hoffmann, M. V. (2009). Seleção de solos e métodos de controle na construção com terra – práticas de campo. PROTERRA. Disponível em http://www.redproterra.org

Neves, C.; Faria, O. B. (org.). (2011) Técnicas de construção com terra. Bauru: FEB-UNESP/PROTERRA. Disponível em <http://www.redproterra.org>.

Olender, M. C. H. L. (2006). A técnica do pau a pique: subsídios para a sua conservação. Dissertação de mestrado Salvador: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, UFBA

Prefeitura de São Paulo (2016). Caderno de propostas dos planos regionais das subprefeituras. Quadro analítico. Freguesia dp O'/Brasilândia Disponível em: http://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/wp-content/uploads/2016/03/QA-FO.pdf

Primavesi, A. M. (2008) Agroecologia e manejo do solo. Revista Agriculturas: experiências em agroecologia, vol. 5, nº 3 - Manejo sadio dos solos.

AUTORES

Cássio Yugo Abuno, arquiteto graduado pela FAU USP, membro do coletivo Escola Sem Muros. Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/3982087850035211

Victor de Almeida Presser, arquiteto graduado pela FAU USP, membro do coletivo Escola Sem Muros. Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/4193499144176998

TerraBrasil 2018
Território e trabalho: a produção da arquitetura com terra no Brasil
VII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Rio de Janeiro-RJ (Brasil), 30 de outubro a 2 de novembro de 2018
http://redeterrabrasil.org

ANTROPOSOFIA E ARQUITETURA DE TERRA: CONEXÕES A PARTIR DE UMA ATIVIDADE DE CONSTRUÇÃO NA INICIATIVA WALDÖRF CAMINHO DAS ÁGUAS

Ana Carolina Dias Diório[1], Amana Fares[2]

Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Viçosa, MG, Brasil,

[1]carol.diorio@hotmail.com; [2]amana1192@gmail.com

Palavras-chave: arquitetura antroposófica, pedagogia Waldörf, construção com terra, bioconstrução.

Resumo

O progresso tecnológico, econômico e científico alcançado pela sociedade moderna criou uma visão fragmentada da vida. Em contrapartida, a antroposofia, proposta no início do século XX como ciência, visa relacionar o mundo material e o espiritual, abrangendo diversas áreas de conhecimento, das quais destacam-se aqui a pedagogia e a arquitetura. Este trabalho tem como objetivo explorar as conexões existentes entre a antroposofia, a pedagogia Waldörf e a arquitetura de terra por meio do estudo de caso da reforma e ampliação de uma das salas da escola Caminho das Águas, em São João del Rei, Minas Gerais, Brasil. Revisão bibliográfica, reflexão teórica e observação à campo possibilitaram seu desenvolvimento. O objetivo principal é alcançado através da descrição e análise da atividade de construção com terra realizada e posteriores conexões com a proposta teórica. Dentro da pedagogia estudada a arquitetura tem uma intencionalidade, capaz de potencializar a educação e a formação de cada indivíduo, no entanto essa relação é ainda pouco explorada dentro das iniciativas brasileiras. A arquitetura antroposófica visa interagir com a natureza e criar ambientes que possibilitem uma vivência sensível e artística do espaço. Neste sentido, a arquitetura de terra responde as demandas e premissas da teoria e da proposta educativa, abrangendo de questões pedagógicas, lúdicas e artísticas às físico-estruturais, sociais, econômicas e ambientais.

1 INTRODUÇÃO

O progresso tecnológico, econômico e científico alcançado pela sociedade moderna criou uma visão fragmentada da vida, desconsiderando aspectos e dimensões sutis que a influenciam diretamente. Partindo dentre outros, mas principalmente da inquietação colocada inicialmente, a antroposofia é uma forma de conhecimento, proposta no início do século XX, que busca relacionar o mundo material e o espiritual, ampliando e complementando o conhecimento científico convencional, por afirmar que o universo não é constituído apenas de matéria e energia físicas. Também conhecida por ciência espiritual, é aplicada a diversas áreas do conhecimento e da vida. Fruto dessa concepção, a pedagogia Waldörf é uma prática pedagógica holística, caracterizada por ideais e métodos de ensino inovadores, visando formar seres humanos livres, com pensamento individual e coletivo criativos, sensibilidade artística, social e para a natureza. A proposta revolucionária acredita que as condições e características do ambiente construído – a arquitetura – influenciam os processos de aprendizado e de desenvolvimento – psicológicos e sociais – individuais e coletivos, devendo, portanto, ser tratada de forma sensível, integrada e humanizada.

1.1 Antroposofia, pedagogia Waldörf e arquitetura: breve abordagem

Antroposofia é uma forma de observar e entender o mundo e o ser humano desenvolvida pelo austríaco Rudolf Steiner no final do século XIX e assim denominada no início do século XX. Steiner não concordava com a desmistificação do mundo trazida pelo progresso econômico, tecnológico, da ciência natural e da filosofia crítica. A seu ver, a ciência moderna provocou uma visão fragmentada da vida, considerando-se como verdade apenas o perceptível aos sentidos, desconsiderando uma realidade mais ampla que contém aspectos

não-físicos. Em contrapartida, sua teoria, denominada ciência espiritual, busca relacionar o mundo material e o espiritual. Para a antroposofia, o homem possui, além de seu corpo físico, outros corpos, não perceptíveis aos sentidos comuns, assim definidos: corpo etérico, astral e espiritual. A explicação sobre a existência destes corpos ultrapassam a proposta deste artigo, mas podem ser encontradas nas diversas obras de Steiner e, de forma resumida em Lanz (2007). Integrando os conhecimentos destes dois mundos, seus estudos oferecem orientações originais e criativas para as mais variadas áreas de conhecimento: organização social, agricultura, medicina, artes, pedagogia e arquitetura.

Embasada nos estudos antroposóficos, a pedagogia Waldörf foi introduzida por Rudolf Steiner em 1919 na Alemanha. Almejando devolver às crianças suas unidades e lutando contra os efeitos da fragmentação e especialização da educação moderna, a proposta valoriza a observação e conhecimento prático do mundo, cultiva o agir e o sentir, prezando por atividades práticas e corpóreas, pelo contato com a natureza, atividades manuais, artísticas e a imaginação; sobretudo, valoriza-se o ser criança e o brincar, caracterizando-se, desde então, por ideais e métodos pedagógicos revolucionários (Setzer, 2010).

A arquitetura antroposófica surge da necessidade de um espaço adequado ou compatível com a proposta teórica e espiritual. Steiner (1999), estudioso das ciências exatas, humanas, naturais e fiel observador da natureza, criou e executou, no início do século XX, sua obra mais famosa, o Goetheanum, quando segue projetando e construindo edifícios que manifestavam, de maneira artística, o caráter de quem o habitava ou a atividade que abrigava, para o desenvolvimento de uma arquitetura em consonância com o pensamento antroposófico. Após incêndio que destruiu, em 1922, o primeiro Goetheanum, Steiner realiza, entre 1924 e 1928, no mesmo lugar, a construção do segundo Goetheanum (figura 1), uma releitura seguindo os mesmos princípios fundamentais com uma nova plasticidade.

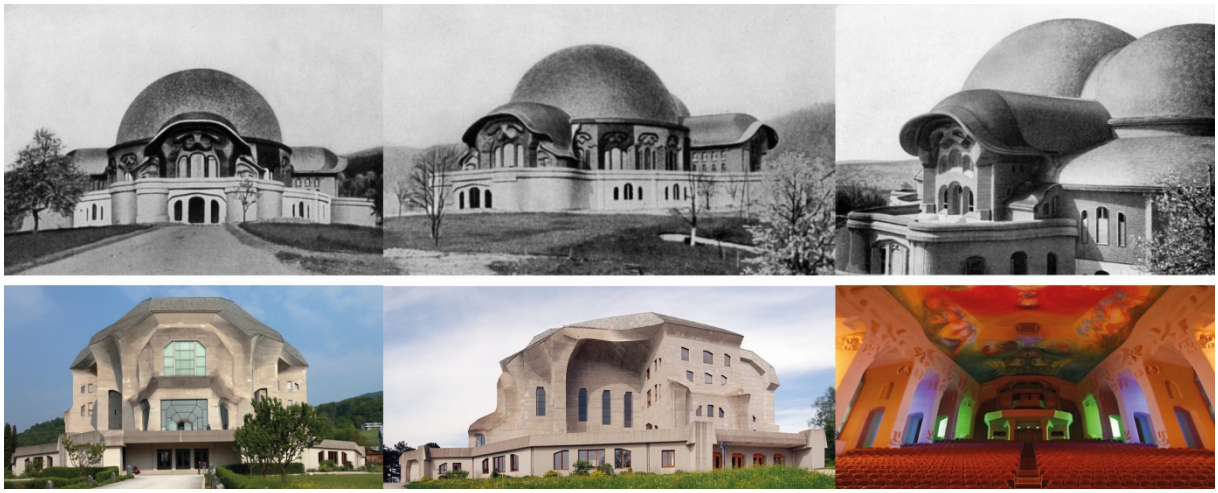


Figura 1. Vistas frontal, lateral e detalhe externo e interno do primeiro e segundo Goetheanum, respectivamente (crédito: rudolfsteinerweb.com; anthroposophyboston.org; institutorudolfsteiner.org.br)

Os projetos consideravam relações espaciais e formais pensando sempre no todo e nas relações. Para tanto, a arquitetura é sensível e pessoal; nunca rígida e padronizada. Steiner (1999) fala sobre a inserção de arte nas construções, com nuances inspiradas nos elementos orgânicos, valorizando formas arredondadas e angulações com intencionalidade. Em suas obras a planta baixa transforma-se fluidamente em volumes, com partes, detalhes e elementos que partem de um princípio único (Braga, 1999). Segundo Mösch (2009), a arquitetura antroposófica se insere na perspectiva da arquitetura orgânica, intimamente relacionada ao conceito de vida, organismo e movimento, tendo como resultado o dinamismo na composição, proporcionando bem-estar e ampliando os processos vitais.

Steiner (1999) elucida a relevância do espaço – construído e social – para a aprendizagem da criança e o progressivo desabrochar de seus corpos constituintes. Raab (1983, p.23) organizou catorze princípios da pedagogia Waldörf, sendo um deles “Uma arquitetura

escolar que integre as diferentes artes e que corresponda, acompanhe e favoreça o trabalho pedagógico" – evidenciando-a como ferramenta de ensino. O espaço escolar deve acolher as crianças e estimular seu desenvolvimento. Os ambientes internos (figura 2) devem ser constituídos de elementos que criem a atmosfera de lar e aconchego, com escalas que respeitem as proporções infantis e estimulem a criatividade e aprendizagem.



Figura 2. Acolhimento arquitetônico na ambiência interna de escolas Waldörf (crédito: A. Fares)

A conexão com a natureza é essencial. No ambiente escolar Waldörf os espaços externos devem ser propícios a liberdade e a descoberta, estimulando a criatividade e curiosidade das crianças; ambientes naturais – como hortas, jardins e pomares - têm função pedagógica, complementando saberes - de biologia, ecologia, nutrição e etc. - apresentados em ambientes internos. Raab (1983) também coloca que a estrutura das escolas tem um papel social significativo, disponibilizando suas instalações para o público, almejando o envolvimento da comunidade e cultivando o espírito comunitário. Neste sentido, muitas escolas possuem espaços dedicados a atividades e festividades culturais e artísticas.

O uso de materiais naturais e locais é indicado para a arquitetura e os objetos de uso cotidiano, criando e estabelecendo um senso de respeito e cuidado pela conscientização de suas origens e dos processos de transformação (Raab, 1983). Os elementos naturais são introduzidos dentro das salas não só através das amplas aberturas que propiciam vistas e iluminação natural – diretrizes básicas; mas da arquitetura como um todo. Para Steiner (1999) as paredes deveriam ser como organismos vivos, que possuem elevações e depressões, mais do que vedação ou limites, elas seriam superfícies esculpidas crescendo da unidade para o todo harmoniosamente, estimulando as percepções e os sentidos.

As texturas, cores e efeitos dão suporte à educação, criando ambiências que correspondam aos usos propostos. Steiner investiga, além dos efeitos e estímulos das cores no comportamento e temperamento, a fabricação de pigmentos e técnicas de pintura. Explora-se a paleta de cores, buscando-se efeitos harmônicos, inspirados na natureza, com preferência para tons pastéis, cores claras e luminosas, com efeitos de luz e sombra, sobrepostas ou justapostas em dégradé, manifestando nos espaços internos a arte e a vida.

A pedagogia Waldörf destaca a importância do planejamento cuidadoso dos espaços internos e externos do ambiente escolar como premissa ao pleno desenvolvimento das crianças. Com base nos estudos, ritmo e variações formais, relação entre forma e função, ambientes aconchegantes, luz natural, cores diversas, materiais naturais, flexibilidade e conexão com ambientes naturais - interconectados entre si e com a pedagogia - são características arquitetônicas gerais de instituições que aplicam esta pedagogia, contribuindo com o aprendizado e as atividades propostas. Ao apresentar estudos de caso de escolas espalhadas por todo o mundo, Raab (1983) reflete que estes não visam apresentar nenhuma diretriz fixa ou definitiva de arquitetura – uma vez que a escola é mutável e está em constante construção – mas reunir e exemplificar obras arquitetônicas notáveis pela consonância com a antroposofia e integradas a realidade local, onde os arquitetos, trabalhando em equipe com os pedagogos, expressam na forma e nas estratégias projetuais as características e diretrizes pedagógicas.

2 CONTEXTO

2.1 A escola e o projeto de reforma

A Escola Caminho das Águas é uma iniciativa Waldörf – assim caracterizada por estar em processo de consolidação e, atualmente, legalização – localizada em São João del Rei,

Minas Gerais, Brasil, tutorada pela fundadora do Colégio Rudolf Steiner de Minas Gerais – Colégio Pólen. Surgida em 2015 através de uma associação de pais, amigos e professores, envolve, hoje, mais de 35 famílias. Funciona atualmente em duas casas localizadas em um terreno alugado de 6.500m² de área verde, com amplos jardins, horta e pomar.

Raab (1983) destaca que uma escola é um edifício utilitário ou funcional que exige uma forma artística e sensível, estimulando os sentidos e a criatividade. Partindo-se das experiências e desafios prévios de adaptação da proposta pedagógica ao espaço existente e do anseio de construção de uma futura sede, de arquitetura condinzente à pedagogia, surge do grupo a demanda de uma atividade de bioconstrução para a reforma e ampliação de uma sala para jardim de infância. A imitação é o princípio educativo básico nesta fase, fazendo do espaço de aprendizado um microcosmo do mundo, o programa básico deve conter a sala de aula, uma cozinha e um banheiro – "home base". O projeto de reforma (figura 3) propôs a demolição da parede e armários internos, para integração do ambiente interno e a extensão da sala para a área de uma varanda pré-existente conformando o espaço da secretaria e da cozinha pedagógica – fachada posterior.

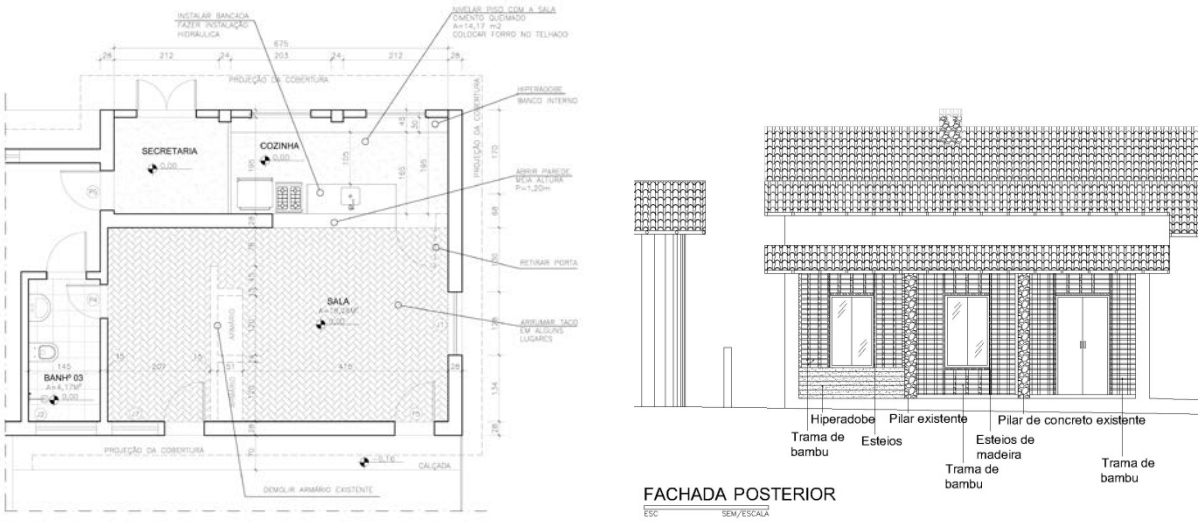


Figura 3. Projeto básico de reforma (crédito: A. C. Diório)

Com base nos estudos sobre arquitetura antroposófica, na experiência pessoal da facilitadora da atividade e na demanda, sugeriu-se técnicas construtivas em terra para a vedação e acabamento do limite de ampliação da sala (figura 3). A terra foi escolhida como material construtivo com o intuito de familiarizar e capacitar a comunidade da escola com o material e as técnicas construtivas, respondendo a demanda da bioconstrução ao mesmo tempo que trabalhando conceitos inatos a arquitetura antroposófica e a pedagogia – arte, plasticidade, trabalho manual, materiais naturais, trabalho coletivo e envolvimento; além de possibilitar o engajamento das famílias com a construção (literal) da escola – junto da co-responsabilidade pela educação, fundamento básico da pedagogia.

2.2 A atividade de construção com terra

A atividade realizada na escola Caminho das Águas consistiu na construção de três vãos da parede com dimensões de 2,10 x 2,60 metros cada, com duas diferentes técnicas: taipa de mão e terra ensacada, selecionadas pela popularidade, facilidade de execução e disponibilidade de materiais. O trabalho aconteceu através de uma vivência em construção realizada nos dias 2 e 3 de dezembro de 2017. A atividade totalizou uma carga horária de 16 horas e contou com a participação de professores, pais, amigos que formam a comunidade da escola, voluntários do curso de arquitetura e urbanismo da Universidade Federal de São João del Rei, além das crianças, que acompanharam todo o final de semana de obras no espaço escolar.

A atividade foi planejada para cumprir a meta de finalizar a vedação no tempo proposto. Os participantes foram divididos em equipes, formando diferentes frentes de trabalho no canteiro de obras – estrutura de madeira, trama de bambu, barro e terra ensacada – além dos grupos de trabalho da cozinha e do cuidado com as crianças. A realização de tarefas da escola de forma comunitária, ou através de mutirões, como proposto, aprofunda a prática de princípios pedagógicos.

Segundo Garzón (2010) a taipa de mão é exemplo clássico de um sistema construtivo misto - aquele que, além da terra, inclui o uso de outros materiais. Basicamente composto por três partes: estrutura principal, estrutura auxiliar e barro (de preenchimento e de revestimento). Neste caso, a estrutura da varanda previamente existente – pilares de concreto armado revestido em pedra apoiando a estrutura de madeira do telhado em telhas cerâmicas – funcionou como estrutura principal do sistema, em um esquema estrutural básico tipo pilar-viga. Peças de madeira de secção retangular funcionaram como estruturas auxiliares do sistema, atuando na sustentação das esquadrias de madeira (figura 4).

O entramado de bambu foi parafusado à estrutura principal (figura 5) e auxiliar do sistema e aparece como elemento estabilizador dos painéis de vedação com terra, com varas inteiras na vertical e partidas na horizontal, amarradas com arame e borracha de câmara de ar de bicicleta – visando demostrar a possibilidade de uso de diferentes materiais, dentre os quais se mencionou a possibilidade de uso de fibras vegetais variadas. O entramado (figura 4) consolida o barro – influenciando na rigidez ou flexibilidade da parede (Garzón, 2010). Garrafas de vidro foram amarradas entre os bambus com função estética e ambiental, trabalhando a reutilização de materiais na construção.



Figura 4. Execução da parede de taipa de mão: montagem da estrutura auxiliar com madeira, terra ensacada, execução do entramado de bambu e preenchimento com barro (crédito: A. C. Diório)



Figura 5. Fixação do entramado à estrutura principal

A terra disponível no local avaliada por testes empíricos – queda da bola e teste do vidro – fundamentados pelo documento de seleção de solos e métodos de controle em construção com terra da Rede PROTERRA (Neves et al., 2009) - analisando diferentes traços para a composição final do barro. A análise visual mostrou que a terra disponível no local era

argilosa, avermelhada e pegajosa. Buscando-se a proporção de aproximadamente 70% de areia para 30% de argila, o traço final utilizado para o barro foi de 1,5:1 (areia: terra) – variando-se a proporção de areia através da análise táctil-visual do barro. Como adição, foram usados materiais naturais disponíveis no local - palha de grama e serragem fina; as fibras tem a função de dificultar a retração da terra durante a secagem.

Os componentes foram misturados secos, adicionando-se água, ao centro da mistura, à medida que a textura do barro era analisada. O preenchimento da taipa de mão foi feito de forma tradicional, lançando o barro de ambos os lados da trama ao mesmo tempo e fixando-a com as mãos. O barro apresentou boa aderência à trama de bambu. Garzón (2010) chama atenção ao fato que, na construção com terra, como em qualquer outro sistema construtivo, deve-se conhecer as propriedades e características dos materiais, além de detalhes construtivos como conexões, amarrações e compatibilidade, que devem ser planejados previamente.

A terra ensacada (figura 6), apesar de seu potencial estrutural, foi aplicada em apenas um dos vãos com função de vedação, sendo que a esquadria de madeira instalada no mesmo é sustentada por uma estrutura auxiliar de madeira. Para apresentar e demonstrar a técnica de terra ensacada foram utilizados sacos de polipropileno, preenchidos pela mesma terra que compôs a mistura do barro, acrescida de seixos e pequenas pedras peneiradas da areia grossa. A estrutura foi executada com o auxílio de baldes e posteriormente apiloada com pilão de concreto. Em dois dias de atividade, preencheu-se todo o vão proposto.



Figura 6. Terra ensacada: processo de execução e seu uso na vedação (crédito: A. C. Diório)

No canteiro de obras sempre surgem imprevistos; mesmo com todo o planejamento da atividade, algumas tramas foram montadas por iniciativa própria de participantes que, supostamente, já possuíam experiência com a técnica construtiva. O resultado foi de entramados pouco resistentes, uma vez que as varas de bambu, projetadas para serem usadas partidas ao meio, em duas partes, foram partidas, com o auxílio de uma ferramenta de corte, em quatro ou seis partes, gerando ripas muito finas que foram montadas em esquema de esteira, entrelaçadas. No momento de fixação do entramado em um dos vãos percebeu-se, de imediato, deficiências estruturais. A trama estava flexível e frágil. No momento inicial de preenchimento com o barro, notou-se que a mesma não cumpriria sua função de elemento enrigecedor. Apesar do lamento de alguns participantes, por conta do cansaço e do tempo despendido, a parede foi desfeita, o barro foi retirado, a estrutura remontada e reforçada e a parede refeita.

Após um período de aproximadamente quinze dias de secagem, a parede tinha aparência sólida, apresentando fissuras de pequeno porte típicas da retração do barro relacionado ao processo de perda de água; e fissuras médias pontuais, concentradas nas bordas, regiões de encontro com a estrutura principal, relacionadas ao excesso de barro e possível incompatibilidade dos materiais.

No dia 21 de dezembro de 2017 integrantes da comunidade da escola reuniram-se com a facilitadora da atividade, para o preenchimento das fissuras e aplicação do primeiro reboco em toda a extensão da parede. Para a argamassa de preenchimento das fissuras ou massa de recomposição utilizou-se maior proporção de areia, acrescida de palha de grama; para o

reboco grosso acrescentou-se à mistura cal hidratada. O reboco fino foi aplicado na primeira quinzena de janeiro pelo pedreiro responsável pela reforma, por questões de tempo e disponibilidade dos demais envolvidos no processo. A argamassa de acabamento final foi produzida com terra e areia peneiradas, cal e cimento, aplicada em camada fina na parede umedecida e não sarrafeada. A parede foi pintada com tinta acrílica a base de água.

3 ANÁLISES E DISCUSSÃO

3.1 Conectando arquitetura de terra e arquitetura antroposófica

As técnicas construtivas em terra são conhecidas há mais de 9.000 anos, com vestígios arqueológicos de diversas civilizações que se espalham por todo o mundo (Minke, 2015). Garzón (2010) destaca que, por sua diversidade de possibilidades, ainda há muito a se investigar, especialmente na América Latina. O material é versátil, respondendo bem ao clima e condicionantes de cada localidade. Como material de construção tem como principais vantagens ser natural e reutilizável, ter a capacidade de regulação da umidade e equilíbrio da temperatura do ambiente; por outro lado, não é um material padronizado, não é impermeável e se contrai quando seca (Minke, 2015). Sobre as vantagens, Garzón (2010) complementa que os materiais e recursos locais, se utilizados e aplicados de forma racional, tornam a obra de fácil execução e de baixo custo. Como o fator econômico foi limitante da reforma, a opção pela terra como material a ser empregado na reforma, neste sentido, foi coerente e favorável; igualmente, a facilidade de execução das técnicas aplicadas permitiu a utilização de mão de obra não especializada – a comunidade formadora da escola – em regime de mutirão ou trabalho colaborativo, corroborando para o desenvolvimento do fundamental sentido de comunidade ou de pertencimento das famílias para com o espaço.

No Brasil as principais técnicas construtivas em terra, registradas sobretudo a partir do período colonial - séculos XVII e XVIII - foram o adobe, a taipa de pilão e a taipa de mão ou pau à pique, dos quais encontram-se, ainda hoje, vestígios em praticamente todo o território. Vasconcellos (1979) refere-se à facilidade de execução da taipa de mão como um dos motivos que levou este sistema a ser um dos mais difundidos no país. São João del Rei, cidade fundada no início do século XVIII devido à descoberta e exploração do ouro na região, apresenta um rico acervo da arquitetura colonial – civil, oficial e religiosa - em terra, evidenciando o potencial e durabilidade do material e das técnicas construtivas.

Com desenvolvimento de novos meios de produção e de novas tecnologias construtivas ocasionado na virada do séc. XVIII para o XIX com revolução industrial, diversas técnicas construtivas tradicionais - como as referentes à arquitetura em terra - junto de seu saber fere, foram deixadas em segundo plano, além de caracterizadas, no senso comum, como ultrapassadas, arcaicas, de baixa qualidade e símbolo de baixo status social. Destaca-se aqui que este progresso produtivo e tecnológico do ramo da construção civil acompanhou o processo de desmistificação do mundo criticado por Rudolf Steiner no início do séc. XX, resultando, cada vez mais, em arquiteturas ou espaços construídos pensados e produzidos de forma impessoal, em grande escala e de forma mecanizada, desconsiderando o usuário, o contexto e as relações como atores principais e fundamentais do processo.

A relação unilateral com os materiais de construção é característico da concepção materialista: consome-se, porém não há um conhecimento sobre o produto consumido. Como apresentado, os elementos da arquitetura antroposófica devem estar em sintonia com o local, a cultura, a natureza e seus usuários (Raab, 1983). Dando resposta a uma das diretrizes, a terra é material local, natural e abundante. Por serem suas propriedades relacionadas às características e composições do material disponível em cada local, a arquitetura de terra nunca é padronizada, pelo contrário, é sensível e pessoal, nunca rígida.

Garzón (2010) aborda a terra, como a pele da edificação, que similar a pele do corpo humano, regula as trocas entre o meio interno e externo – organismos vivos. A terra contribui para a saúde do ambiente e, consequentemente, para a saúde e pleno desenvolvimento de seus usuários, no caso, as crianças. Minke (2015) também comenta,

em relação ao uso da terra como material construtivo, que cada vez mais as pessoas procuram construir ambientes dando maior valor à saúde e ao bem-estar. No que tange a construção de espaços que contribuam para o bem-estar e desenvolvimento do ser humano, ambos os posicionamentos anteriores, clássico da arquitetura de terra, remetem à proposta fundamental da arquitetura antroposófica.

Na procura de uma linguagem artística para a arquitetura, resgatando os princípios da arquitetura antropófica, a terra possibilita levar a arte para as construções (figura 7), através do trabalho manual, de resultado único; sua plasticidade e maleabilidade permitem criar formas diversas, inclusive texturas, movimento e organicidade para as vedações. Para Steiner (1999) as paredes deveriam ser não apenas vedações, mas superfícies esculpidas, com texturas, elevações e depressões, estimulando as percepções e os sentidos. A atitude artística deve ser conservada inclusive em relação ao material de construção, intimamente ligados às possibilidades formais, através da imaginação e da criatividade.



Figura 7. Inclusão de toda a comunidade escolar na atividade e arte na construção - conexões da arquitetura de terra, antroposofia e pedagogia. (crédito: A. C. Diório)

Raab (1983) sugere que em cada criança existe um arquiteto. Durante a infância a vontade de construir se apresenta de várias maneiras: as primeiras brincadeiras infantis de construir casinhas, cabanas com cobertor entre mesas e cadeiras, refúgios e cavernas entre almofadas, grandiosas cidades miniaturas feitas de peças ou de barro. Para a pedagogia é importante compreender que o impulso da arquitetura é parte essencial do ser humano; a partir disso temos uma influência profunda para a concepção do planejamento escolar e de seu ensino; com fundamento o currículo escolar inclui o ato de construir em seu planejamento. Apesar desta não ter sido a atividade oficinal de construção do currículo escolar da Caminho das Águas, as crianças acompanharam todo o final de semana de obras na escola como parte da orientação pedagógica (figura 5), além de terem sido incentivadas à “colocar a mão na massa”, sentindo a textura e características do barro, material natural, não nocivo, desenvolvendo o sentido do tato e compreendendo que aquela matéria prima formaria e consolidaria a parede da nova sala – mais uma sensível e possível conexão entre as arquiteturas mencionadas.

3.2 Discussão: o resultado, os desafios e as contradições da prática

A atividade em construção com terra resgatou práticas tradicionais da região, valorizando o conhecimento popular e prático do mundo; pela facilidade de execução, proporcionou o envolvimento da comunidade escolar com a construção, literal, da escola. Além de estimular o agir, o trabalho colaborativo, em forma de mutirão, fortalece e estimula o convívio da comunidade e o envolvimento das famílias com a escola – fundamento da pedagogia. Neste sentido, vale destacar que essa proposta de escola exige muito mais dos pais, que devem fazer parte do processo de desenvolvimento da criança e da escola – visão integrada.

Raab (1983) comenta que as escolas se esforçam para utilizar materiais “verdadeiros”, ou seja, naturais em suas edificações; porém não ignora ou reprova, em certas situações, o uso de materiais sintéticos e artificiais, sob, certamente, formas artísticas, que são capazes de transformá-los por completo. De forma sensata, o autor expõe que, na prática, em algumas situações não se consegue escapar ao uso de materiais modernos, seja por questões

construtivas ou econômicas; o mesmo autor comenta os desafios encontrados pelas escolas ao se instalarem em edificações já existentes. A utilização do cimento e outros materiais artificiais gera polêmicas e discussões no meio da construção com terra. Neste caso, optou-se pela utilização do cimento e da cal em pequenas proporções na composição das argamassas de acabamento – reboco grosso e fino - por questões de tempo e de logística, uma vez que a sala de aula precisava estar pronta no início de fevereiro para supervisões técnicas de bombeiros, vigilância sanitária e inspeção escolar, parte do processo final de legalização da instituição.

Ainda Raab (1983) aponta que muitas escolas Waldörf se instalaram em edifícios já existentes, gerando contradições; superadas por estratégias de organização espacial, disposição de elementos e acabamentos – estratégias demonstradas na figura 2 deste artigo. A demolição das paredes e abertura de vãos, propostas no projeto de reforma (figura 3) para integração, ampliação e iluminação do ambiente interno foram pensados com a intenção de criar uma ambiência adequada para o jardim de infância – diretriz pedagógica. Demonstrando a arte como parte da construção e essencial para o espaço de aprendizado, as paredes construídas mantiveram, intencionalmente, suas texturas naturais, conformada pelas mãos de cada um dos participantes; ou seja, o reboco fino ou argamassa de acabamento não foi sarrafeado ou alisado com régua – o que soou um tanto incomum para o pedreiro responsável. A estrutura de terra ensacada, com suas formas arredondadas, contribuiu para a organicidade da parede e o efeito de movimento que se pretendeu criar.

A atividade de construção, na forma como apresentada e conduzida, contou com a participação das crianças mais velhas e a presença e observação dos mais novos, que acompanharam, durante um final de semana de imersão e brincadeiras, todo o processo de execução da parede que conformaria a futura sala de aula. Cenas que certamente ficaram registradas em suas memórias e serão revividas sempre que olharem para aquelas paredes, desenvolvendo nelas um senso de respeito e cuidado para com o espaço, por compreender sua origem e ter sido parte de seu processo. Mais uma vez, a terra como material natural, não nocivo ou agressivo, possibilitou a inclusão e participação de todos.

A conexão com a natureza e a valorização dos espaços verdes foi explorada através das aberturas instaladas – esquadrias de madeira típicas da região – proporcionando iluminação e contato visual com o ambiente externo. A iluminação natural, fundamental na arquitetura antroposófica, foi explorada, também, pela instalação de telhas transparentes entre a cobertura já existente; as garrafas de vidro instaladas entre a trama de bambu relacionam-se, além da reutilização de materiais, com a criatividade e a criação de jogos de luzes no interior do espaço.

A proposta teórico-filosófica abordada destaca a importância do uso das cores e dos pigmentos para os acabamentos internos, apontando que estas também desempenham papel no processo educativo, no comportamento e no desenvolvimento do ser humano. Considerando esta e outras questões apresentadas, a resposta óbvia seria a utilização de tintas naturais, preparadas a partir de pigmentos minerais – tinta de terra - e vegetais, atóxicas, livres de compostos voláteis prejudiciais à saúde, de baixo custo e baixo impacto ambiental, além de permitir a “respiração” da parede de terra. Porém, por questões de tempo e logística, as paredes foram pintadas convencional, comum - acrílica a base de água, por mão de obra profissional contratada.

Uma reflexão à parte, o paradoxo do tempo é um mal típico da sociedade moderna, desdobramentos daquela mesma sociedade que Steiner criticou quando propôs sua teoria; entendendo que esta é uma discussão profunda que não cabe às considerações finais deste artigo, é importante trazê-la, inclusive para reflexão pessoal, pois verifica as constantes contradições entre o discurso e a prática ou as dificuldades e desafios da aplicação cotidiana de teorias, por mais completas e bem fundamentadas que sejam.

Apesar disso, o reboco final, produzido com a mesma terra e areia utilizadas nas paredes, com adição de cal e cimento, teve bom desempenho e foi elogiado pelo executor, que demonstrou interesse, comentou nunca ter ouvido falar de argamassa com terra, mostrando

a intenção de aplicá-lo em outras situações. Quatro meses depois da obra finalizada (figura 8) observa-se que a parede reagiu bem aos acabamentos empregados, não apresentando qualquer deficiência relacionada à incompatibilidade de materiais, como confirmado por relato da diretora da escola recebido em maio de 2018.



Figura 8. Vista externa e interna da obra finalizada (crédito: Y. Vieira)

Os participantes e envolvidos mostraram-se satisfeitos com o resultado geral da atividade, que envolve, além da execução parede em si, o crescimento do espaço escolar e o fortalecimento da rede de apoio mútuo da escola. Como relatado, a terra mostrou-se coerente em relação a proposta pedagógica e potencial para a construção de uma sede própria no futuro.

4 CONCLUSÃO

A arquitetura antroposófica surge da necessidade de um espaço adequado ou compatível com a proposta teórica e espiritual. Para tanto, a arquitetura deve ser sensível e pessoal, nunca rígida e padronizada e os ambientes criados devem possibilitar uma vivência sensível do espaço, propícias ao desenvolvimento do ser humano. As bibliografias estudadas não definem ou indicam diretrizes fixas para uma arquitetura antroposófica, mas um entendimento amplo da proposta científica-espiritual e do trabalho de Steiner em diversas áreas do conhecimento humano demonstram que a arquitetura deve ter uma intencionalidade, capaz de potencializar a formação e o desenvolvimento do ser humano. Essa intencionalidade é alcançada, na pedagogia Waldörf, de formas e estratégias projetuais diversas, porém sempre sensíveis, artísticas, únicas e estimulantes, integradas e adaptadas a realidade local e fruto de parcerias entre os arquitetos, os pedagogos e a comunidade envolvida, preocupando-se com as experiências e vivências do espaço no sentido físico, biológico e social como também no sentido psicológico, astral e espiritual.

As características espaciais e ambientais de um ambiente escolar influenciam no processo de aprendizagem, independentemente do método pedagógico adotado. Porém as propostas pedagógicas tradicionais, ou seja, aquelas difundidas para grande parte da população, não abrangem propostas espaciais específicas; enquanto a pedagogia Waldörf tem características espaciais típicas e singulares – como as sala de jardim de infância home base, o mobiliário, os espaços lúdicos do brincar, os espaços externos e outros - intimamente relacionadas e essenciais ao método pedagógico.

Como observado na escassa bibliografia em português sobre o tema, nas conversas com pessoas envolvidas com a pedagogia, nas experiências em outras escolas Waldörf e a partir da análise dos estudos de caso trazidos pela bibliografia base deste trabalho - publicada em francês – a arquitetura é recurso ainda pouco explorado dentro das iniciativas brasileiras. A obra de Raab (1983) trás um levantamento de escolas consolidadas espalhadas por todo o

mundo, onde o Brasil é representado por apenas uma – escola Rudolf Steiner de Higienópolis, São Paulo, fundada em 1956. O nome da escola já remete à uma crítica recorrente a esta e outras pedagogias de metodologias "alternativas" no Brasil, assim como o próprio projeto de arquitetura e atuação do arquiteto: o elitismo. Entende-se a crítica, considerando-se que a proposta é relativamente jovem no país e que grande maioria são iniciativas associativas de pais e professores (as últimas, em sua maioria, sem arquitetura personalizada a proposta). Porém, afirma-se que várias escolas possuem, em consonância com suas ideologias, políticas de inclusão e diversidade, como bolsas e outras práticas econômicas alternativas: troca de produtos e serviços e economia solidária.

A análise da atividade de construção realizada na escola Caminho das Água e as posteriores conexões com os fundamentos da antroposofia, demonstraram que a arquitetura de terra responde plenamente às diretrizes filosóficas e pedagógicas, apresentando-se como alternativa potencial para futuros projetos e obras de espaços escolares Waldörf. No entanto, no caso estudado, a escolha do material e das técnicas construtivas em terra deu-se mais por questões ideológicas partilhadas pelo grupo, dentre eles o interesse no tema da bioconstrução, pensando na oportunidade de envolvimento e capacitação da comunidade escolar, do que pelo entendimento de princípios da arquitetura antroposófica, consequências das simples razões mencionadas anteriormente: proposta relativamente recente no Brasil, ausência de referências bibliográficas e projetuais e pouca exploração da arquitetura nas iniciativas brasileiras, ao qual pode-se somar a pouca exploração da arquitetura e do arquiteto em diferentes âmbitos da sociedade, cuja atuação é, muitas vezes, julgada como "elitista" ou supérflua. Por outro lado, observou-se grande interesse por parte do grupo em aprofundar-se no tema e conhecer melhor a proposta da arquitetura antroposófica e as publicações existentes, principalmente àqueles integrantes com experiência em iniciativas fora do país.

A realização de tarefas da escola envolvendo todas as pessoas que utilizam o espaço, os professores, as crianças, os funcionários, os pais ou amigos, é uma atividade que aprofunda a prática de princípios pedagógicos, fortalecendo os laços comunitários, de apropriação, zelo e responsabilidade mútua, fazendo das pessoas que utilizam o espaço seus cocriadores. As atividades e vivências em construção com terra, principalmente em forma de mutirão e relacionadas ao conceito da bioconstrução – prática que vem sendo amplamente popularizada nos últimos anos, são exemplos da aproriação e fortalecimento de laços, trabalhando princípios da pedagogia e da arquitetura antroposófica, como observado no estudo de caso aqui apresentado. Vale destacar que alguns cursos de bioconstrução que vem sendo oferecidos por toda parte não dispõem de tempo suficiente para a capacitação correta dos interessados, ocasionando problemas diversos, inclusive o mencionado neste artigo. Neste sentido, aconselha-se buscar formações orientadas por profissionais experientes (na teoria e na prática) e com referências, valorizando, desta forma, a prática de uma arquitetura de terra de qualidade.

No caso apresentado, a escolha pela arquitetura de terra deu-se mais pelo objetivo de uma construção com materiais naturais e possibilidade de envolvimento e capacitação da comunidade do que pelo entendimento de princípios e diretrizes da arquitetura antroposófica, como já comentado na discussão anterior. No entanto, a visão de mundo compartilhada pelo grupo envolve, além da consciência ecológica e social/comunitária, a crença do potencial da educação na formação de indivíduos livres, criativos, conscientes e autônomos, preparados para enfrentar os desafios da vida e fazer do mundo um lugar melhor para se viver – por isso a crença nos fundamentos da pedagogia e a disposição em participar da construção da escola e do processo de desenvolvimento da mesma, das crianças e de toda a comunidade.

A arquitetura antroposófica como proposta, interage com os seres vivos e com a natureza, criando ambientes que possibilitam uma vivência sensível e artística do espaço, para o bem estar e pleno desenvolvimento do ser humano. Considerando o exposto e o contexto mundial atual – crises ambientais, sociais e econômica - a arquitetura de terra, dando respostas aos condicionantes de forma sensível, responsiva e ecológica, além de executada

através de regimes e processos de trabalho participativos e colaborativos, é um dos caminhos potenciais para um projeto em consonância com a teoria e a arquitetura antroposófica, respondendo desde questões pedagógicas, lúdicas e artísticas às físico-estruturais, sociais, econômicas e ambientais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Braga, R. (1999). Goetheanum: arquitetura enquanto metamorfose. Dissertação de mestrado. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, USP.

Fares, A. (2017). Jardim das Andorinhas: Arquitetura sob a luz da antroposofia. Monografia. Viçosa: Departamento de Arquitetura e Urbanismo, UFV.

Garzón, L. E. (2010). Técnicas mixtas. Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 3, Campo Grande. TerraBrasil 2010: Apostila. p. 42-51. Campo Grande, Mato Grosso do Sul: Rede TerraBrasil; UFMS.

Lanz, R. (2007). Noções básicas de Antroposofia. São Paulo: Editora Antroposófica Ltda.

Minke, G. (2015). Construção com terra: uma arquitetura sustentável. São Paulo: B4 Editores.

Mösch, M. (2009). Arquitetura antroposófica: as artes plásticas e o desenvolvimento da alma humana. Sociedade Antroposófica. Disponível em: <http://www.sab.org.br/arquit/>.

Neves, C., Faria, O.B., Rotondaro, R., Cevallos, P.S., Hoffmann V., M. (2009). Seleção de solos e métodos de controle em construção com terra – práticas de campo. Disponível em: http://www.redproterra.org.

Raab, R. (1983). Batir pour la pédagogie Rudolf Steiner: 60 ans d'architecture pour la pédagogie Waldorf. Genève: Editions Anthroposophiques Romandes.

Setzer, V. W. (2010). Pedagogia Waldorf. Sociedade Antroposófica. Disponível em: <http://www.sab.org.br/pedag-wal/pedag.htm>.

Steiner, R. (1999). Architecture as a synthesis of the arts. London: Rudolf Steiner Press.

Vasconcellos, S. de. (1979). Arquitetura no Brasil: sistemas construtivos. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais

AGRADECIMENTOS

Gratidão às arquitetas e mães Daniela Abritta e Luciana Monte Mór, pela amizade e parceria; e a Helena Contente, mãe, professora e diretora da escola, pela confiança e dedicação.

AUTORES

Ana Carolina Dias Diório, arquiteta e paisagista do Casa de Girassóis. Professora. Mestre em arquitetura e urbanismo – análise ambiental do espaço construído- pela Universidade Federal de Viçosa; formada em design para sustentabilidade pelo Gaia Education; arquiteta e urbanista pela Universidade Federal de São João del Rei. Membro da Rede TerraBrasil. Permacultora e bioconstrutora pela vida. Currículo completo em: http://lattes.cnpq.br/2072481429639612

Amana Fares, arquiteta e urbanista pela Universidade Federal de Viçosa. Ceramista. Membro da Rede TerraBrasil. Currículo completo em: http://lattes.cnpq.br/2026015535245057

O USO DE MAQUETES PARA O ENSINO DE ARQUITETURA COM TERRA

Andreia Jane Leandro Camara[1]; Claudiceia Silva Mendes[2]; Marcio Rodrigo da Silva Pereira[3]

Departamento de Arquitetura e Urbanismo, UNDB – Unidade de Ensino Superior Dom Bosco, São Luis, MA, Brasil, [1]andreiajane.arq@gmail.com; [3]marcio.pereira@undb.edu.br

[2]Departamento de Engenharia Civil, UFMA – Universidade Federal do Maranhão - campus Balsas, MA, Brasil, claudiceiamendes@hotmail.com

Palavras-chave: edificações, sustentabilidade, taipa de mão.

Resumo

Este trabalho objetivou projetar maquete sustentável para fomentar a importância de projetos de arquitetura vernácula aplicados a diferentes técnicas construtivas com terra como a taipa de mão, a taipa de pilão, o adobe e a terra ensacada. Sendo, essa maquete, associada ao uso de conceitos, materiais e técnicas sustentáveis, tais como aproveitamento da água de chuva, eficiência energética e telhados verdes. A maquete possui fins educacionais, com ênfase no processo de ensino-aprendizagem e foi proposta aos alunos do oitavo período da disciplina de Bioarquitetura do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Unidade de Ensino Superior Dom Bosco da cidade de São Luís. Para auxiliar na formação desses acadêmicos na elaboração da maquete e no conhecimento tanto teórico como prático sobre o assunto, foi realizada uma visita a um sítio ecológico, localizado dentro da ilha de São Luís, onde os alunos tiveram a oportunidade de participar de algumas palestras e oficinas sobre permacultura, adobe e taipa de mão. Nessa ocasião conheceram o terreno destinado para a elaboração do projeto. A construção física da maquete explicou a utilização da técnica construtiva escolhida e o tipo de material utilizado para a construção da mesma com terra, além das técnicas sustentáveis abordadas. Através da visita, os alunos puderam conhecer as necessidades reais do sítio e da comunidade, assim como seu entorno. Depois de elaboradas, as maquetes foram expostas no pátio da instituição, onde os alunos explicaram suas escolhas e durante as apresentações foram submetidas a uma votação popular. Os resultados alcançados demonstram que a maquete se mostra uma ferramenta acessível, criativa e eficiente no processo de ensino-aprendizagem. E os trabalhos serviram de estímulo importante para a comunidade, não só acadêmica, se conscientizar sobre a possibilidade de se construir com terra e a importância da sustentabilidade para o planeta.

1 INTRODUÇÃO

A terra é um material construtivo utilizado pelo homem desde os primórdios da antiguidade. Grande parte das edificações do Oriente Médio usaram as técnicas do adobe e da taipa, não somente para edifcações residenciais, como para fins militares e religiosos. Nesse sentido, já existe uma relação significativa da percepção social do homem, demonstrando a importância da terra para a sua sobrevivência (Ponte, 2012).

Com o advento da Revolução Industrial no século XVIII, tem-se uma proliferação de produtos industrializados destinados para a construção civil. Ao longo do tempo, ocorre uma transformação na produção do ambiente construído, com o intuito de atender as novas necessidades impostas pelos padrões sociais modernos. Desse modo, a indústria da construção civil passa a utilizar materiais construtivos específicos, considerando que a execução de uma edificação segue um processo racionalizado, descartando assim, elementos considerados tradicionais.

O acelerado processo de urbanização e de industrialização resultou em graves problemas ambientais urbanos. Sendo assim, na década de 1980, a Organização das Nações Unidas (ONU) colocou em discussão o “desenvolvimento sustentável”, tendo em vista a manutenção de recursos ambientais para as gerações futuras, conectando aspectos ambientais, econômicos e sociais.

Dentre os usos da terra como material construtivo, a taipa de mão é uma técnica bastante empregada no interior do Estado do Maranhão, sendo passada de geração para geração, apresentando as características da arquitetura vernácula. Geralmente, esse tipo de técnica é utilizada para a construção de edificações residenciais, com cobertura de palha e estrutura de madeira. Não possuem acabamento refinado, nem utilizam determinados tipos de impermeabilizações que possibilitem afastar insetos e parasitas.

Diante desse contexto, decidiu-se levar a discussão do uso da terra como material construtivo para o meio acadêmico por meio da disciplina de Bioarquitetura do curso de Arquitetura e Urbanismo da Unidade de Ensino Superior Dom Bosco (UNDB). Ressalta-se que a produção de conhecimento científico provocada pelas experiências empíricas enriquece a metodologia de aprendizagem de técnicas e sistemas construtivos.

Para dinamização das aulas, buscou-se realizar uma atividade prática, em que os conhecimentos téoricos discutidos em sala de aula pudessem ser aplicados e vivenciando a utilização de materiais sustentáveis e vernáculos aplicados a diferentes técnicas construtivas com terra. As aulas práticas foram realizadas num sítio ecológico, chamado Panakuí, localizado dentro dos limites da ilha de São Luís, a capital maranhense.

Durante o desenvolvimento da atividade acadêmica, foram divididos grupos de estudantes para a proposição de um projeto arquitetônico de tema livre, no nível de estudo preliminar, tendo como material construtivo a terra, resultando na construção de uma maquete física, contemplando os princípios de sustentabilidade na arquitetura. Por fim, foi realizada uma exposição das maquetes no pátio da instituição, com o intuito de divulgar as diferentes técnicas construtivas de arquitetura com terra, destacando a taipa de mão como uma técnica tradicional, usada em todo o território do Maranhão.

1.1. A taipa de mão como sistema construtivo

A taipa de mão é um sistema de elevação de paredes portantes, construídas à fiada, com juntas desencontradas (Guillaud, 1993). A técnica consiste no fechamento dos vãos formados por madeiras roliças e finas (pau a pique), fixadas na vertical entre as peças de madeira da base (os baldrames) e as peças de madeira de cintamento do topo das paredes (os frechais). No sentido horizontal, são inseridas ripas ou varas amarradas aos paus a pique por cipós (Vasconcelos, 1979).

A taipa de mão é uma técnica ainda muito utilizada nas comunidades rurais maranhenses, possuindo uma forma construtiva peculiar, utilizando materiais naturais, geralmente disponíveis na natureza, a terra e a madeira retirados no próprio local, assim como a água do rio próximo. Substitui a mão de obra qualificada (difícil de ser encontrada e mais onerosa) por mão de obra local, incentivando inclusive a identidade cultural, uma vez que essas comunidades aprendem essa técnica herdada de pai para filhos que vai passando de geração para geração.

Considerando a taipa de mão como um sistema construtivo comumente usado na autoconstrução de habitações, Villaça (1986) afirma que a mão de obra é a do proprietário, de seus amigos e de sua família, que trabalham na construção da moradia nas horas de folga e nos fins de semana, surtindo um sentimento de pertencimento, assim como a autonomia da autoconstrução.

Maricato (1982) define a autoconstrução como uma arquitetura possível para a classe trabalhadora, uma vez que, além de ser realizada sempre com a ajuda de amigos e parentes, é feita com os materiais que estão disponíveis na natureza, evitando, assim, amplamente, o mercado da construção civil. Sendo esse processo de trabalho calcado na cooperação entre pessoas, na troca de favores, nos compromissos familiares, diferenciando-se, portanto, das relações capitalistas de compra e venda da força de trabalho.

Segundo dados do Sistema de Informação da Atenção Básica, do Ministério da Saúde, o Maranhão conta com 17% de famílias morando em casas de taipa de mão sem revestimento

e 11% de famílias morando em casas de taipa de mão com revestimento, totalizando 28% das famílias maranhenses cadastradas no referido sistema[1], comprovando a utilização desta técnica construtiva no Estado.

Alguns estudos demonstram a fragilidade em relação à durabilidade da taipa de mão, principalmente pelo Maranhão apresentar altos índices pluviométricos[2], o que, devido à falta de proteção com reboco adequado ou mal executado, promove a desagregação da vedação da taipa de mão (Pinto, 1993; Souza, 1996).

Outro problema observado por moradores de residências de taipa de mão é o aparecimento de insetos alojados nos buracos que surgem após a secagem do barro. O barro, a massa plástica de terra usada na vedação da taipa de mão, retrai e, com isso, aparecem fissuras onde podem se alojar insetos, principalmente o temível barbeiro, sendo necessária a repetição na aplicação de rebocos por mais de uma vez, que pode ser feito do próprio barro e aplicado em duas camadas. Na realidade, o morador não é esclarecido da necessidade de "fechar os buracos" da parede para impedir alojamento dos insetos.

Uma das características na execução da taipa de mão é a presença de trabalhadores que não possuem uma qualificação na execução de tais serviços. É preciso que sejam realizados treinamentos específicos e direcionados, tendo em vista o melhoramento e a aplicação da técnica, com o intuito de que o uso da terra continue utilizado em áreas urbanas e rurais, atendendo princípios de sustentabilidade e habitabilidade para os seus moradores.

1.2 O sítio Panakuí: espaço de vivência ecológica no município de São Luís

Com o advento do termo "sustentabilidade", o interesse por projetos de engenharia e construções vem ganhando força em todo o mundo há algumas décadas, na transição do século XX para o XXI, considerando que as políticas públicas urbanas brasileiras evidenciam a importância do desenvolvimento sustentável em face aos frequentes problemas ambientais urbanos presentes nos cenários das cidades brasileiras (Yudelson, 2013). O sítio ecológico Panakuí (figura 1), localizado no povoado de Coquilho, zona rural de São Luís, tem a ecologia como ação, observação e estudo.



Figura 1. Chegada dos alunos ao sítio ecológico Panakuí (crédito: G. Caetano)

Funcionando como um local de aprendizagem e busca das soluções locais apresentando uma alternativa sustentável à região. Por isso a escolha desse local, onde os visitantes podem fazer caminhadas ecológicas e vivências.

[1] http://www.deepask.com/goes?page=Maranhao-tem-o-maior-percentual-de-casas-de-taipa-sem-revestimento-102-vezes-acima-da-media-do-Pais

[2] Variando da região sul do Estado, onde apresenta valores mensais entre 120 a 180 mm, sendo considerada a região menos chuvosa, à região norte do Estado, onde, em sua extremidade apresenta valores superiores a 480 mm, sendo a região mais chuvosa, segundo dados registrados para o mês de abril de 2018 pelo Núcleo Geoambiental da Universidade Estadual do Maranhão (NuGeo / UEMA). A pluviosidade média anual do Estado estimada é de 1893 mm

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

Utilizar a produção de maquetes como instrumento de ensino no curso de Arquitetura e Urbanismo.

2.2 Objetivos específicos

Aplicar conceitos de sustentabilidade na concepção de projetos arquitetônicos.

Utilizar a terra como material construtivo, considerando as técnicas tradicionais locais.

Refletir sobre a relação do uso da terra em comunidades locais e a sua inserção no campo científico da arquitetura e urbanismo.

3 METODOLOGIA ADOTADA

A presente atividade foi estruturada em quatro etapas: fundamentação teórica, estruturação de grupos de trabalhos, vivência (aula de campo), produção e exposição de maquetes para divulgação dos resultados.

Na primeira etapa foram realizadas aulas expositivas e dialogadas, contextualizando aspectos e tendências de uma arquitetura ecológica (Gauzin-Müller, 2011), com enfoque em princípios bioclimáticos (Romero, 2000), materiais (Van Lengen, 2014), e projetos de edificações sustentáveis (Keeler; Burker, 2010). Essas discussões teóricas reforçam a importância da sustentabilidade nos ambientes construídos, sensibilizando os estudantes acerca da questão ambiental urbana.

Na segunda etapa, foram formados grupos de trabalho para a concepção de um projeto arquitetônico no nível de estudo preliminar, sugerindo o uso proposto da edificação, tendo o uso da terra como material construtivo. Após as definições iniciais, foram apresentadas e discutidas as propostas de cada grupo de trabalho, com o intuito de compartilhar as diferentes perspectivas de cada grupo.

Na terceira etapa foi realizada uma visita técnica ao sítio ecológico Panakui, onde os alunos puderam ver técnicas construtivas de adobe, taipa de mão e taipa de pilão, desenvolvidas nas acomodações do sítio, bem como materiais sustentáveis existentes na região. Foram realizadas palestras sobre permacultura, compostagem, aproveitamento de água da chuva e outras atividades desenvolvidas no sítio e participaram de oficina sobre a utilização da terra como material construtivo e através da utilização da taipa de mão os alunos executaram quatro paredes feitas com essa técnica construtiva. Essa visita contribuiu para alterar ou confirmar as propostas sugeridas na etapa anterior e também para a definição de conceitos (partido), desenhos (plantas), volumetria (perspectiva), escolha da técnica construtiva e dos materiais para elaboração das maquetes (protótipos construtivos).

Na quarta etapa, foram produzidas maquetes sustentáveis, com a utilização de materiais especificados nas concepções projetuais, e realizada uma exposição no pátio central da UNDB, com o intuito de divulgar os resultados da atividade e do uso da terra como material construtivo para a comunidade acadêmica.

4 PRINCIPAIS RESULTADOS OBTIDOS

Diante das quatro etapas elaboradas, inicialmente foram feitos estudos teóricos, dentro da sala de aula, resultando na formação de um referencial teórico, através de estudos das técnicas construtivas tradicionais e dos materiais e técnicas sustentáveis que podem ser, perfeitamente, utilizadas ou adequadas aos projetos contemporâneos para as maquetes solicitadas. Cada grupo optou por uma ou mais de uma técnica construtiva: taipa de mão, taipa de pilão, adobe, terra ensacada.

Na segunda etapa, os alunos obedeceram a divisão dos grupos, onde, inicialmente, a proposta era divisão igual do número de alunos existentes na sala de aula mas, por uma questão de afinidade pessoal, pelos temas ou técnicas escolhidos por cada grupo, os grupos foram juntados e compostos por até seis alunos, num total de sete grupos.

A terceira etapa foi a visita ao sítio Panakuí, onde os alunos participaram de caminhadas para identificação dos materiais existentes no sítio (figura 2) e puderam recolher alguns materiais como terra, palha, madeira e bambu, para serem utilizados na confecção das maquetes sustentáveis. Para fundamentar os temas escolhidos para o trabalho tiveram uma experiência prática da técnica construtiva de taipa de mão, através de uma oficina onde participaram da feitura de quatro paredes. Os alunos tiveram a oportunidade de presenciar as condicionantes, o entorno e conhecer um pouco da comunidade próxima, para, com esse conhecimento inicial, as equipes poderem propor um tema do projeto que serviu para a elaboração das maquetes.



Figura 2. Os alunos desbravando o sítio em busca de novos materiais para serem utilizados (crédito: G. Caetano)

Os temas escolhidos pelos sete grupos foram: 1) uma escola comunitária; 2) um centro cultural; 3) um complexo composto por casa de farinha, queijaria e alambique; 4) uma capela; 5) um mercadinho de produtos regionais; 6) um modelo de chalés; e 7) um centro de apoio comunitário para divulgação do caranguejo da região. As técnicas construtivas escolhidas: adobe, terra ensacada, taipa de mão e taipa de pilão. Os materiais utilizados, além da terra, foram palha e bambu.

Durante a visita houve uma grande participação na realização de tarefas práticas, como uma oficina de taipa de mão (figuras 3 e 4), onde foi observado um empenho bem grande da turma e um interesse naquele aprendizado. A proposta da oficina foi a construção de um cômodo com quatro paredes de taipa. A colocação dos esteios e o entrelaçamento da trama já haviam sido feitos pelos moradores do local, cabendo aos alunos o pisoteio do barro e o preenchimento da trama.



Figura 3. Trama das paredes aguardando o preenchimento com o barro pisoteado pelos alunos (crédito: G. Caetano)



Figura 4. Oficina de construção com terra com os alunos utilizando a técnica de taipa de mão (crédito: G. Caetano)

Van Lengen (2014) afirma que quase todos os tipos de terra servem para construir muros, utilizando-se adobe, taipa ou pau-a-pique, desde que, feitas as devidas correções. A qualidade da terra deve ser observada através de testes como: cor, odor, mordedura, sedimentação, contração e tira, com mostras de terras escavadas de diferentes pontos do lote (terreno). No caso da oficina com os alunos, não foram realizados testes específicos para determinar as características da terra, pois se admitiu que o material era apropriado por existir de edificações próximas construídas com o mesmo material. Foi levado em consideração que as pessoas da região já possuem um conhecimento do local de extração da terra devido o seu constante emprego nas construções já executadas.

Nos povoados no interior do Maranhão, essas casas são construídas em regime de mutirão, que acontece tanto na fase da coleta do material, quanto na montagem da trama, depois na mistura da terra com a água e, finalmente, no enchimento dessa trama. Sendo assim, não se faz necessária a utilização da mão de obra qualificada, isto significou que mesmo os alunos não tendo conhecimento algum da construção de paredes utilizando essa técnica da taipa de mão, estes foram envolvidos por um sentimento de pertencimento e de união muito grande entre a turma, bem parecido com o que acontece nessas comunidades no interior, resultando no aprendizado e na execução satisfatória do que foi solicitado.

A quarta e última etapa resultou da elaboração de sete maquetes físicas (figura 5 e 6) com diferentes técnicas construtivas e a utilização de materiais regionais através dos projetos escolhidos na etapa anterior.



Figura 5. Maquetes físicas apresentadas pelos alunos (crédito: A. Camara)



Figura 6. Maquetes físicas apresentadas pelos alunos (crédito: A. Camara)

Esta etapa foi a mais complicada, segundo os alunos, pois houve a necessidade de descobrir quais materiais se adequariam a elaboração das maquetes e quais materiais poderiam ser substituídos para que eles pudessem representar fielmente a técnica escolhida. Segundo relato dos alunos, aqui houve a desistência, a inclusão ou a substituição de algumas técnicas construtivas ou de alguns materiais sustentáveis que seriam utilizados anteriormente.

Na figura 5 temos os primeiros quatro grupos de maquetes: o primeiro grupo apresentou uma escola comunitária feita com a técnica de terra ensacada, a dificuldade relatada foi encontrar um material parecido com os sacos de polipropileno que pudesse ser representado na maquete, utilizaram materiais como: argila, TNT, palito para churrasco, cola branca, arame liso, garrafa pet, silicone liso, papelão, tinta PVA branca; o segundo grupo trouxe a maquete de um centro cultural também feita com a técnica de terra ensacada, utilizando materiais como: argila, demostrou um telhado verde e utilizou uma cabaça (fruto de uma planta da família das cucurbitáceas, encontrado na região) para finalizar a forma arredondada da edificação, o que foi mais trabalhoso de se fazer, segundo relatos dos alunos desse grupo; O terceiro grupo veio com um complexo composto por casa de farinha, queijaria e alambique feitos com duas diferentes técnicas construtivas: taipa de mão e taipa de pilão usou terra extraída do local e palha para a cobertura, houve dificuldade na secagem do material e a maquete teve que ser refeita duas vezes; o quarto grupo sugeriu uma capela, uma vez que se percebeu uma tendência religiosa na comunidade, optou pela

técnica de terra ensacada e a grande dificuldade relatada foram as rachaduras apresentadas após a secagem do material, o que levou o grupo a ter que molhar a maquete pouco tempo antes da apresentação para que as rachaduras sumissem, para conseguir essa forma arredondada o grupo usou volumes cilíndricos de isopor e depois cobriu com argila.

Na figura 6 tem-se os três últimos grupos de maquetes: o quinto grupo fez uma maquete de um mercadinho de produtos regionais e utilizou a técnica construtiva da taipa de mão, usando a terra e o bambu extraídos da região; em seguida o sexto grupo com um modelo chalé feito de adobe, para retratar o adobe o grupo utilizou terra trazida da região e fez desenhos nas paredes parecidos com o adobe, foi relatada grande dificuldade na secagem desse material e também para conseguir deixar as paredes da espessura correta, por essa razão a maquete teve que ser refeita e foi seca com ajuda de secador de cabelos, materiais utilizados: argila e papel pluma para as paredes e palha para a cobertura; e por fim o sétimo grupo fez um centro de apoio comunitário para divulgação do caranguejo da região onde foi utilizada a taipa de mão e materiais como: terra da região, bambu e palha.

Falar sobre o assunto trouxe reflexões para os alunos terem alternativas de habitação, principalmente, para regiões rurais do Estado do Maranhão que precisam ter suas técnicas construtivas melhoradas e não extinguidas e serviu para diminuir alguma forma de preconceito que existia antes da realização desse trabalho.

A comunidade Coquilho é localizada na zona rural na porção sudeste da Ilha de São Luís e agrega 611 (aproximadamente 2.444 pessoas) famílias distribuídas ao longo de uma área de aproximadamente 475 ha. A comunidade apresenta déficit em termos de saneamento por não dispor de abastecimento d´água e esgotamento sanitário adequados, configurando-se como uma localidade apropriada para o desenvolvimento de ações voltadas para políticas públicas de toda ordem. Ações assim que envolvam a comunidade e ações com vistas à melhoria de vida dessa comunidade são sempre bem-vindas. As famílias se agrupam em três núcleos, denominados Coquilhos 1, 2 e 3, respectivamente. A concentração denominada Coquilho 1 é mais urbanizada, sendo denominada pelos moradores de “centrinho” – reunindo aproximadamente 350 famílias. As áreas identificadas como Coquilho 2 e 3 apresentam suas populações distribuídas de maneira mais dispersa e têm como atividade principal a agricultura.

Houve grande envolvimento de todos os estudantes, professores, moradores do sítio ecológico Pakanui, localizado na comunidade de Coquilho. Os professores viram nessa metodologia de união e complementação da teoria com a prática uma alternativa interessante para melhorar o ensino-aprendizado dos seus alunos. E para a comunidade uma oportunidade de participar da vivência acadêmica e poder contribuir para o desenvolvimento das atividades com conhecimento empírico e sugestões de quem convive com os problemas e as soluções mais de perto.

A apresentação final dos trabalhos da disciplina foi feita por meio de exposição no pátio central da instituição, onde ficou claro o processo emancipatório dos estudantes, frente à sua liberdade de propor soluções eficientes e diferenciadas para seus projetos (as maquetes). A aceitação da comunidade do resultado das maquetes contribuiu de forma positiva para a extensão dessa pesquisa.

Com essas experiências apresentadas no sítio, fez-se surgir o afloramento do desejo de utilizarem essas técnicas em seus projetos de arquitetura, dentro e fora da academia, com mais domínio e conhecimento.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A maquete se mostra uma ferramenta acessível e eficiente na melhoria constante e na necessidade de evolução do processo ensino-aprendizagem no ensino nacional, uma vez que aguça a criatividade dos alunos, além de ser uma importante estratégia de conhecimento de técnicas construtivas e de conscientização para a sustentabilidade.

Ao apresentar os trabalhos, os alunos revelaram claramente o domínio dos conhecimentos adquiridos em sala de aula em relação às técnicas construtivas com terra como o adobe, terra ensacada, taipa de mão e taipa de pilão, entre outras, e a utilização de arquitetura vernácula, fazendo uso da terra local e materiais regionais encontrados no Maranhão tais como: palha de buriti e juçara (açaí), casca de coco, bambu e muitos outros.

É importante relatar as dificuldades ocorridas com a utilização correta das técnicas, quais materiais combinaram entre si, dessa forma algumas dificuldades relatadas podem servir de estudo e melhorias nas técnicas tradicionais. No caso das maquetes, é importante observar as dificuldades relatadas de materiais utilizados para parecerem com os originais, assim como os problemas ocorridos na concepção dessas maquetes físicas.

Esse trabalho demonstra ao aluno a possibilidade de aprender a teoria em conjunto com a prática, aproveitando a proximidade desse assunto comum na região e a possibilidade de discussões no contexto atual. A experiência do discente na execução de técnicas e sistemas construtivos tradicionais permitiu compreender a importância do trabalho qualificado das referidas técnicas. Durante a construção das maquetes, os alunos verificaram a necessidade de utilizar quantitativos e proporções ideais entre os materiais, para evitar fissuras e outras anomalias patológicas na edificação. Além disso, foram observadas as diferentes possibilidades de modelagens de partidos e formas arquitetônicas para diferentes empregos da terra como material de construção e a utilização de diferentes materiais de acabamentos.

Por fim, instituir o princípio de que a construção de maquetes é uma parte fundamental no processo de elaboração de um projeto arquitetônico, aliado com o uso da criatividade de estudantes de arquitetura, contribui para que seja conduzido um raciocínio lógico na prática de ensino da arquitetura e do urbanismo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Gauzin-Müller, D. (2011). Arquitetura ecológica. São Paulo: Editora Senac

Guillaud, H. (1993). Construir em terra crua: técnicas antigas e modernas. Arquitecturas de Terra, ou o Futuro de uma Tradição Milenar. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, p.33-48.

Keeler, M.; Burke, B. (2010). Fundamentos de projetos de edificações sustentáveis. Porto Alegre: Bookman, 2010.

Maricato, E. (1982). Autoconstrução, a arquitetura possível. In Maricato, E. (Org.) A produção capitalista da casa (e da cidade) no Brasil industrial. São Paulo, SP: Alfa-ômega, p.71-93.

Pinto, F. (1993). Arquitetura de terra – Que futuro? 7ª Conferência Internacional sobre o Estudo e conservação da arquitetura de terra, Silves. Anais. Lisboa, Portugal: DGEMN, p. 612-17.

Ponte, M. (2012). Arquitetura da Terra: o desenho para durabilidade das edificações. Dissertação (Mestrado em Arquitetura). Departamento de Arquitetura e Urbanismo. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. Coimbra, Portugal.

Romero, M. (2000). Princípios bioclimáticos para o desenho urbano. São Paulo: ProEditores, 2000.

Souza, R.C. J. de. (1996). Problemas de conservação em construções típicas de Minas Gerais. Cadernos de arquitetura e urbanismo. Belo Horizonte, n.4, p. 103-120.

Vasconcellos, S. (1979). Arquitetura no Brasil – Sistemas construtivos. Belo Horizonte, Brasil: Universidade Federal de Minas gerais.

Villaça, F. (1986). O que todo cidadão precisa saber sobre habitação. São Paulo: Ed. Global

Van Lengen, J. (2014). Manual do arquiteto descalço. São Paulo: B4 Ed.

Yudelson, J. (2013). Projeto integrado e construções sustentáveis. Porto Alegre: Bookman

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem Unidade de Ensino Superior Dom Bosco (UNDB) que apoia e incentiva a pesquisa na instituição, aos alunos do oitavo período do curso de Arquitetura e Urbanismo da UNDB,

a Moisés Mathias, proprietário do sítio ecológico Panakuí, que participou ativamente das palestras e das oficinas oferecidas aos alunos.

AUTORES

Andreia Jane Leandro Camara, especialista em magistério superior; arquiteta e urbanista; professora das disciplinas de Bioarquitetura, Paisagismo e História das Cidades do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Unidade de Ensino Superior Dom Bosco – UNDB em São Luís, MA; Desenho Industrial – DI BR 30 2018 001177 5 na área de sustentabilidade. Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/2443288376315088

Claudiceia Silva Mendes, coordenadora e professora do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Maranhão – UFMA/campus Balsas, MA; mestre em Energia e Ambiente; arquiteta e urbanista; Desenho Industrial – DI BR 30 2018 001177 5 na área de sustentabilidade; desenvolve projetos de extensão com temas de Sustentabilidade da Construção Civil Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/5071709030487357

Marcio Rodrigo da Silva Pereira, mestre em planejamento urbano e regional; arquiteto e urbanista; professor das disciplinas de Antropologia da Casa, Antropologia e Sociologia Urbana, Urbanização Brasileira: desafios e perspectivas do Departamento de Arquitetura e Urbanismo das disciplinas da Unidade de Ensino Superior Dom Bosco - UNDB em São Luís, MA. Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/0620126846306941

TERRITÓRIOS QUILOMBOLAS DE TRADIÇÃO EM TAIPA DE MÃO. PRÁTICAS DE EXTENSÃO NO MARANHÃO

Ingrid Braga[1]; Izabel Nascimento[2]

Universidade Estadual do Maranhão, Brasil

[1]ingridbraga69@gmail.com; [2]izabel.nas13@gmail.com

Palavras-chave: ensino-aprendizagem, Canelatiua e Brito- Alcântara, maquetes com técnicas de construção com terra

Resumo

Este artigo descreve uma prática de extensão realizada pelos discentes da disciplina Técnicas Construtivas Tradicionais do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) nas comunidades quilombolas de Canelatiua e Brito, no município de Alcântara, no estado do Maranhão, que enfrentam um processo compulsório de mudança de território determinado pelo Centro de Lançamento de Alcântara (CLA) e modificações das técnicas de construção das casas. O artigo é relato de uma experiência de extensão dos discentes da disciplina que foram convidados pelo Mestrado de Cartografia Social da UEMA a reproduzir com maquetes as edificações de Canelatiua e Brito para a exposição sobre as comunidades quilombolas do território de Alcântara. O procedimento metodológico adotado foi de levantamento de dados participados pelas comunidades e o uso de maquete como recurso didático para a reprodução do território e casas com apreensão de técnicas de construção com terra. O artigo contribui para a reflexão sobre importância do fazer extensionista que promove o contato da universidade com a realidade sócioespacial de comunidades rurais, de conflito territorial, da perda da tradição construtiva, do saber e fazer das técnicas de construção com terra.

1. INTRODUÇÃO

As comunidades rurais do Maranhão enfrentam, há séculos, diferentes processos de ocupação, comprometimento de suas formas de produção e dos modos de morar. O município de Alcântara, essencialmente rural, está situado no litoral norte maranhense na microrregião da Baixada Ocidental; limita-se geograficamente ao norte com o Oceano Atlântico e apresenta configuração peninsular recortada por braços de mar e igarapés. A sede do município, Alcântara, é uma cidade histórica, tombada em 1948 pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), com um conjunto arquitetônico barroco do século XVIII e reconhecida como sede aristocrata rural agroexportadora de algodão. As duas primeiras décadas do século XIX foram de ápice para a plantação algodoeira em Alcântara, com crescimento real da economia no Maranhão. Com a abolição da escravatura, a concorrência externa com o fim do processo de independência das colônias norte americanas, a diminuição das exportações e a mudança dos mercados produtores no final do século XIX e a produção algodoeira atingida por lutas internas no estado, a cidade de Alcântara, símbolo dessa produção, entrou em declínio, seguiu letárgica, sem projetos e sem atuação política significativa que pudesse reverter a estagnação socioeconômica no século XX. Para Nunes (2011, p.30),

> Distinguindo-se de uma cidade sem habitantes, retratada pelos literatos, os cerca de duzentos e cinquenta povoados do município desenvolveram ao longo do tempo vínculos sociais referidos a relações de troca e auxílio mútuo que produziu certa interdependência entre estes. Não se trata de uma modalidade de relação de troca restrita ao plano econômico, mas é possível observá-la naqueles domínios referidos à política, à religião, às práticas de cura, aos rituais fúnebres, ao sistema de parentesco, dentre outros.

Na década de 1980, instalou-se, por decreto governamental[1], o Centro de lançamento de foguetes em Alcântara (CLA) em uma área de 52.000 ha, ampliada para 62.000 ha em 1991, o que resultou a desapropriação do equivalente à metade da área territorial do município. Vinte e três comunidades quilombolas, 312 famílias, foram prejudicadas direta ou indiretamente e deslocadas das terras secularmente ocupadas por seus descendentes. O processo compulsório de mudança determinado pelo CLA relocou as famílias para as unidades de agrupamentos residenciais conhecidas como agrovilas, que foram criadas a partir das junções de comunidades com características diversas. Segundo relatos dos grupos de estudos do Mestrado de Cartografia Social, esse processo levou à configuração de novos modos de morar, de produção do espaço, de experiência social, de desaparecimento dos espaços individuais para uma associação coletiva, de imposição de hábitos pessoais e existência de espaços únicos públicos. Os grupos relocados foram submetidos a restrições estipuladas pelos militares, que distribuíram, fixaram os lotes de terras para cada família em 16 ha, o que restringiu a área de plantio e também impediram a construção de casas dentro das agrovilas. Uma vez deslocadas, estas famílias passaram a conviver com regras fundadas na propriedade individual, como extensão do quartel militar, e sofrem restrições e medidas administrativas impostas pelos militares (Nunes, 2011).

> A área decretada, ao separar o que sustenta a unidade dos diferentes elementos identitários e ao contrapor-se à lógica do processo produtivo, quebra com os povoados, enquanto organização social apoiada em relações de reciprocidade, e com suas hierarquias, enquanto territórios de parentesco, terminando por instituir outros critérios de autoridade local e por colidir com os princípios formadores do território étnico (Almeida, 2006, p.54).

Mais de 30 anos se passaram desde a implantação do CLA e o município de Alcântara continua com baixos indicadores socioeconômicos e graves problemas territoriais. O CLA foi e é motivo gerador de conflito e tem impactado negativamente nas comunidades de Alcântara. Braga (2011) destaca que o deslocamento compulsório gerado pela expropriação das terras interferiu significativamente em um sistema que, apesar de pobre economicamente, era autossuficiente, autônomo, isolado. Além disso, misturou as comunidades rompendo com o equilíbrio, a economia e as questões sociais naturalmente praticados por elas.

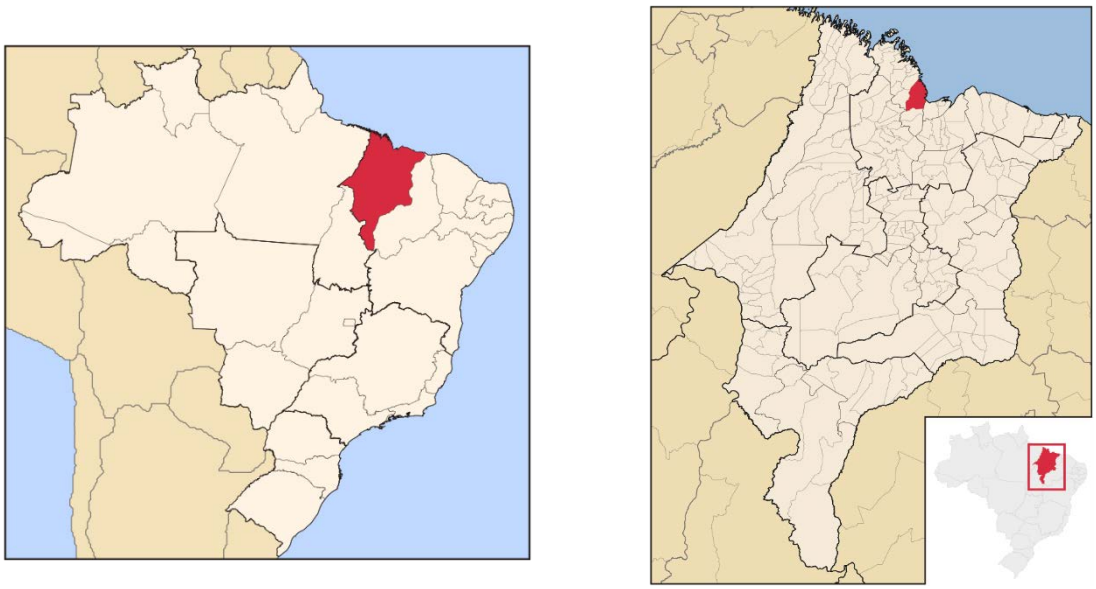


Figura 1. Localização do município de Alcântara no estado do Maranhão
(Fonte:https://pt.wikipedia.org/wiki/Lista_de_munic%C3%ADpios_do_Maranh%C3%A3o)

[1] Decreto do Governo Estadual Nº 7.820, de 12 de setembro de 1980

2. OBJETIVO

Apresentar a contribuição dos alunos da disciplina de Técnicas Construtivas Tradicionais do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UEMA em prática de extensão com as comunidades quilombolas de Canelatiua e Brito, no município de Alcântara, com uso de maquete como recurso didático e com utilização de técnicas de construção com terra.

3. ESTRATÉGIA METODOLÓGICA

A disciplina de Técnicas Construtivas Tradicionais já tem um percurso consolidado quanto ao ensino aliado à prática, com métodos de experimentação e confecção de maquetes com técnicas de construção com terra como recurso didático. O objetivo da disciplina é sempre estimular a interação, o compartilhamento de ideias entre docente e discentes na experiência e produção educativa. Neste contexto deu-se a aproximação com os pesquisadores do Programa de Pós-Graduação em Cartografia Social e Política da Amazônia (PPGCSPA/UEMA), e o convite para participar da Exposição sobre Comunidades Quilombolas do Território de Alcântara.

O contributo para a exposição foi a reprodução em maquetes de duas comunidades: Canelatiua e Brito, com as edificações significantes destes lugares. O uso de maquetes como recurso didático consolidou-se na disciplina porque sempre estimulou o discente à uma participação coletiva de ideias, confecção, de socialização e experimentação. As comunidades quilombolas foram selecionadas para modelos de reprodução do território e de técnica construtiva em decisão acordada entre os pesquisadores do PPGCSPA/UEMA, visto que já havia uma aproximação intermediada por eles, e a docente da disciplina, com os referidos lugares e os líderes das comunidades. A primeira ação coletiva foi a reunião entre pesquisadores (docentes e discentes) para a escuta e compreensão sobre a contradição entre um projeto desenvolvimentista tecnológico e militar, a mobilização social, a conquista do território tradicional e o impacto do projeto do CLA nos modos de viver e fazer das comunidades quilombolas. A princípio, para os discentes, estas duas comunidades encontravam-se distantes em vários sentidos: o território, os elementos identitários, a situação do conflito, a organização social, a prática produtiva e a moradia rural com técnicas de construção com terra. O momento de aproximação do grupo da disciplina e as comunidades quilombolas seria um desafio exploratório, principalmente o questionamento sobre como essa aproximação se daria. Como apreender e aprender sobre um contexto socioespacial de comunidades que se encontram em conflito com o Estado, que são deslocadas compulsoriamente em seus territórios e que estão abandonando deliberadamente sua tradição construtiva com terra? De acordo com Almeida (2006), comunidades que vivem em estado de precariedade e incerteza sobre o futuro próximo quanto aos locais onde vão viver, e que não podem controlar o presente e nem podem ser capazes de fazer planos e segui-los.

Os métodos de trabalho balizaram-se com a organização do trabalho de campo, a prática de extensão e verificação *in situ*. A primeira etapa foi a viagem ao município de Alcântara e o roteiro de visita com um grupo de discentes para o encontro com duas fortes lideranças[2] que respondem pelo Movimento dos Atingidos pela Base Espacial de Alcântara (MABE) e principais interlocutores das comunidades. A partir das apresentações, o grupo foi dividido entre as duas comunidades, foi traçado o roteiro de visita, a roda de conversas com os moradores do local, o levantamento de dados socioespaciais e tipologia arquitetônica com técnicas de construção com terra.

A etapa posterior foi a confecção das maquetes a partir do levantamento dos dados topográficos, escalas das edificações, registros fotográficos das tipologias arquitetônicas de taipa de mão, técnica mais utilizada e relatos da prática da extensão em um memorial descritivo sobre as duas comunidades.

[2] Sra. Dorinete Serejo Morais conhecida pelo apelido de Neta, nome adotado e como ela se apresenta, de Canelatiua, e Sr. Leonardo dos Anjos, de Brito

As imagens apresentadas correspondem, principalmente, à construção de uma maquete de casa de taipa de mão na comunidade de Brito. Para a disciplina, não se buscou identificar o tipo de solo das comunidades e nem foram feitos ensaios. Este trabalho serviu também como incentivo posterior para submissão de projetos de iniciação cientifica PIBIC/PPG e PIBEX/PROEXAE–UEMA para a compreensão dos modos de morar, da dinâmica da produção da construção, a causa de abandono e ou interrupção das técnicas de construção com terra, a atuação das famílias no espaço da casa e entorno, coleta de dados e de amostras dos solos usados nas construções das comunidades para a devida caracterização no laboratório de solos da Engenharia Civil da UEMA.

Como ampliação da coleta de dados, pretende-se fazer o geoprocessamento das áreas e ocorrências para inclusão em um futuro banco de dados (Atlas) sobre a construção com terra nas comunidades quilombolas maranhenses.

4. CANELATIUA E BRITO

As distâncias das comunidades para a sede Alcântara ficam por volta de 40 km e a viagem pode durar mais de uma hora, dependendo das condições da estrada de piçarra[3], alagadiça durante a estação das chuvas, de dezembro a junho. Para chegar aos povoados, passa-se por algumas agrovilas e o que primeiro chama a atenção neste caminho é a repetição da casa do tipo militar, com alvenaria de tijolo cerâmico, padrão comum de metragem e cores da fachada em azul e branco.

Quando se chega às duas comunidades quilombolas, o que se percebe imediatamente é a constituição de redes de vizinhança, solidariedade, parentesco e afinidade. Canelatiua é centro de influência perante povoados vizinhos de serviços públicos. A configuração de suas casas é disposição de forma concêntrica enfileiradas em torno de um terreno circular. Enquanto que em Brito, que apresenta forte atividade pesqueira, significante plano organizativo de relações de parentesco, a configuração das casas se dá por um enfileiramento consoante ao trajeto da estrada.

Canelatiua *é* uma derivação de Canelá, referente à plantação da canela (*Cinnamomum*), também designadas taboca. Além da incidência da plantação de canela, os sufixos – tiua e – iua também são considerados como forma de nomeação proveniente do tempo dos índios (Nunes, 2011). Quanto à moradia em Canelatiua, lamentavelmente, há um processo de substituição, acordada entre os moradores, das casas de taipa de mão por alvenaria com tijolo cerâmico. Segundo Nunes (2011, p. 514),

> essa modificação na forma de construir as casas foi atribuída a um aumento da renda monetária do conjunto das famílias de Canelatiua ocorrido com o aumento da venda da farinha e o crescimento no número dos aposentados e todas as famílias que possuem recursos para fazê-lo estão mudando a construção das casas para alvenaria com a intenção deliberada de criar maior obstáculo para uma possível tentativa da Base Militar de lá deslocá-los. Recusam-se a sair e acreditam que a casa de alvenaria ao obstaculizar o trabalho de deslocamento oferece mais segurança às famílias. As construções de taipa já positivadas no passado são consideradas agora mais fáceis de desmanchar _ como a roça que todo ano eles desmancham; e nesse sentido, não oferecem segurança (...).

Conforme os relatos compilados nas rodas de conversa com alguns representantes de Canelatiua, a comunidade conta com 54 casas sendo cerca de 15 casas com taipa de mão, sendo uma casa em taipa de mão com varanda em alvenaria de tijolo cerâmico. As edificações com adobe são poucas e, nas palavras de uma moradora, “não é segura”, o que logo ficou esclarecido se tratar da habilidade com a técnica. A comunidade possui duas casas de farinha ou casas de forno com construção de taipa de mão sendo uma de uso particular, com um peculiar aviso na entrada “tem dono” e outra de uso coletivo. O trabalho é de autoconstrução não assistida e sempre em regime de mutirão. Cabe registrar que a produção de adobe no município de Alcântara tem sua concentração em outras

[3] Piçarra corresponde a rocha alterada, cujos grãos são formados por minúsculos cristais arredondados.

comunidades quilombolas como: Santa Maria, Peroba de Cima, Ponta da Areia e São João de Cortes. Almeida (2006).

A comunidade de Brito conta com 41 edificações entre moradias e espaços comuns: duas igrejas, uma associação e um espaço coletivo de alvenarias de tijolo cerâmico, a escola e as demais edificações são em taipa de mão. Os moradores são, na maioria, procedentes de uma só família[4].

As casas de taipa de mão em Canelatiua e Brito, apesar do domínio da técnica da população, da qualidade da terra para construir, assegurada pelos moradores e de fácil manutenção, conforme explicado anteriormente, passa a ter valores ínfimos de troca, no conflito e na resistência contra a Base Militar.

Todas as narrativas, levantamento de dados de topografia, edificações e registros fotográficos foram organizados com as atividades dos discentes nas comunidades e foi possível acompanhar em Brito a construção de uma das casas com a técnica de taipa de mão. Também com essa atividade de extensão conheceu-se uma realidade de dificuldades sociais, de descontinuidade de uma técnica construtiva tradicional que, segundo os moradores, são “como as roças, feitas todos os anos, fáceis de desmanchar” e inseguras e que levou a decisão coletiva e deliberada de mudança para alvenaria de tijolo cerâmico, como tentativa de dificultar os deslocamentos compulsórios definidos pelo CLA. Como contribuição para a disciplina, os moradores ofertaram solos retirados na área da construção da casa da comunidade de Brito assim como do lote de um morador de Canelatiua, que foram trazidos para São Luís em quantidade que “servisse”, para serem utilizados na elaboração das maquetes.

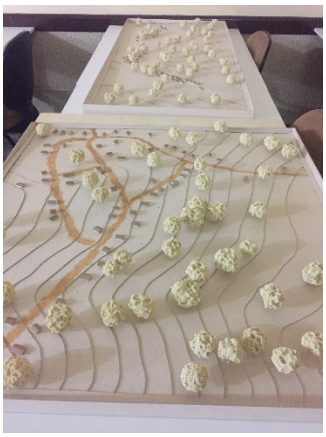


Figura 2. Maquetes topografias de Canelatiua e Brito (crédito: I. Braga)



Figura 3. Confecção da maquete casa de Brito (crédito: I. Braga)



Figura 4. Detalhe do interior da maquete casa de Brito (crédito: R. Barbosa)



Figura 5. Detalhe maquete casa de Brito (crédito: R. Barbosa)

[4] Filhos e primos de Seu Leonardo e de D. Roberta



Figura 6. Finalização da maquete casa de Brito (crédito: I. Braga)



Figura 7. Maquetes e discentes de Técnicas Construtivas Tradicionais 2018_1 (crédito: R. Barbosa)

5 RESULTADO E DISCUSSÃO

A importância de conhecer as comunidades quilombolas, a participação e a aproximação com os moradores foram fundamentais para este trabalho, pois foram eles que trouxeram a narrativa e a memória para a elaboração das maquetes e os discentes tiveram dentro de uma prática de extensão a oportunidade de escutar, de compreender como as duas comunidades lidam com o conflito territorial, com as situações socioespaciais apresentadas, os modos de construir com terra, as dificuldades para seguir com a técnica de taipa de mão e a opção deliberada pela alvenaria de tijolo cerâmico. Soma-se a diminuição das construções de casas de taipa de mão a questão da idade avançada dos seus moradores e a migração dos muitos jovens das comunidades para os centros urbanos, o que dificulta a continuação do uso da técnica construtiva tradicional. Toda essa experiência transformou-se em um trabalho expositivo e de contribuição sobre a realidade de duas comunidades tradicionais, de representantes de quilombos do Maranhão.

A exibição das maquetes na exposição ainda está em fase de organização e sem data definida. O uso de maquetes como recurso didático consolidou-se na disciplina porque sempre estimulou o discente à uma participação coletiva de ideias, confecção, de socialização e experimentação. Posteriormente outras casas de taipa de mão de Canelatiua e Brito poderão ser reproduzidas.

Como prática, nas palavras de Costa, Baiotto e Garces (2013) a extensão universitária foi lócus privilegiado para a práxis acadêmica. Vivenciar e aprender foi de grande significância para a formação profissional dos discentes, sobretudo para sua formação pessoal. Entendeu-se que o discente interagiu com uma realidade social e confrontou sua subjetividade individual com a subjetividade social. O processo metodológico já firmado na disciplina contribuiu para este artigo quando aliou teoria e prática. Os alunos puderam vivenciar a realidade de um território que há mais de três décadas segue resistindo a um conflito, entender a troca deliberada de material construtivo, a perda da tradição de construir com terra em Canelatiua. Em Brito vivenciaram a construção da casa de uma familia local, com técnica de taipa de mão. Foi oportuno registrar que mesmo com a relação conflituosa com a Base Militar, a maioria das casas de Brito seguem de taipa de mão. Ressalta-se que a prática de extensão foi mediadora da universidade, através da disciplina de técnicas construtivas tradicionais, para uma aproximação com comunidades rurais, de grande significancia étnica. O resultado possibilitou o ensino aprendizagem sobre técnicas de construção com terra e enriqueceu a prática de extensão com a produção das maquetes das comunidades selecionadas para uma exposição de um projeto de pesquisa do Mestrado de Cartografia Social da UEMA. O resultado foi uma experiência participativa de socialização e experimentação.

É interessante trazer o relatório da Comissão Internacional sobre Educação (UNESCO, 2010) que serve sempre como um referencial para o ensino-aprendizagem e consolidação das práticas da disciplina Técnicas Construtivas Tradicionais no curso de arquitetura e urbanismo da UEMA quando reforça que, aprendendo a conhecer, o aluno interessa-se, ele abre-se para o conhecimento; aprendendo a fazer, o aluno tem coragem para executar, para

se arriscar, errar para acertar e aprendendo a conviver sabe respeitar, exercita a fraternidade e, aprende a ser é que é o papel mais importante do cidadão e objetivo de viver. Para este trabalho é importante ressaltar que as práticas de pesquisa e extensão se articularam nas diversas esferas do saber e transformaram as relações entre todos os membros sociais: a docente, os discentes e os agentes locais das comunidades envolvidas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A prática de extensão da disciplina Técnicas Construtivas Tradicionais promoveu o ensino, a metodologia participativa, o contato com uma realidade social, a perspectiva observatória e humana sobre comunidades em conflitos que estão perdendo/abandonando a tradição da construção com terra. Esta prática proporcionou ao discente um sentido de coletividade, de experiências geradas pela convivência, pelos valores sociais apreendidos a partir da vivencia com outra diferença, com a reciprocidade das relações, de se colocar e entender o lugar do outro, olhar o outro com um novo olhar e interagir com quem está implicado em uma situação investigada principalmente por conflitos territoriais e por perda da tradição construtiva com terra. Essa interlocução entre vários saberes trouxe resultados relevantes para o conhecimento de todos os envolvidos e para este processo de ensino aprendizagem só veio a favorecer uma visão mais integrada das dimensões da realidade social e tradição construtiva de Canelatiua e Brito. Considera-se fundamental pensar a práticas de extensão com projetos participativos, sobre técnicas construtivas tradicionais com interfaces integradas que contribuam para a melhoria da qualidade habitacional dos territórios rurais que lidam com conflitos e que estão substituindo deliberadamente ou muitas vezes abandonando seu modelo construtivo tradicional como forma de resistência a qualquer tipo de mudança do seu habitat.

Tanto para os moradores de Canelatiua como de Brito, a casa é mais que a edificação: é a conquista da terra, é um significado moral e de honra que ganha mais importância quando relacionado e traduzido no seu conteúdo compensatório como objeto de troca, que não se rende ao abandono do seu lugar, da sua moradia, e que não quer perder sua tradição construtiva. A casa de alvenaria de tijolo cerâmico passa a ser símbolo de resistência como obstáculo para o deslocamento, a mudança compulsória de território significa abandonar a casa construída pela luta, com sacrifício e difícil recurso.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Almeida, A. W. B de (2006). Os quilombolas e a Base de lançamento de foguetes de Alcântara: laudo antropológico. Brasília: MMA. Disponível em http://www.mma.gov.br/estruturas/168/_publicacao/168_publicacao03022009105833.pdf

Braga, Y. M. R. de O. (2011). Território étnico. Conflitos territoriais em Alcântara, Maranhão. Dissertação de mestrado. São José dos Campos: Universidade do Vale da Paraíba. Disponível em http://biblioteca.univap.br/dados/000003/00000393.pdf

Costa, A. A. C.; Baiotto, C. R.; Garces, S. B. B. (2013). Aprendizagem: o olhar da extensão. Em: Síveres, L. (org.) A extensão universitária como um princípio de aprendizagem. Brasília: Liber Livro, p. 61-80. Disponível em http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002320/232083por.pdf

Nunes, P. P. (2011). Canelatiua, terra dos pobres, terra da pobreza: uma territorialidade ameaçada, entre a recusa de virar terra da Base e a titulação como terra de Quilombo. Tese de doutorado. Niterói: Universidade Federal Fluminense.

UNESCO (2010). Educação. Um tesouro a descobrir. Relatório da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI. Disponível em http://unesdoc.unesco.org/images/0010/001095/109590por.pdf

AUTORES

Ingrid Gomes Braga, doutora, professora do Curso de Arquitetura e Urbanismo e ministra a disciplina de Técnicas Construtivas Tradicionais; associada à Rede TerraBrasil; pesquisadora do Núcleo de Assessoria Técnica sobre o Habitar Urbano e Rural- ATHUAR. Desenvolve atividades de canteiro

experimental, projetos de extensão em comunidades quilombolas de tradição construtiva em terra e pesquisas sobre moradia rural no estado do Maranhão

Izabel Nascimento, mestre no Programa de Design da Universidade Federal do Maranhão e pesquisadora do Núcleo de Assessoria Técnica sobre o Habitar Urbano e Rural- ATHUAR.

TerraBrasil 2018
Território e trabalho: a produção da arquitetura com terra no Brasil
VII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Rio de Janeiro-RJ (Brasil), 30 de outubro a 2 de novembro de 2018
http://redeterrabrasil.org

GUIA PARA AUTOCONSTRUÇÃO EM BAMBU E TERRA: ADOBE E TAIPA DE MÃO

Raphael A. Vasconcelos C. N. Pachamama

Terra Mãe Construções Criativas, Brasil, raphaelcad@hotmail.com

Palavras-chave: déficit habitacional, difusão tecnológica vernácula, autoconstrução.

Resumo

Atualmente, o Brasil apresenta graves problemas de ordem social e ambiental, indissociáveis entre si, e que estão diretamente relacionados com a lógica político-administrativa e econômica mundial que não preza pela qualidade de vida do coletivo e sim de minorias em busca de lucro e poder. A terra deve cumprir sua função social, pois é o meio de produção de alimentos, fonte de matéria-prima construtiva e é onde se edificam as civilizações, apesar da pobreza e do déficit habitacional atuais no Brasil na faixa de 7 milhões de habitações. Este trabalho tem como objetivo oferecer alternativas construtivas a indivíduos e comunidades de baixa renda, através de um guia/manual com linguagem simples e acessível, que reúne boas práticas para autoconstrução com terra e bambu de forma objetiva, sendo abordadas duas técnicas: adobe e taipa de mão, contribuindo para o resgate e a difusão do uso de soluções ecológicas e econômicas para a produção de edificações térreas como habitação, escola, centro de capacitação técnica, associação de moradores, etc. Para a elaboração do guia, foram usados registros fotográficos de todas as etapas da construção de duas edificações térreas: uma casa de oração feita com adobe, e um consultório com vedação com taipa de mão e bambu para armar a estrutura. As edificações foram construídas ao longo de 10 encontros ofertados à comunidade local, abertos ao público externo, capacitando 60 pessoas diretamente. Atualmente, o guia foi impresso e está sendo distribuído em outros projetos de pesquisa na área de assessoria técnica em vilas e favelas em Belo Horizonte, para que se possa avaliar a apropriação dos conteúdos pelas equipes de trabalhos em regime de autoconstrução. Neste processo, muitas pessoas estão conhecendo melhor as técnicas vernáculas apresentadas e resolvendo problemas de habitação e construção civil com materiais sustentáveis e econômicos, valorizando o saber de seus ancestrais.

1 INTRODUÇÃO

A política econômica do Brasil resulta em uma acumulativa e grande desigualdade: social, econômica, de acesso a terra, aos bens de consumo de primeira necessidade, bem como desigualdade de acesso aos meios de produção. Além de resultar também no grande déficit habitacional atual (Déficit habitacional no Brasil, 2015).

Para além do tema da qualidade técnica, a arquitetura vernácula e de terra está diretamente relacionada com questões políticas sobre o direito a habitação e o exercício da função social da terra.

Marcuse (1964), no capítulo “Novas formas de controle”, esclarece como a substituição de técnicas vernáculas de construção por materiais industriais marginaliza o uso de materiais naturais, cujos processos de extração e beneficiamento independem da indústria. Ao se concretizar a normatização de técnicas construtivas cuja base é a terra, haverá um incentivo até mesmo cultural, de uso dessas técnicas, tornando o autoconstrutor orgulhoso e autônomo. Qualificando a arquitetura e construção com terra como uma ferramenta política para garantir o direito a habitação e o exercício da função social da terra, do espaço, que é ser produtiva, oferecendo abrigo e habitações através da autoconstrução.

A construção com materiais naturais e de produção local tem sido foco de projetos de habitação de interesse social pela América Latina. Na Costa Rica, Colômbia e Equador

reduziram-se os índices de déficit habitacional com casas populares feitas a partir do bambu (Cardoso Jr., 2000), cultivado e beneficiado localmente.

No Brasil, o Programa Minha Casa Minha Vida (MCMV) ainda não utiliza materiais construtivos naturais, apenas financiando materiais normatizados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), o que aponta para a demanda de normatização da terra e bambu como materiais construtivos. O uso destes materiais naturais, cujo processo de produção independe da indústria, gera emprego, renda na comunidade beneficiada, e trabalha a valorização dos saberes tradicionais.

Muitos países como Colômbia (López, 2003), Costa Rica (Adamson; López, 2001), Portugal (Torgal; Eires; Jalai, 2009) estão no processo ou já normatizaram e institucionalizaram a construção com terra ou bambu a fim de introduzir estes materiais no mercado, oferecendo alternativa ecológica e econômica aos tradicionais materiais construtivos. Algumas universidades do Brasil, como a Universidade Federal de Alagoas (UFAL), a Universidade Federal do Paraná (UFPR) (Laroca, 2013), e do mundo desenvolvem estudos e pesquisas realizando testes, comparando materiais, técnicas e métodos de construir com bambu e terra, tanto como material construtivo para novas edificações, quanto para a restauração e manutenção patrimonial.

Segundo Shimbo (2012), as habitações entregues pelo programa MCMV, construídas por construtoras licitadas, apresentam condições técnicas de má qualidade e edificações que não atendem à realidade espacial de cada família, além de usar materiais que dificultam reformas e ampliações entregando habitações genéricas e padronizadas. Já em outros países latinos é possível ver bons exemplos de programas de habitação social cujos recursos disponibilizados pelo governo são geridos pelas próprias comunidades organizadas através de associações e movimentos sociais populares organizados.

A título de um bom exemplo, na Costa Rica, o governo lançou o Projeto Nacional de Bambu, que construiu entre 1986 e 1996, mais de 10000 unidades habitacionais com área de 50 m² de painéis pré-fabricados em bambu emoldurados com madeira (Adamson; López, 2001). O projeto inspirou outros países na área de programas de habitação social e chegou a ganhar um selo BEST no Concurso *Best Practices* promovido pela UN-HABITAT em 1998. A Costa Rica inspirou-se em projetos realizados com sucesso na Colômbia e Equador, pois não tinha tradicionalmente a cultura de uso do bambu, tendo de realizar capacitação, plantações de bambu da espécie mais adequada e a criação de pequenas "fábricas" locais de beneficiamento. O projeto recebeu investimento do Estado, criando um fundo nacional no intuito de disseminar uma técnica ecológica, de baixo custo, resistente a abalos sísmicos e que gerou emprego e democratização do acesso a moradia, a estética e cooperativismo.

Pesquisas indicaram que 98% dos moradores das casas do Projeto Nacional de Bambu afirmam que suas casas construídas com bambu é de igual ou de melhor qualidade em comparação com as construídas com materiais convencionais. Além de frisarem a satisfação com a acessibilidade econômica gerada pelo projeto, permitindo mesma aparência estética ou ainda melhor que as tipologias do mercado comum (Dantas et al., 2005).

Sendo assim, enquanto o programa MCMV ainda não financia materiais como bambu e a terra, este Guia para autoconstrução com bambu e terra pretende orientar com respaldo técnico pessoas que se valem da autoconstrução sem acompanhamento técnico e ativistas de movimentos sociais organizados que atuam junto a sociedade civil, alguns inclusive vinculados a universidades através de projetos de extensão de assessoria técnica em comunidades de baixa renda.

O guia é construído com uma linguagem acessível a comunidade não acadêmica, uma vez que as pesquisas em melhoria de desempenho técnico e materiais construtivos econômicos e ecológicos transitam majoritariamente apenas no meio científico, de difícil ou sem acesso à grande parte da sociedade, que são os maiores interessados.

O Guia, fruto de uma intensa revisão bibliográfica e de vivências práticas, visa difundir o acesso aos avanços que a Ciência em certa medida oferece à arquitetura vernácula.

Não foram criadas novas técnicas, mas sim foram utilizadas técnicas construtivas e métodos de seleção e controle de solo já consagradas por autores como Minke (2006), Eires (2012) e as citadas (Neves; Faria, 2011; Neves et al., (2011), publicações da rede PROTERRA, com algumas adequações aos materiais locais, unindo a experiência prática das pessoas envolvidas no processo.

2 OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho é

- Produzir um Guia para autoconstrução orientando como utilizar apenas a terra ou a terra associada com bambu

Como objetivos específicos têm-se:

- Selecionar uma comunidade parceira com demanda construtiva e carência de recursos financeiros para a construção
- Sondar as técnicas já conhecidas na comunidade e sugerir algumas inovações encontradas na revisão bibliográfica a título de garantir maior durabilidade
- Sugerir técnicas e metodologias coerentes com as matérias-primas disponíveis na comunidade.
- Documentar as etapas da construção dessa demanda construtiva junto a comunidade
- Produzir material didático, de fácil compreensão, com linguagem simples e prática em formato de cartilha/folheto/guia sobre construção com bambu e terra;
- Distribuir o Guia pronto em outras comunidades parceiras para avaliar a apropriação dos conteúdos por diferentes equipes de trabalho;

3 ESTRATÉGIA METODOLÓGICA

Primeiramente fez-se uma revisão bibliográfica sobre: autores e registros técnicos da área de construção com terra e bambu; histórico do uso destes materiais pela humanidade; programas de habitação social da América Latina que utilizam o bambu como matéria-prima; e algumas iniciativas e protótipos desenvolvidos no Brasil.

Esta revisão despertou o interesse em traduzir tantos avanços tecnológicos científicos na arquitetura vernácula, ecológicas e de baixo custo, para uma linguagem mais simples e compilada em um material didático a ser oferecido para comunidade não acadêmica.

Dentre as publicações revisadas, as publicadas pela Rede Ibero-americana PROTERRA (Neves et al., 2009; Neves; Faria, 2011) foram, especificamente, importantes fontes de informação para a elaboração do Guia.

Após a revisão bibliográfica, foi identificada uma comunidade que aceitou ser parceira neste projeto. Na zona rural de Mateus Leme, Estado de Minas Gerais, situa-se o sítio do Centro de Terapias Alberto Seabra (CETAS), que trabalha há 20 anos com cultivo e beneficiamento de plantas medicinais, produzindo medicamentos fitoterápicos, que são ofertados mediante doação a quem procura atendimento presencial. O foco do sítio é oferecer alternativas naturais para cura de doenças, promovendo saúde através das plantas. Por esta razão filantrópica, a procura pelos serviços do CETAS aumenta a cada ano, consequentemente aumenta-se a demanda espacial por consultórios para atendimento. O CETAS vive com recursos próprios e doações; com isto, os recursos financeiros são bem limitados. O CETAS foi selecionado para este trabalho pela causa nobre de sua atividade, pela carência de recursos financeiros e a demanda construtiva de um consultório para atendimento e uma casa de oração.

O CETAS está inserido em um povoado com 800 habitantes, chamado Alto da Boa Vista, onde é possível encontrar algumas edificações construídas com terra, em uso e em diferentes estados de conservação, que, segundo seus proprietários, foram construídas há mais de 80 anos. Os moradores relataram em entrevistas que ali se construía tradicionalmente em adobe e taipa de mão, conhecida regionalmente como pau a pique. Alguns moradores ainda afirmam dominar estas tecnologias construtivas e compartilharam seus “segredos” em reuniões promovidas neste projeto. A troca se apresentou muito rica quando também foram compartilhados resultados de pesquisas encontradas na revisão bibliográfica, o que gerou novas ideias e despertou a vontade de “fazer de novo como antigamente”.

A discussão das técnicas e métodos foi a mais importante para a elaboração do Guia. Para as discussões consideraram-se publicações e experiências empíricas centenárias tais como: a forma de fazer adobes e os materiais empregados inclusive da argamassa de assentamento; identificação das ferramentas adequadas; tempo de secagem; uso de fibras vegetais. Foram analisados o que deve ser adicionado ou não na argamassa de reboco, o uso do esterco, a alimentação dos bovinos de fibras vegetais ou de ração, se o esterco deve ser curtido com terra argilosa, a presença de bactérias no esterco. Foi discutido o uso de materiais para estabilização do solo, os problemas do uso do cimento, o valor do uso da cal, a adição do óleo ao hidratar a cal, óleo vegetal ou mineral, areia, amido de mandioca, sumo de cactos e até o sal. Enfim, discussões sobre a técnica, durabilidade, custo/benefício, o labor empreendido e a responsabilidade ecológica de cada escolha. Após os debates, alguns “protótipos” foram realizados a fim de comparar também na prática as consequências de cada escolha.

Selecionadas as técnicas que seriam usadas para construir as demandas do CETAS, foram projetadas, junto a comunidade, as duas construções, em planta baixa e em maquetes virtuais. Fez-se o cronograma físico financeiro e uma lista de materiais necessários, em que cada participante do projeto deveria identificar qual material poderia ser obtido em seu quintal, ou mesmo angariado por doação. Em pouco mais de um mês, todos os materiais necessários para a construção já estavam reunidos no sítio.

Ao envolver esta pesquisa diretamente com a sociedade civil, teve-se o intuito de promover a função social da tecnologia e dos avanços da ciência. Para seu desenvolvimento foram organizados 10 encontros, no formato de cursos prático/teórico oferecidos abertamente na internet, convidando universitários, estudantes e pessoas interessadas a participar desta construção coletiva, trocando aprendizados e construindo conhecimento.

Estes encontros foram divididos em várias atividades: colheita e tratamento de bambu, seleção e controle do solo, produção de 1000 unidades de adobe, execução da fundação das duas edificações, levantamento das alvenarias, armação da trama de bambu, cobertura com terra, acabamentos finos, pintura e execução do telhado. Os encontros foram realizados a preço de custo, sem fins lucrativos.

Para elaborar o Guia, o processo da construção foi registrado, acompanhando todas as etapas da construção das duas edificações, cada uma com sua técnica: a casa de oração com adobe, e o consultório com taipa de mão, utilizando bambu na armação. Assim foi possível praticar as técnicas construtivas estudadas na revisão bibliográfica e as já conhecidas pelos agentes envolvidos. Avaliaram-se os procedimentos descritos nas publicações estudadas e as modificações efetuadas em função dos “segredos” empíricos compartilhados, que realmente surtiram efeitos e fizeram diferença na prática construtiva. Reunindo as melhores conclusões práticas, os registros escritos e fotográficos, foi possível obter material suficiente para a produção do Guia, oferecendo um compilado de boas práticas para a autoconstrução com terra (adobe) ou terra e bambu associados (taipa de mão).

4. EDIFICAÇÕES CONSTRUÍDAS

A Casa de Oração de Mãe Benedita (figura 1) tem 3x5 metros e a parede foi construída com aproximadamente 1000 adobes. Como a região sofre abalos de terra gerados por explosões diárias nas atividades mineradoras no entorno, os moradores preferiram usar estruturas de colunas com dormentes de madeira, reaproveitados de linhas de trem. Também foi usada madeira reaproveitada para as esquadrias das janelas e porta.

Optou-se, por estética e conveniência, manter a alvenaria de adobe aparente, sem reboco, porém impermeabilizada externamente com três demãos de óleo vegetal de cozinha reaproveitado.



Figura 1: Casa de Orações da Mãe Benedita com adobe (crédito: R. A. V. C. N. Pachamama, 2017)

O consultório para atendimento (figura 2) foi construído com taipa de mão, com tramas de bambu tratado da espécie *Bambusa tuldoides,* preenchida e revestida com argamassa a base de terra. As varas usadas no entramado, roliças, foram tratadas com fogo; as varas usadas partidas ao meio, conhecidas popularmente como “taliscas”, foram tratadas por imersão em solução aquosa com concentração de 5% de borato de sódio.

A estrutura da taipa de mão foi embarrada com uma mistura de terra, areia e fibra e rebocada com uma argamassa a base de terra de formigueiro, esterco bovino curtido em água, areia, amido de mandioca, óleo e sal. Para acabamento final, foi aplicada tinta de coloração natural a base de terra argilosa, cal, óleo e água.

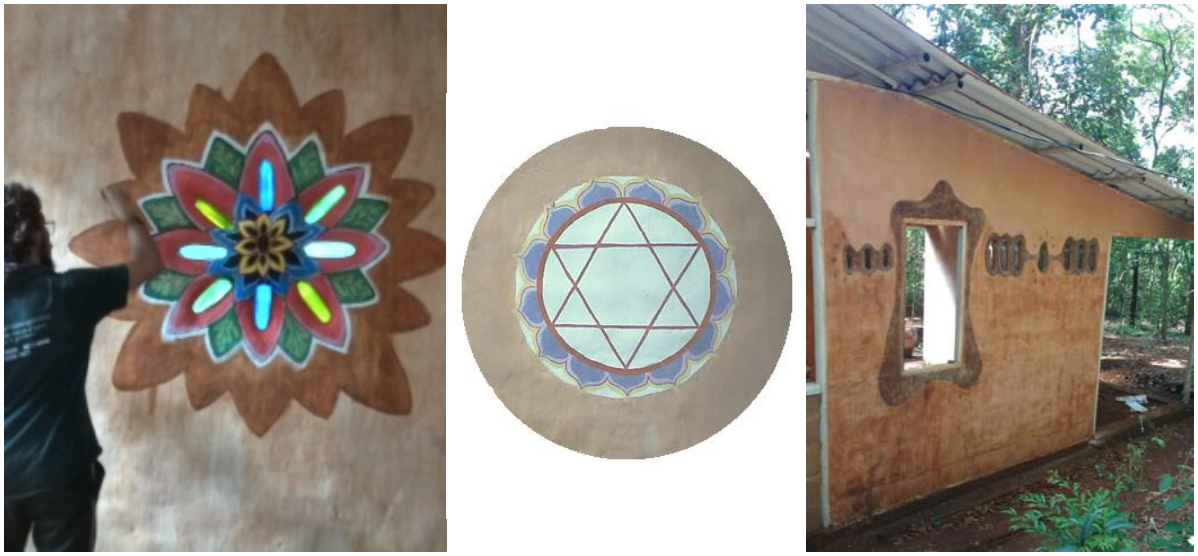


Figura 2: Consultório para atendimento com taipa de mão (crédito: R. A. V. C. N. Pachamama, 2017)

Os pilares do consultório, vigas e esquadrias foram feitos em estrutura metálica (perfil U) reaproveitada (figura 3), uma inovação para a montagem do entramado de bambu, além da viga baldrame feita com blocos de concreto, que facilitou o encaixe das varas de bambu.

Em ambas as construções a fundação foi feita com concreto ciclópico e, para melhorar a impermeabilização, foram usados produtos hidrofugantes, tanto para composição do concreto e da argamassa como para aplicação externa da viga baldrame.



Figura 3. Detalhe do uso de perfil metálico U e blocos vazados de concreto na viga baldrame para encaixe das varas de bambu (crédito: R. A. V. C. N. Pachamama, 2017)

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O principal produto do trabalho, além das construções, as trocas, experiências coletivas, os aprendizados e melhoramentos das técnicas mediante a prática, é o Guia elaborado que já está em veiculação.

O Guia (figura 4) aborda a escolha dos materiais como as diferentes espécies de bambu, métodos de colheita, manejo, tratamento, beneficiamento, escolha da terra, testes expeditos, traço para produção da argamassa de composição dos adobes e para assentamento, traços de reboco, pintura, piso, acabamentos artísticos, além de recomendações para preservação e manutenção das alvenarias de terra, bem como indicação de cuidados para prevenção de umidade desde a fundação, baldrame até a cobertura e beiral.

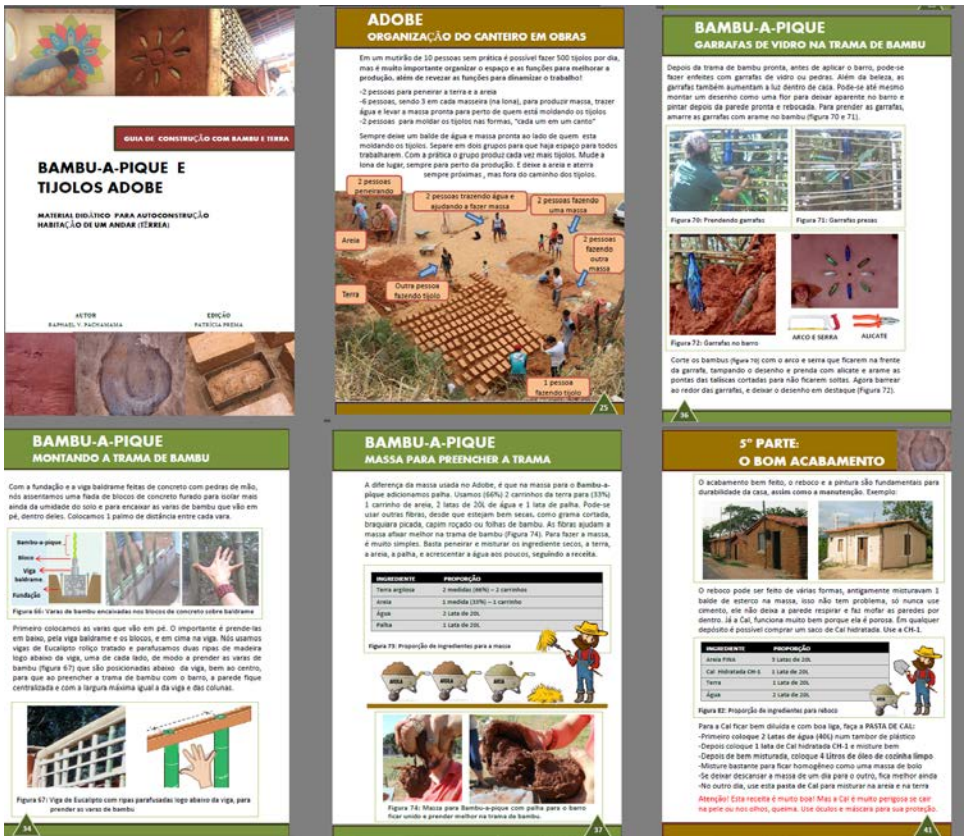


Figura 4: Imagens do Guia (crédito: R. A. V. C. N. Pachamama, 2017)

Os materiais e as proporções empregados para produção de adobe e enchimento da taipa de mão são apresentados na tabela 1. A fibra utilizada corresponde ao feno usado para alimentação de cavalos.

Tabela 1. Materiais e proporções para adobe e taipa de mão

Técnica	Terra (%)	Areia (%)	Fibra (%)
adobe	66	33	1
taipa de mão	60	30	10

Foi feito o acompanhamento diário dos adobes e foi encontrado um valor de retração de 5% em relação ao tamanho original, com 28 dias de secagem à sombra. Os adobes foram produzidos em quatro finais de semana do mês de junho, período frio e seco. Eles secaram lentamente e apresentaram poucas fissuras, nenhuma com profundidade maior que 5 cm de profundidade o que, segundo ensaios e testes de controle de qualidade citados em Neves et al. (2011) não compromete estruturalmente o adobe. Foram utilizadas formas metálicas de duas dimensões: 30x15x15cm e “meias formas” de 15x15x15cm.

Os materiais e as proporções empregados para o reboco são apresentados na tabela 2.

Tabela 2. Materiais e proporções para reboco (medidas em lata – 18 litros)

Reboco	Terra (lata)	Areia (lata)	Pasta de cal (lata)	Esterco (lata)	Óleo (litro)	Grude (litro)
1	2	4		2	2	2
2	2	4	2			

1 lata corresponde a 18 litros

O esterco empregado no reboco 1 corresponde ao de vaca, curtido por 15 dias em água, e sua dosagem foi determinada com base nos estudos de estabilização de solo de Millogo et al. (2016), que destacam as reações químicas que este material confere na resistência a fissuras e umidade da mistura.

O óleo empregado é o de cozinha, já usado e devidamente coado para eliminar os resíduos de outros produtos.

O “grude” corresponde ao preparado de 500 g de polvilho cozido em 2 litros de água com 100 g de sal.

A dosagem do reboco 2 foi pautada em Eires (2014) em experimentos realizados para melhorar a durabilidade da construção com terra.

A pasta de cal corresponde a mistura de 1 saco de 20 kg de cal hidratada com 2 latas de água e 4 litros óleo de cozinha usado e coado.

Para a tinta de terra, foram empregados os seguintes materiais e proporções:

- 7 kg de cal para pintura
- 20 litros de água com 200 g de sal
- 2 litros de óleo de cozinha usado e coado
- terra fina peneirada (argila) para coloração (a gosto)

Recomenda-se uso de EPI’s e bastante atenção para trabalhar com a cal.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a conclusão das duas edificações, foi aplicado um questionário, além de rodas de conversa com os participantes dos processos de ensino e aprendizagem. Constataram-se interessantes comentários sobre a aplicação de ambas as técnicas empregadas, adobe e

taipa de mão, em projetos de interesse social. As discussões mostraram-se produtivas principalmente as comparativas entre as publicações utilizadas e o conhecimento popular atuante.

Foram realizadas algumas experiências complementárias para embasas as discussões tais como testes com diferentes misturas a fim de eleger a escolha final a ser usada para compor o Guia, até mesmo se estas seriam compatíveis com assentamento de placas cerâmicas sobre o reboco a base de terra (figura 5).



Figura 5: Imagens de experimentos práticos realizados, com diferentes tipos de traços de reboco e tentativas de compatibilidade com azulejos. (crédito: R. A. V. C. N. Pachamama, 2017)

A técnica de adobe teve melhor aceitação pelos participantes, embora o processo de execução da taipa de mão tenha sido considerado mais lúdico pela maioria. Após as práticas introdutórias, entre um encontro e outro, havia períodos em que o técnico responsável por promover a pesquisa não estava presente. Percebeu-se que, neste interim, a execução da casa de oração com adobe evoluía mais rapidamente em relação ao consultório, com taipa de mão. Sem a presença do técnico, a maioria dos pedreiros participantes deu prosseguimento à construção com adobe, enquanto a taipa de mão só evoluía na presença do técnico.

Foi relatado que a execução da obra com adobe foi preferida pois trata-se de uma técnica mais conhecida pelos trabalhadores da construção civil, pelo seu formato de “bloco para alvenaria”, além de ser considerada uma prática simples e com demandas corporais mais ergonômicas.

Em relação ao desempenho da mistura para fabricação de adobes, observou-se que a mistura mais seca proporcionava fissuras no meio na parte inferior (voltada para o piso). Notou-se que, ao desenformar, o adobe com esta mistura descolou-se com mais dificuldade das laterais da forma, fissurando na parte central de baixo do adobe. Durante a secagem, a retração aumentava a fissura inicial, o que pode prejudicar o desempenho do adobe. Por isto chama-se a atenção para importância da mistura estar “no ponto” adequado de umidade, para desenformar mais facilmente, bem como lavar todas as formas antes de preencher com a mistura para a produção do adobe.

Outro aspecto importante observado foi a importância da organização do ambiente de trabalho para otimizar a produção e garantir a qualidade do produto.

Em relação a taipa de mão, técnica mista de painéis com entramados de bambu preenchidos com terra (reconhecida modernamente como “bambu a pique”), pode-se destacar sua versatilidade para a criação de curvas e formas, além de permitir executar as paredes sem necessidade de espaços amplos para produção e secagem, como demanda a produção de adobes. Porém na avaliação da maioria dos participantes, esta técnica é demasiadamente trabalhosa porque é preciso esperar a camada de argamassa (barro) secar e retrair para aplicar novas demãos de barro e, afinal, o reboco, bem como a caiação.

Além disso, a dependência de alguém que conheça a técnica que não era tão comum entre os participantes como era a alvenaria de adobe.

Para melhor prumo e nivelamento da parede de taipa de mão, recomenda-se o uso de desempenadeira e sarrafo desde a fase de vedação, para evitar irregularidades maiores, após a secagem, a serem corrigidas com aplicação do reboco.

Outra conclusão que tange os processos de ensino e aprendizagem é a importância do material didático impresso ou digital para consulta dos “aprendizes” posterior ao curso e a fase introdutória com a presença do técnico, para que eles tenham mais independência. Além disso, mostrou-se muito importante a produção de material no formato vídeo-aula, uma vez que é muito comum encontrar jovens e adultos analfabetos em comunidades em vulnerabilidade sócio-econômica.

Pretende-se que este Guia seja usado para capacitar jovens estudantes de arquitetura e urbanismo e profissionais da área de restauração e patrimônio a fim de que se tornem difusores e defensores deste conhecimento, estando aptos a discutirem e orientarem sobre a construção com terra em seus trabalhos, em ocupações urbanas, aglomerados, zona rural, etnias e escolas. Prezando pelo conhecimento local, mediando o canteiro em obras horizontalmente, aprendendo, ouvindo e ensinando.

Espera-se também que as trocas de conhecimento proporcionadas pelos encontros processuais de produção deste material didático alcancem o máximo de pessoas possíveis, transmitindo o aprendizado dos assuntos e técnicas abordados, permitindo que todos construam suas próprias edificações individuais ou coletivas, autoconstruídas com suas demandas particulares, utilizando materiais construtivos ecológicos naturais, com qualidade técnica, estética, conforto e forte potencial revolucionário, dispensando grandes processos industriais insustentáveis. Fortificando as relações interpessoais, artesanais e alimentando o sentimento e ações de ajuda mútua, (figura 6) bem como processos de autogestão de recursos coletivos, que deveria ser promovido pelos programas de habitação brasileiros, como já o é realizado nos programas de habitação latinos que inspiraram este trabalho.



Figura 6: Encontros em regime de mutirão e ajuda mútua para produção do material construtivo, os adobes (crédito: R. A. V. C. N. Pachamama, 2017).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adamson, M.; López, D. (2001). Socio-economic study for the bamboo sector in Costa Rica. INBAR, Working Paper, 38

Cardoso Jr., R. (2000). Arquitetura com bambu. Dissertação de mestrado. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dantas, A. B.; Milito, C. M.; Lustosa, M. C. J.; Tonholo, J. (2005). O uso do bambu na construção do desenvolvimento sustentável. Maceió: Instituto do Bambu

Déficit habitacional no Brasil 2015 (2018). Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, Diretoria de Estatística e Informações. Disponível em: <http://www.fjp.mg.gov.br/index.php/docman/direi-

2018/estatistica-e-informacoes/797-6-serie-estatistica-e-informacoes-deficit-habitacional-no-brasil-2015/file>

Eires, R. (2012). Construção em terra: Desempenho melhorado com incorporação de biopolímeros, Tese de doutorado, Guimarães: Universidade do Minho

Laroca, C. (2013). Desenvolvimento de protótipo de habitação social em madeira de reflorestamento e avaliação do desempenho termo-acústico. Tese de doutorado. Curitiba: Universidade Federal do Paraná

López, O. H. (2003). Bamboo: the gift of the gods. Bogotá: Ed. D'Vinni

Marcuse, H. (1964). A ideologia da sociedade industrial. Rio de Janeiro: Zahar editores

Millogo, Y.; Séré, A.D.; Aubert, J.-E.; Fabbri, A.; Morel, J.-C. (2016). Earth blocks stabilized by cow-dung. Materials and Structure 49:4583-4594

Minke, G. (2006). Building with earth - design and technology of a sustainable architecture, Berlin: Ed. Basel, Boston: Birkhäuser

Neves, C.; Faria, O. B. (org.). (2011) Técnicas de construção com terra. Bauru: FEB-UNESP/PROTERRA. Disponível em <http://www.redproterra.org>

Neves, C.; Faria, O. B.; Rotondaro, R.; Cevallos, P. S.; Hoffmann, M. V. (2009). Seleção de solos e métodos de controle na construção com terra – práticas de campo. Rede Ibero-americana PROTERRA.

Shimbo, L. Z. (2012). Habitação social de mercado. Editora: Com arte BH, 2012.

Torgal, F. P.; Eires, R. M. G.; Jalali, S. (2009). Construções em terra. Guimarães: Universidade do Minho

AGRADECIMENTOS

O autor agradece a Patrícia Prema, Gaia Paiê, Karen Katleen Lourenço, Bira Leal, Bernardo Bordelo, CETAS, Choupana da Mãe Benedita, Sítio do Pedrão, Comunidade Alto da Boa Vista, Comunidade Paulo Freire e todos que participaram das construções. Saravá! Haux!

AUTOR

Raphael Augusto Vasconcelos Carneiro Nascimento Pachamama, arquiteto e urbanista (UFMG); Idealizador do escritório Terra Mãe Construções Ecológicas. Presta serviços de projeto e execução de obras em bambu e terra; assessoria técnica em permacultura e construção civil em projetos sociais, comunidades rurais e urbanas; além de trabalhos em arte e educação ambiental com jovens e adultos. Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/2229118379547839.

A CONSTRUÇÃO COM TERRA ALIADA A ARTE E EDUCAÇÃO

Lucas Souzalima Rodrigues[1]; Bruna Thalita de Palma Lopes[2]

[1]UFJF - Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil, lucas.souzalima.r@gmail.com

[2] UEM – Universidade Estadual de Maringá, Paraná, Brasil, bruna_pl@hotmail.com

Palavras-chave: adobe, taipa, ensino, crianças, adolescentes

Resumo

O objeto relatado neste artigo é o projeto que foi desenvolvido junto aos alunos do Instituto de Arte Itaporanga, uma organização social em Porto Seguro (BA), intitulado “Bioconstruindo a Esperança”, que aliou a prática da construção com terra ao ensino de arte para crianças e adolescentes. Relata-se o processo do projeto em questão, no qual foram realizadas aulas sobre técnicas de construção com terra, utilizando como base vídeos e referências. Na sequência, houve a aplicação destes conhecimentos de forma prática na construção do Cantinho da Leitura, localizado no próprio instituto, no qual temas como diferentes composições de terra, preparação de misturas, confecção de tintas de terra e adobes, reaproveitamento de materiais, preparação do entramado e barreamento das paredes de taipa de mão foram abordados para a vivência com as técnicas de adobe e taipa e com a reciclagem de materiais, como potes de margarina sendo improvisadas como fôrmas de adobe. Durante o processo, foi possível a experimentação de metodologias e atividades relacionadas ao tema, possibilitando a troca de conhecimentos, já que algumas crianças e adolescentes estiveram pela primeira vez em contato com os temas abordados, ao mesmo tempo em que outros, de origem indígena, já possuíam a prática como parte da sua realidade.

1 INTRODUÇÃO

O objeto relatado neste artigo é o projeto que foi desenvolvido junto aos alunos do Instituto de Arte Itaporanga, intitulado “Bioconstruindo a Esperança”, que aliou a prática da construção com terra ao ensino de arte para crianças e adolescentes.

O instituto é uma organização social localizada em Itaporanga, distrito de Porto Seguro (BA), que trabalha com aulas de arte no horário de contra turno escolar. Ele mantém um corpo docente fixo de educadores sociais e frequentemente faz seleções de professores externos, os quais são responsáveis por propor outros programas, a serem desenvolvidos junto aos alunos pelo período de dois meses.

Itaporanga possui uma problemática social relacionada ao baixo investimento em educação, principalmente para população de baixa renda, motivo pelo qual há um grande número de crianças ociosas, tanto pela falta de opções de lazer quanto pela falta de oportunidade de aprender sobre questões extracurriculares. O objetivo do instituto é o auxílio a essa demanda por meio da educação artística.

O projeto em questão se inseriu na “Ciranda de Valores”, uma iniciativa anual na qual reúnem-se diferentes profissionais que, junto com as suas especialidades, também ensinam aos alunos alguns valores humanos escolhidos pela equipe do instituto. Temas como coletividade e autonomia construtiva foram abordados durante o projeto para fortalecer a terra, desmistificando-a como material construtivo, e como forma de iniciar um sentimento de empoderamento construtivo nas crianças e adolescentes.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Sensibilizar os alunos do Instituto de Arte Itaporanga sobre as possibilidades de uso da terra como material de construção.

2.3 Objetivos específicos

- Compartilhar conhecimentos sobre construção com terra e suas técnicas construtivas com as crianças e os adolescentes do Instituto de Arte Itaporanga;

- Aplicar durante as aulas as técnicas aprendidas;

- Construir o Cantinho da Leitura dentro do instituto, um ambiente mais propício à leitura, como forma de incentivá-la.

3 METODOLOGIA ADOTADA

A metodologia do projeto “Bioconstruindo a Esperança” visou a sensibilização dos alunos do Instituto de Arte Itaporanga sobre a construção com terra. As primeiras aulas foram focadas em expor o conteúdo de forma téorica, contextualizando o tema da construção com terra em vídeos didáticos para demonstrar o uso da terra como material construtivo, tanto em contextos onde ainda são usados métodos primitivos quanto em processos modernos de construção.

Com base no que foi apresentado aos alunos, e com a ajuda deles, foi identificado um local ideal para a coleta de terra que foi usada no projeto. A figura 1 demonstra o momento da atividade de campo em que foi aprofundada a identificação dos solos e o aprendizado de como escolher a terra adequada à construção. “Para selecionar o local mais adequado, dentro os disponíveis no local da construção, é necessário que se obtenham amostras representativas destes solos e em quantidades suficientes para a realização de todos os ensaios e testes” (Neves; Faria, 2011, p. 14).



Figura 1 – Identificação de solo e coleta de terra junto aos alunos para o desenvolvimento do projeto (acervo Instituto de Arte Itaporanga, 2015)

Após a coleta de terra estudou-se na prática a sua resistência para buscar uma mistura adequada a ser utilizada na fabricação dos adobes e barreamento das paredes de taipa de mão. Foram feitos dez corpos de prova com cinco composições diferentes, como demonstra a figura 2, identificados por números e de composições apresentadas na tabela 1.

Tabela 1 – Composição das misturas estudadas

Identificação	Material (quantidade em volume)		
	Terra	Areia	Palha
1	1	-	-
2	1	1	-
3	1	2	-
4	1	1	1
5	1	2	1



Figura 2 - Explanação básica sobre conceitos teóricos e atividade prática preparando diferentes misturas (acervo Instituto de Arte Itaporanga, 2015)

A quantidade de água usada foi suficiente para deixar a mistura num estado plástico necessário para modelagem dos corpos de prova, que foram colocados para secar num ambiente coberto e ventilado.

> O adobe é uma mistura de terra devidamente selecionada, água e fibras. Para unir os adobes, tanto na construção das paredes como das coberturas, emprega-se a argamassa de terra com ou sem fibras, cujas técnicas variam de acordo com os costumes e potencialidades locais (Rotondaro, 2011, p.16)

Na semana seguinte, depois de secos, eles foram submetidos a um teste de resistência em que, de forma intuitiva, os alunos quebraram os corpos de prova com as mãos e sentiram a resistência e coesão das partículas de areia e argila enquanto desfaziam os torrões. As misturas 2 e 4 se mostraram mais adequadas ao uso construtivo, pois a terra de composição aparentemente argilosa demonstrou se equilibrar nas misturas com o acréscimo de uma parte de areia, sem perder a coesão entre particulas como demonstraram as misturas 3 e 5, em que foram adicionadas duas partes de areia. Devido à dificuldade de obtenção de palha e ao curto tempo para desenvolver o projeto, a mistura de número 2 foi a escolhida na conclusão da etapa de estudos e definida a proporção. Foi dado então o início à atividade de fabricação de adobes e, juntamente com os alunos, foi preparada a mistura.

> O adobe é um componente fabricado com terra em estado plástico, moldado sem necessidade de compressão, com auxílio de moldes, e, uma vez seco, é usado na execução de alvenaria, geralmente unidos por uma argamassa preparada com uma mistura muito semelhante a do adobe [...] (Rotondaro, 2011, p.17)

Um dos conceitos que nortearam o projeto foi o reaproveitamento de materiais, portanto as fôrmas que foram utilizadas para dar formato aos adobes foram improvisadas com potes de margarina reciclados da própria cozinha do Instituto, como mostra a figura 3.

Após as atividades de fabricação dos adobes estes foram colocados sobre uma lona ao relento, porém protegidos do sol e todas as noites foram cobertos por uma lona para a proteção de uma ocasional chuva. O tempo de secagem foi em torno de 15 a 20 dias.



Figura 3 - Fabricação dos adobes com a utilização de potes de margarina como fôrmas (acervo Instituto de Arte Itaporanga, 2015)

Com os adobes prontos e secos foi dado início à construção do Cantinho da Leitura, exemplificado na figura 4. Os alunos do Instituto aprenderam na prática como assentar os adobes e foi preparado o entramado para o barreamento da taipa de mão, com a utilização de bambu e a reciclagem de materiais como madeiras, calotas de motos e a tela de alambrado, todos estes doados.

Primeiro foram fixadas pequenas peças de eucalipto tratado no solo, protegendo dessa forma da umidade os bambus que foram encaixados em sua continuidade e que formaram a geometria final da parede de taipa, que também contou com blocos de cimento na primeira

fiada para proteger da umidade. Posteriormente, as calotas de motos foram posicionadas determinando as aberturas da parede, e então foi fixada a tela de alambrado na estrutura formando duas camadas de tela para receber o barro.

Na sequência, foi preparada a mistura para o barreamento das paredes em que, conforme os estudos anteriores desenvolvidos com a turma, foi definida a proporção de uma parte de terra para cada parte de areia. Em cima de uma lona foram misturadas terra, areia e água até chegar à consistência ideal para a técnica de taipa de mão. A figura 5 mostra em detalhe o entramado pronto e os alunos barreando as paredes de taipa de mão.

A etapa do barreamento das paredes coincidiu com o fim do período disponível para desenvolver o projeto junto ao Instituto, portanto, a execução do reboco da parede foi proposta como futuro desdobramento do projeto. Não foi possível acompanhar diretamente o processo de secagem das paredes, porém a mistura se demonstrou equilibrada, com pouca presença de trincas.



Figura 4 - Preparação do entramado das paredes de taipa-de-mão utilizando bambu e materiais reciclados e no detalhe a parede de adobes já pronta e secando (acervo Instituto de Arte Itaporanga, 2015)



Figura 5 - Detalhe do entramado feito de materiais reciclados e o barreamento das paredes de taipa de mão (acervo Instituto de Arte Itaporanga, 2015)

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O projeto, desenvolvido entre setembro e outubro de 2015 junto ao Instituto de Arte Itaporanga, teve como resultado o Cantinho da Leitura, localizado no próprio instituto. A construção desse espaço foi proposta dentro das atividades como forma de incentivo à leitura para as crianças e adolescentes. No interior do espaço foram dispostos estantes para os livros e mobiliário para leitura. A participação e a adesão à atividade foi grande e os alunos gostaram do fato de eles mesmos terem construído o espaço de leitura. O aprendizado das técnicas de construção com terra foi proveitoso e alguns alunos afirmaram que futuramente utilizariam as técnicas para a construção da própria casa.



Figura 6 - Dia do encerramento do projeto junto ao Instituto e apresentação do novo Cantinho da Leitura construído pelos próprios alunos durante as atividades (acervo Instituto de Arte Itaporanga, 2015)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho desenvolvido possibilitou a troca de conhecimentos, já que algumas crianças e adolescentes estiveram pela primeira vez em contato com a construção com terra, ao mesmo tempo em que alguns outros alunos, de origem indígena, já possuíam a prática como parte da sua realidade, participando do processo com naturalidade. Durante o projeto, foi possível a experimentação de metodologias e atividades relacionadas ao tema, o que foi o maior desafio, ao trabalhar o conhecimento científico de forma lúdica e intuitiva para atingir de maneira inclusiva os alunos que tinham de 7 a 16 anos. A sensação de pertencimento por terem feito com suas próprias mãos pôde ser percebida pelo zêlo ainda maior destes alunos para com este espaço do que os outros do Instituto. De acordo com os depoimentos de alguns deles:

> A oficina de construção com terra foram meses muito legais e produtivos e de grande aprendizado. Aprendemos que não é apenas jogar a terra num molde e que tem vários processos desde a criação dos adobes até a montagem da estrutura final. Com esse modo de construção o mais legal foi que fizemos um cantinho destinado à leitura, ou seja, através do aprendizado levamos cultura. (Rômulo Alves, aluno do Instituto de Arte Itaporanga)

> Foi ótimo! Aprendi muito com a construção, foi super legal aprender o que se pode ser feito com o barro. O legal de tudo mesmo foi ver o de desempenho de todos os alunos ao construir. Foi uma experiência ótima aprender como fazer tijolos. Eu nem imaginava como era feito. (Maria Luiza Alves, aluna do Instituto de Arte Itaporanga)

> Sobre o projeto da construção do Cantinho da Leitura eu achei muito legal. Me diverti muito e distraí a mente nessa construção. Foi incrível que todos se empenharam muito no projeto. Apesar de sujar as unhas (risos), eu gostei muito de fazer com a terra. (Stephany Santos, aluna do Instituto de Arte Itaporanga)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Neves, C.; Faria, O. B. (org.) (2011). Técnicas de construção com terra. Bauru, SP: FEB-UNESP/PROTERRA. Disponível em <http://www.redproterra.org>

Rotondaro, R. (2011) Adobe. Em: Neves, C.; Faria, O. B. (org.) Técnicas de construção com terra. Bauru, SP: FEB-UNESP/PROTERRA. p. 16-25. Disponível em <http://www.redproterra.org>.

AGRADECIMENTOS

Esse projeto se realizou com o trabalho de todos os profissionais do Instituto Arte Itaporanga, que acreditaram na ideia e se dedicaram ainda mais do que o normal para a conclusão deste. A Rede PROTERRA já que as oficinas do TerraBrasil 2014 em Viçosa foram responsáveis por dar fundamento a grande parte das atividades desenvolvidas com os alunos.

AUTORES

Lucas Souzalima Rodrigues, graduado em Arquitetura e Urbanismo pela UFJF, integrante e fundador do Laboratório Experimental do Natural Habitar - LENHa

Bruna Thalita de Palma Lopes, pós-graduada em Design e Arquitetura de Espaços Efêmeros; arquiteta e urbanista; integrante e co-fundadora do Coletivo Cajueiro; integrante do Laboratório Experimental do Natural Habitar – LENHa.

TERRA BRASIL 2014

Viçosa - Minas Gerais

POLÍTICAS PÚBLICAS E PROJETOS DE INTERESSE SOCIAL

SOLUÇÃO HABITACIONAL SIMPLES: RECONSTRUINDO APÓS DESASTRES E CONFLITOS – PRODUÇÃO DE TIJOLOS DE SOLO-CIMENTO

Leandro Torres Di Gregorio[1]; Gustavo Vaz de Mello Guimarães[2]; Adriana Paiva de Souza Martins[3]; Daniel Aloysio Shiguematsu Menezes Freitas Lima[4]; Jac-Ssone Alerte[5]; Julião Ferreira de Sousa[6]

[1] Departamento de Construção Civil, Escola Politécnica, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, leandro.torres@poli.ufrj.br

[2] Engenharia Civil, UFRJ, Macaé, RJ, Brasil, guimaraes@macae.ufrj.br

[3] Núcleo de Materiais e Tecnologias Sustentáveis – NUMATS/COPPE, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil adriana@coc.ufrj.br

Escola Politécnica, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, [4]daniel.shigue@poli.ufrj.br; [5]jacufrj@poli.ufrj.br; [6]juliaoferr@gmail.com

Palavras-chave: recuperação habitacional, pós-desastre, pós-conflito, bloco de terra compactada

Resumo

O Projeto SHS – Solução Habitacional Simples: Reconstruindo após Desastres e Conflitos é uma iniciativa de cunho acadêmico e foi organizado na forma de um curso de extensão que visa apresentar conhecimentos com potencial de facilitar o processo de "(re)construção" em situações de desastres e conflitos. A ideia é contribuir para que comunidades vítimas de desastres e conflitos possam se organizar melhor pela sua própria recuperação, contando com a orientação e supervisão de assistentes técnicos habilitados. O curso baseia-se em projetos de casas populares concebidas para as tecnologias construtivas de tijolos de solo-cimento, assim como no material para orientação e organização de mutirões e administração da obra. Dentre os maiores desafios da recuperação pós-desastre e pós-conflito está a questão da provisão habitacional adequada e tempestiva. Outro ponto fundamental que muitas vezes é negligenciado é o envolvimento da população atingida no processo de recuperação, que não só confere legitimidade às soluções a serem empregadas, mas também pode incrementar o grau de organização e conscientização dessa população. Devido à amplitude do conteúdo, foram criados quatorze grupos de trabalho no Projeto SHS. Um desses grupos de trabalho, denominado G.T. Materiais, inclui a pesquisa, fabricação e testes de tijolos solo-cimento. O presente trabalho apresenta uma breve contextualização do tema, as metodologias, além de algumas conclusões obtidas durante a pesquisa desenvolvida ao longo de aproximadamente um ano de trabalho, no G.T. Materiais.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Histórico e motivação

A motivação para o Projeto SHS – Solução Habitacional Simples: Reconstruindo após Desastres e Conflitos iniciou-se no ano de 2004, quando ocorreu o desastre do tsunami que devastou o sul da Ásia, matando mais de 285 mil pessoas. Nesta ocasião, percebeu-se a necessidade de um sistema estruturado que facilitasse a organização básica do caos instalado e ao menos a reconstrução de residências populares, com recursos mínimos, em situações de desastres.

Infelizmente, tal cenário repetiu-se em diversas outras situações, destacando-se em 2010 o desastre do Haiti que, segundo o primeiro-ministro deste país, Jean-Max Bellerive, teve mais de 316 mil mortos (Gazeta do Povo, 2011). Para agravar o quadro, os impactos e os efeitos danosos de longo prazo sobre a população revelam-se proporcionais à vulnerabilidade da mesma, ou seja, os mais pobres são atingidos de forma mais aguda e mais prolongada.

No Brasil, merecem destaque os recentes desastres do Vale do Itajaí no Estado de Santa Catarina, em 2008, com 135 mortes e da Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro, em 2011, com mais de 900 mortes.

O Projeto SHS consiste em uma proposta de metodologia para "(re)construção" de residências e outras edificações de pequeno porte, em sistema de mutirão, buscando otimizar os recursos disponíveis, direcionar os esforços de mão de obra, e contribuir para a organização do caos instalado durante o desastre, em situações de pós-conflito ou no caso de relocação de populações de áreas de risco.

O curso "Solução Habitacional Simples (SHS): Reconstruindo Após Desastres e Conflitos" é um desdobramento do projeto de inovação tecnológica SHS, desenvolvido ao longo dos anos de 2010 a 2012[1]. Nessa fase foram desenvolvidos projetos de arquitetura e engenharia de modelos de residência e módulos escolares e de postos de saúde, além de manuais e planilhas para cadastramento dos atingidos, administração de mutirões, administração da obra, fabricação de tijolos de solo-cimento, incluindo ensaios laboratoriais.

Em 2017, o projeto foi retomado em sua segunda fase, com o objetivo de adaptar e complementar o material da primeira fase, de modo que pudesse ser mais facilmente compreendido por seus usuários, utilizando recursos como slides, animações e vídeo-aulas. A forma encontrada para a realização desses objetivos foi a criação de uma ação de extensão oferecida pela Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Nessa ação de extensão está sendo desenvolvido/aprimorado o material didático para aplicação do Projeto SHS, o qual será traduzido em três idiomas (inglês, francês e espanhol) e disponibilizado gratuitamente por meio do website do projeto (www.shs.poli.ufrj.br). O material desenvolvido será apresentado pela primeira vez em 2018 durante um curso presencial oferecido a haitianos que residem no Rio de Janeiro e que têm a intenção de retornar ao Haiti para trabalhar na reconstrução do país.

Os conhecimentos do Projeto SHS foram organizados basicamente em três eixos: projetos de engenharia simples, construção em regime de mutirão, e produção de materiais de construção de baixo custo. Devido à amplitude do conteúdo (vide Tabela 1), foram criados quatorze grupos de trabalho no Projeto SHS. Um desses grupos de trabalho, denominado G.T. Materiais, inclui a pesquisa, fabricação e testes de tijolos solo-cimento. O presente trabalho apresenta uma breve contextualização do tema, as metodologias, além de algumas conclusões obtidas durante a pesquisa desenvolvida ao longo de aproximadamente um ano de trabalho, no G.T. Materiais.

Tabela 1. Diferenciais do projeto SHS

Concebido para facilitar soluções habitacionais em situações críticas onde os recursos sejam escassos, utilizando mão de obra em regime de mutirão
Propõe tecnologias construtivas de fácil manipulação e que, juntas com sistema de mutirão, proporcionam considerável redução dos custos de construção (estimada em 40% a menos)
Favorece a integração das pessoas afetadas e proporciona maior autonomia a estas populações na solução da própria questão habitacional
Propõe projetos básicos modulares de casas, escolas e postos de saúde, com variedade de tipologia de arquitetura e de tecnologias construtivas, que podem ser adaptados por profissionais habilitados (engenheiros e arquitetos) para situações reais
Sugere a organização da construção de casas em linhas de produção, a partir de grupos de trabalho com tarefas bem definidas, baseado em conceitos de construção enxuta ("Lean Construction")
Propõe planilhas e formulários para controle da obra
Sugere recomendações de como fabricar os materiais que compõem as alvenarias
Permite trabalhar com planilhas simples

[1] primeira fase do projeto desenvolvida por uma equipe coordenada pelo Professor Leandro Torres Di Gregorio

1.2 Limitações do Projeto SHS

O Projeto SHS foi concebido com o intuito de reunir conhecimentos básicos que podem ser úteis na "(re)construção" de unidades habitacionais e equipamentos coletivos básicos (escolas, postos de saúde), em regime de mutirão (construção comunitária), a partir do emprego de tecnologias de baixo custo. A tabela 1 apresenta os principais diferenciais do projeto SHS.

O material didático do Projeto SHS não foi desenvolvido para ser aplicado de forma automática em nenhuma situação real específica, de modo que seus usuários devem avaliar sua aplicabilidade caso a caso e se responsabilizar por sua utilização, independentemente das circunstâncias. Caso se opte pela utilização do material do Projeto SHS, o mesmo deve ser previamente analisado criticamente, conferido detalhadamente, revisado e eventualmente adaptado por seus usuários, por meio de assistentes técnicos habilitados (engenheiros e/ou arquitetos).

A filosofia do material didático do projeto SHS é, portanto, proporcionar um ponto de partida para as equipes de assistência técnica, sendo um facilitador do processo de reconstrução em situações críticas, com o uso de recursos escassos. Porém, é importante ressaltar que em situações pós desastre é necessário que o risco futuro seja reduzido frente à situação original, o que pode basicamente ser alcançado de duas formas: redução da vulnerabilidade por meio da construção de residências mais resistentes, ou por meio da realocação de populações de áreas de risco para áreas de risco tolerável. Apesar de estudos estarem sendo conduzidos no sentido de buscar residências menos propensas a danos em situações de ameaças naturais como sismos e ventos fortes (furacões de primeiras categorias), no momento atual das pesquisas não é possível afirmar a viabilidade da tecnologia de solocimento para esse tipo de situação extrema. Da mesma forma, não se pretende que as casas atuais se constituam à prova de inundações ou deslizamentos. Assim, os modelos residenciais propostos na fase atual foram desenhados para situações convencionais, ou seja, para facilitarem o processo de reconstrução de casas normais em situações de realocação para áreas seguras (esse é o modelo de redução do risco atualmente praticado por diversos países, incluindo o Brasil). No entanto, reconhece-se que o modelo atual possa servir como ponto de partida para adaptações futuras, buscando obter edificações também resistentes a ameaças naturais, mediante estudos específicos. Acredita-se, no entanto, que outros pontos do Projeto SHS, como a metodologia gerencial e as ferramentas de planejamento e controle de obras desenvolvidas, sejam mais facilmente aplicáveis a situações diversas, com reduzido grau de adaptação.

1.3 Intercade entre reconstrução pós-desastre, tecnologia de construção e sistema de mutirão

A modalidade de construção do empreendimento em regime de mutirão foi escolhida por entender que a estruturação de um sistema de construção por meio de ajuda mútua proporciona não apenas o produto (casa) para o beneficiário, mas agrega valor ao capital social da comunidade e deixa um legado de autonomia no desenvolvimento local. O Manual de Orientação para Construção por Ajuda Mútua (IPT, 1988) amplia os horizontes do conceito de mutirão, apontando que o sistema é, antes de tudo:

> uma forma organizada de encarar os problemas, onde os esforços individuais são canalizados para um objetivo coletivo e onde se obtém como resultado, não só a moradia, mas também um salto de qualidade em nível da organização da população... Estimular e preservar essa característica é a maior contribuição que se pode obter desse sistema (IPT, 1988, p. 22)

O Estado de São Paulo tem diversas experiências de sucesso na realização de empreendimentos em regime de mutirão pela Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano (CDHU), possuindo um programa específico para o tema (Programa Paulista de Mutirão e Autogestão – PPM, 2011). Outro exemplo é o Programa Ação Integrada nos Bolsões de Pobreza Urbanos de Ipatinga – MG, que foi uma das cinco experiências premiadas como destaque no ciclo de 1997 do Programa Gestão Pública e Cidadania,

iniciativa conjunta entre a Fundação Getúlio Vargas e a Fundação Ford. Em pesquisa realizada com 20 empreendimentos localizados em 15 municípios brasileiros, Abiko e Coelho (2006) apontam que os custos são aproximadamente 30% inferiores ao processo convencional, devido aos seguintes fatores:

- Redução nos gastos de mão de obra direta;
- Não existência de encargos financeiros ou lucro;
- Redução de custos com alimentação, transporte, despesas de escritório central e canteiro;
- A compra criteriosa dos materiais, quando feita pela comunidade, também contribui para redução de custos e garantia de qualidade das edificações (Cardoso; Abiko, 2006).

Em outro exemplo de mutirões utilizados para relocação de populações em áreas de risco, Montezuma (1998) cita a experiência do programa reassentamento de famílias de Teresina, no Piauí. Desenvolvido desde 1993 pela Secretaria Municipal de Habitação desse Município, o programa opera basicamente em duas frentes: mutirão para construção de moradias e melhoria das condições de habitação, onde as áreas são priorizadas de acordo com sua situação de risco e com a situação socioeconômica das famílias. Até 1999 o autor aponta que o programa já havia beneficiado 4.977 famílias (aproximadamente 25.000 pessoas) com a construção de moradias e a realização de 14 assentamentos.

Da população desabrigada pesquisada no “megadesastre” de 2011 da Região Serrana do Rio de Janeiro (Di Gregorio, 2013), o índice de adesão à proposta foi de 90%, mesmo com a promessa da construção de residências pelo Programa Minha Casa Minha Vida oferecido pelo Governo do Estado do Rio de Janeiro. Outra pesquisa realizada por Alerte (2017) apontou um índice de aceitação de 100% do sistema de mutirão em comunidade afetada por desastres no Haiti.

Um dos grandes pontos a ser estudado em um sistema de “(re)construção” em regime de mutirão é a tecnologia adequada a ser empregada. Há diversos fatores que influenciam na seleção de materiais, dentre os quais UNDP/IRP (2010) destacam: qualidade, custo, adequabilidade, conhecimento local dos materiais, disponibilidade local, impacto em mercados locais, impactos ambientais dos materiais. Dentre diversos materiais disponíveis, dois merecem destaque: tijolo de solo-cimento e blocos de concreto. Ambos os materiais estão associados a sistemas construtivos de alto custo benefício, uma vez que reduzem etapas da obra (e, consequentemente, o consumo de materiais e mão de obra) e são de fácil assimilação, permitindo o aproveitamento de mão de obra pouco qualificada.

Os tijolos solo-cimento estão inseridos na modalidade de blocos de solo estabilizado, sendo ressaltado por Un-Habitat (2012) que construções de terra e pedra apresentam boa inércia térmica e muito potencial de aplicação no setor habitacional de baixo custo. Novas formas de produzir e utilizar tijolos de solo, por exemplo, aplicando tecnologias de solo estabilizado, têm aprimorado as habilidades dos tijolos de adobe tradicionais, tornando-os mais atrativos técnica e economicamente. Dentre os fatores que contribuem para esse destaque, pode-se citar: capacidade de atingir resistências maiores por meio da aplicação do cimento, capacidade de fabricação de elementos com furos para a passagem de instalações / grauteamento, melhoria da relação peso próprio do material / resistência, desenvolvimento de instrumentos normativos com a determinação de parâmetros de qualidade do material, maior potencial de padronização, disponibilidade de meios de produção (especialmente maquinário) para esse tipo de tecnologia, facilidade de produção, aumento da durabilidade pelo processo de estabilização do solo, dentre outros.

Di Gregorio (2013) aponta que aproximadamente um quinto da população mundial vive em construções de adobe ou de outras técnicas de construção com terra. Materiais baseados em terra ou pedra em geral são recicláveis com baixo impacto ambiental, possuem uma energia de fabricação muito baixa, se comparada com concreto, e possuem boas capacidades de isolamento do calor e do som. Observa-se, no entanto, que a presença de

estabilizantes pode afetar negativamente o processo de reciclagem de materiais baseados em terra principalmente, mas, em presença de umidade, a degradação do material estabilizado pode ocorrer de forma acelerada, contribuindo para a reversibilidade da mistura. Eles também são rápidos e econômicos de construir, naturais, não tóxicos e não inflamáveis. Sobre os tijolos de solo cimento, Di Gregorio (2013) menciona que essa técnica reduz drasticamente o custo e a quantidade de cimento necessária, quando comparada com construções de concreto. Seguindo essa linha de raciocínio os tijolos solo-cimento foram escolhidos para ser o principal material utilizado para o processo de "(re)construção" de residências populares, com recursos mínimos, em situações de desastres, observadas as ressalvas mencionadas na seção 1.2.

2 METODOLOGIA

Dentro das etapas, uma extensa revisão bibliográfica foi realizada e diversas normas brasileiras foram compiladas e utilizadas para a produção de tijolos de solo-cimento.

2.1 Caracterização dos solos

O solo é um dos principais componentes do tijolo solo-cimento. Aproveitando a facilidade desse recurso natural no Campus da UFRJ/Macaé, duas jazidas de solo residual tropical foram investigadas. Foram coletadas amostras (solo 1 e solo 2) e encaminhadas para caracterização geotécnica em laboratório. Os outros materiais utilizados para a fabricação dos tijolos solo-cimento foram a cal hidratada, o próprio cimento e água. A cal hidratada no teor de 2% em relação ao volume de solo foi utilizada para, principalmente, melhorar a trabalhabilidade e conferir propriedades fungicidas à mistura, já o cimento influencia diretamente na resistência final do tijolo solo-cimento. Cabe ressaltar que a proporção utilizada desses dois materiais foi muito inferior à do solo.

As amostras de solo foram preparadas conforme NBR 6457 (2016) para os ensaios de caracterização geotécnica. Devido à grande quantidade de solo envolvida para a preparação dos tijolos, um triturador de solo também foi utilizado no processo de preparo do solo. A cidade de Macaé está localizada na faixa tropical do globo terrestre e por isso possui predominância de solos residuais tropicais. A figura 1 apresenta o solo sendo preparado para os ensaios de laboratório.



Figura 1 – Destorroamento e peneiramento inicial

Foram realizados os ensaios para determinação da granulometria, densidade real dos grãos e os limites de Atterberg, seguindo os padrões descritos nas normas brasileiras (NBR 6459, 2016; NBR 6458, 2016; NBR 7180, 2016; NBR 7181, 2016). A figura 2 exibe diversos equipamentos utilizados nos ensaios de granulometria (peneiras, béquer, proveta, aparelho dispersor) e nos ensaios para determinação do limite de liquidez e de plasticidade (aparelho de Casagrande e placa de vidro esmerilhada).

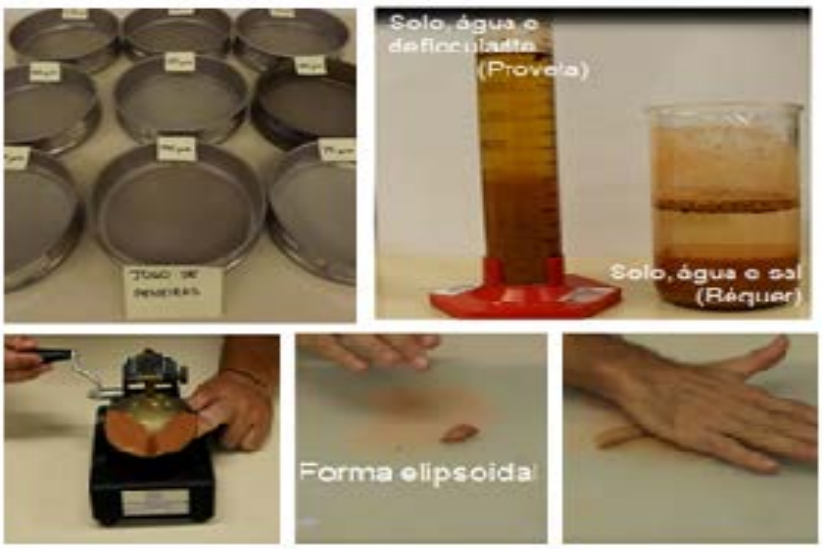


Figura 2 – Ensaios de granulometria: peneiramento e sedimentação; ensaios para determinação dos limites de liquidez e limites de plasticidade

Foi realizado também um teste empírico para verificar a retração do solo durante o processo de secagem ao ar (teste da canaleta). Os ensaios foram realizados no Laboratório de Engenharia Civil do Polo da UFRJ/Macaé e no Núcleo de Materiais e Tecnologias Sustentáveis da Escola Politécnica/COPPE (NUMATS/UFRJ). A figura 3 mostra alguns dos procedimentos para a realização do teste de retração (altura aproximada de lançamento do solo, aplainamento da superfície e trincas ao final de sete dias) e os picnômetros submetidos ao processo de fervura em uma chapa aquecedora para eliminar o ar existente na mistura dos grãos de solo e posteriormente a determinação da massa real dos grãos do solo.



Figura 3 – Alguns dos procedimentos para a verificação da retração e para determinação da densidade real dos grãos

Os solos ensaiados apresentaram características de solos tropicais lateríticos. Estes solos, geralmente, apresentam bom comportamento quando compactados, ou seja, exibem ganho de resistência, sendo, muitas vezes, utilizados em obras de pavimentação. Desta forma, a fabricação de tijolos solo-cimento com estes solos, que está associada a um processo de compactação, possui potencial de êxito.

2.2 Os tijolos solo-cimento

Os tijolos solo-cimento foram fabricados a partir de prensagem manual. Foram seguidos todos os requisitos da NBR 8491 (2012) e NBR 10833 (2012). O traço em volume 1:10 (1 parte de cimento e 10 partes de solo), por uma questão técnico-econômica, normalmente, é utilizado no mercado da construção civil (o teor de cal adotado foi sempre 2% do volume de solo). Assim, inicialmente foram fabricados 45 exemplares com o traço 1:10. Destes 45

tijolos, 15 utilizaram somente o solo 1, 15 utilizaram o solo tipo 2 e outros 15 utilizaram a mistura, na mesma proporção dos dois tipos de solo (solo 1 mais solo 2). A partir de conclusões durante a fabricação destes tijolos, juntamente com os resultados dos ensaios de laboratório com os solos tipo 1 e tipo 2, constatou-se que a mistura de ambos os solos, na mesma proporção, dos dois tipos de solo apresentava o melhor comportamento.

Para avaliar requisitos de qualidade, custo, adequabilidade e materiais associados a durabilidade e resistência foram produzidos diferentes traços de solo-cimento (1:12; 1:10; 1:8 e 1:6). Assim, em uma segunda etapa foram fabricados mais 30 tijolos com a mistura de solo 1 e solo 2 na mesma proporção: 15 com traço 1:8 e 15 com traço 1:6. Em uma terceira etapa foram fabricados mais 30 tijolos, sendo 15 com traço 1:10 e 15 com traço 1:12. Foram necessários cerca de 400 kg de solo e praticamente 40 kg de cimento para a fabricação dos 105 tijolos destas etapas citadas. A tabela 2 apresenta as amostras de tijolos solo-cimento associadas aos traços utilizados nas etapas da pesquisa.

Tabela 2 – Amostragem dos tijolos de solo-cimento

Amostra	Traço em volume	Material (partes em volume)				Unidades produzidas
		Solo 1	Solo 2	Cimento	Cal	
1ª etapa						
1	1:10	10		1	0,20	15
2			10	1	0,20	15
3		5	5	1	0,20	15
2ª etapa						
4	1:8	4	4	1	0,16	15
5	1:6	3	3	1	0,12	15
3ª etapa						
6	1:10	5	5	1	0,20	15
7	1:12	6	6	1	0,24	15

Resumidamente, o processo de fabricação dos tijolos é constituído por cinco passos: armazenamento dos componentes, preparação da mistura, moldagem dos tijolos na prensa, cura dos tijolos produzidos e ensaios de absorção de água e resistência a compressão.

a) Armazenamento dos componentes

Foram necessários cuidados especiais no armazenamento dos três componentes para a fabricação dos tijolos solo-cimento (solo, cimento e cal hidratada). Todos os materiais foram armazenados em local coberto. O solo foi colocado dentro de sacos plásticos, protegido da variação de umidade, da chuva e do contato com outros materiais/resíduos (outros solos, serragem, óleo, etc.). O cimento e a cal hidratada foram armazenados dentro de um recipiente protegido do intemperismo externo. Por uma questão operacional e de organização, foi utilizada uma caixa d'água com tampa para acondicionamento do cimento e da cal hidratada.

b) Preparação da mistura

Os solos foram secos ao ar e, devido ao grande volume de material envolvido, foram utilizadas duas masseiras de obra. Após passar os solos pela peneira de café (5 mm), um triturador mecânico foi utilizado. Misturou-se manualmente, na mesma proporção o solo 1 e solo 2, homogeneizando bem a mistura. A partir daí, foi realizada uma correção de umidade até que o ponto ideal fosse encontrado. Esse ponto foi obtido empiricamente pelo teste da massa de solo apertada contra a mão, a qual, após partida em duas partes, não deveria apresentar exsudação de água contra a palma da mão, nem se apresentar quebradiça, mas

sim com arestas bem definidas. Adicionou-se cimento e cal hidratada nas proporções pré-definidas (tabela 2) e, manualmente, com o auxílio de pás e enxadas, obteve-se a mistura bem homogênea. Após nova correção e verificação empírica da umidade (figura 4), iniciou-se a moldagem dos tijolos.



Figura 4 – Teste empírico da umidade.

c) Moldagem dos tijolos na prensa

A moldagem dos tijolos foi feita em uma prensa manual, sendo executado um tijolo por vez, conforme ilustra a figura 5. Cerca de três quilos da mistura eram colocados em um recipiente acoplado na prensa e um operador executava a prensagem através de um mecanismo específico do equipamento. Outro ponto importante da moldagem foi a retirada do tijolo da prensa, que teve de ser realizada com muito cuidado, pois a resistência inicial dos tijolos era muito baixa. Após sua retirada, o tijolo era depositado sobre um tablado de madeira, bem perto da prensa e identificado. Cabe mencionar que alguns tijolos fabricados foram danificados e perdidos, principalmente, durante o processo de retirada da prensa. Sabe-se que a resistência inicial do solo compactado é determinada principalmente pela argila, pelo grau de compactação e pela umidade da mistura.

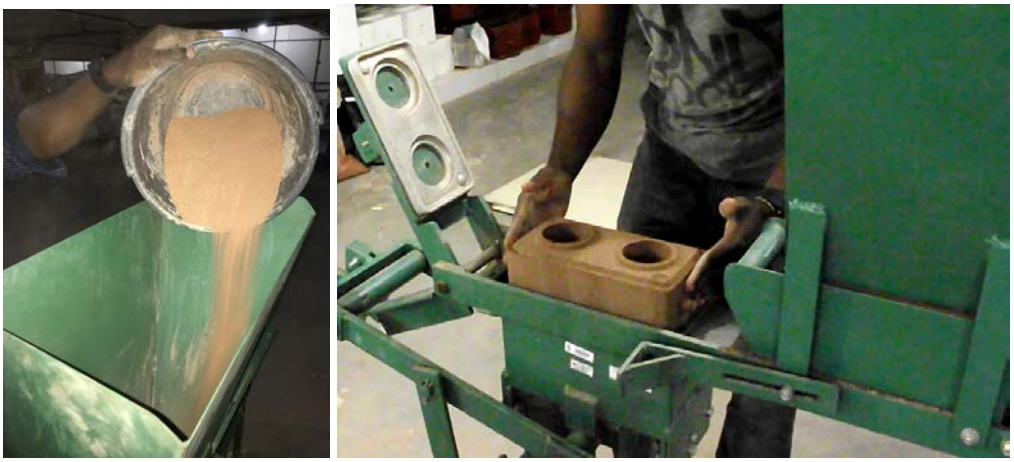


Figura 5 – Prensagem do tijolo.

d) Cura dos tijolos

Após a secagem inicial (cerca de três a quatro horas) os tijolos foram transportados por meio de um carrinho de mão para a câmara úmida, local onde foi realizada a cura. A câmara úmida ajuda a manter a temperatura controlada (em torno de 23ºC) e a umidade do ar (cerca de 95%). Ressalta-se que o procedimento de cura dos tijolos é essencial para a obtenção da resistência a compressão final desejada.

A figura 6 apresenta a prensa manual utilizada, além da retirada cuidadosa do tijolo da prensa. A figura ilustra também o transporte e armazenamento dos tijolos na câmara úmida para ser submetido ao processo de cura.



Figura 6 – Fabricação e retirada do tijolo solo-cimento na prensa manual; transporte e armazenamento em câmara úmida durante o processo de cura.

e) Ensaios de absorção de água e resistência à compressão:

A absorção de água dos tijolos solo-cimento foi verificada de acordo com a NBR 8492 (2012) e a resistência à compressão de acordo com a NBR 8492 (2012) e NBR 10836 (2013). Destaca-se que o procedimento normativo para determinação da resistência à compressão dos tijolos de solo-cimento (altura menor que a largura) é o da NBR 8492 (2012). Porém foram também realizados também ensaios conforme a NBR 10836 (2013), que trata da resistência à compressão de blocos de solo-cimento (altura maior ou igual à largura), pois se considerou que esse ensaio seria mais prático de ser realizado pelas comunidades afetadas por desastres, já que não seria necessário o corte dos tijolos ao meio. Entretanto, os resultados do ensaio conforme a NBR 8492 (2012) apresentaram valores melhores que os da NBR 10836 (2013), tanto em termos de resistência média (cerca de 10% maior), quanto em relação à dispersão dos valores individuais de resistência (que foi menor). Dessa forma, se as comunidades realizarem o ensaio da forma mais simples e ainda assim obtiverem o valor médio de 2 MPa e resistências individuais superiores a 1,7 MPa, entende-se que os valores de resistência preconizados pela NBR 8491 (2012) seriam automaticamente atendidos, por serem mais favoráveis. Outra abordagem simplificada seria a de reduzir os valores limites preconizados pela NBR 8491 em cerca de 10% e adotar para os procedimentos da NBR 10836 (2013).

A resistência à compressão dos tijolos foi verificada com 7, 14, 21 e 28 dias, visando verificar o possível ganho de resistência com o tempo, conforme normalmente é realizado para corpos de prova de concreto. Destaca-se que, por questão de contingência de recursos, os ensaios foram realizados com, em média, 3 CPs para cada idade, reconhecendo-se que seria desejável ter realizado o mínimo de 7 corpos de prova para determinação de cada valor de resistência, conforme recomendado por norma. A figura 7 mostra os tijolos solo-cimento de diversos traços (colorações diferentes) sendo preparados e submetidos ao teste de absorção de água (estufa e imersos em água na masseira) e a verificação da resistência à compressão em prensa automatizada no NUMATS/UFRJ (corte do tijolo utilizando serra elétrica, capeamento com nata de cimento e rompimento na prensa). Ressalta-se que para o teste de verificação da resistência à compressão dos tijolos na prensa foi realizado um processo de capeamento dos mesmos com nata de cimento.



Figura 7 – Tijolos solo-cimento: preparação para ensaio de absorção e ensaios de resistência a compressão

Após a realização de todos os testes no Laboratório de Mecânica dos Solos da UFRJ/Macaé e no Núcleo de Materiais Sustentáveis da Escola Politécnica/COPPE (NUMATS/UFRJ) foi verificado que ambos os solos possuíam uma grande parcela de grãos com dimensões de areias (mais de 85%) e uma pequena parcela de finos (entre 5% e 10%). Os limites de liquidez desses solos foram de 43% e 37%. Além disso, foi verificado que o tijolo solo-cimento fabricado com a mistura, na mesma proporção, dos dois tipos de solo tropicais e, com traço de 1:8 (cimento: solo – em volume), com teor de umidade próximo da ótima, obteve o melhor desempenho nos ensaios, sendo sua resistência à compressão média aos 28 dias, 2 MPa, valor considerado satisfatório por norma. A absorção de água desses tijolos foi superior a 20%, valor máximo permitido por norma. Testes de absorção de água foram realizados novamente com a aplicação de uma película de resina “hidrofugante” ao tijolo antes da imersão na água. Os valores de absorção foram reduzidos para cerca de 14%, ficando dentro do estabelecido por norma. Cabe ressaltar que foram executados cerca de 90 ensaios para determinar a resistência a compressão e, pelo menos, 5 ensaios de absorção em todos os traços ensaiados. Os outros tijolos solo-cimento fabricados e ensaiados não apresentaram resultados satisfatórios, quer seja no quesito econômico ou técnico, desta forma foram descartados.

Os resultados demandam considerações mais amplas que não seriam possíveis de serem integralmente abordadas nesse trabalho. A figura 8, no entanto, apresenta um resumo dos resultados obtidos, detalhados no trabalho de Lima (2018).

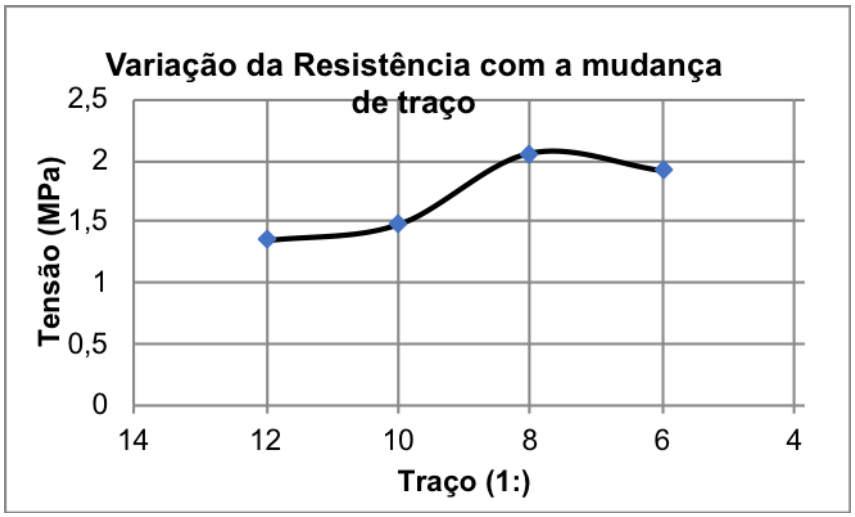


Figura 8- Variação da resistência média, aos 28 dias, com a mudança do traço, dos tijolos fabricados com solo 1 e solo 2 (Lima, 2018).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Projeto SHS se apresenta como metodologia alternativa e sistematizada para situações críticas onde seja necessária a construção de habitações de interesse social e de edificações de pequeno porte de uso coletivo (escolas, creches, postos de saúde), com a utilização de recursos escassos, em sistema de mutirão.

Os resultados obtidos sugerem que a técnica de tijolos de solo-cimento fabricados com prensa manual pela própria comunidade pode ser aplicável às situações do Projeto SHS, desde que realizada com o auxílio de assistentes técnicos e observadas as limitações expostas ao longo desse trabalho.

Cabe ressaltar que, apesar de terem sido utilizadas instalações do NUMATS/UFRJ, os ensaios e os estudos exploratórios envolvidos foram conduzidos pelo primeiro e segundo autores desse trabalho, responsáveis pelos resultados obtidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abiko, A. K.; Coelho, L. O. (2006). Mutirão habitacional: procedimentos de gestão. Coletânea Habitare/FINEP, v. 2. Porto Alegre: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Alerte, J. (2017). Proposta de (re)construção de casas populares em regime de mutirão como alternativa ao déficit habitacional do Haiti. Monografia de graduação. Rio de Janeiro: Escola Politécnica da UFRJ.

Cardoso, A. L.; Abiko, A. K. (2006). Procedimentos de gestão habitacional para população de baixa renda. Coletânea Habitare/FINEP, v. 5. Porto Alegre: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Di Gregorio, L. T. (2013). Proposta de ferramentas para gestão da recuperação habitacional pós-desastre no Brasil com foco na população atingida. Tese de doutorado. Niterói: Engenharia Civil, UFF.

Gazeta do Povo (2011). Um ano após tremor, Haiti amplia cifra de mortos. Disponível em https://www.gazetadopovo.com.br/mundo/um-ano-apos-tremor-haiti-amplia-cifra-de-mortos-e4n7u677tclrr56etnx4hi3im.

IPT (1988). Manual de orientação para construção por ajuda-mútua. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo

Lima, D. A. S. M. F (2018). Avaliação do tijolo modular de solo-cimento fabricado em prensa manual como material para construção de baixo custo com mão de obra comunitária. Monografia de graduação. Rio de Janeiro: Escola Politécnica da UFRJ.

Montezuma, K. (1998). Programa de reassentamento de famílias de Teresina, PI. Oficina 1- Provisão dos Serviços Urbanos. Rio de Janeiro

NBR 5738 (2015). Concreto – Procedimento para moldagem e cura dos corpos de prova. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas.

NBR 6457 (2016) Amostras de solo – Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas.

NBR 6458 (2016) Solo – Grãos de pedregulho retidos na peneira de abertura 4,8 mm - Determinação da massa específica, da massa específica aparente e da absorção de água. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas.

NBR 6459 (2016) Solo – Determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas.

NBR 7180 (2016) Solo – Determinação do limite de plasticidade Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas.

NBR 7181 (2016) Solo – análise granulométrica. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas.

NBR 8491 (2012). Tijolo solo-cimento – Requisitos. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas.

NBR 8492 (2012) Tijolo solo-cimento – Análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção de água – Método de ensaio. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas.

NBR 10833 (2012). Fabricação de tijolo e bloco de solo-cimento com utilização de prensa manual ou hidráulica – Procedimento. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas.

NBR 10836 (2013). Bloco de solo-cimento sem função estrutural – Análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção de água – Método de ensaio. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas.

UNDP/IRP (2010). Guidance note recovery: shelter. United Nations Development Programme; International Recovery Plataform. Disponível em <https://www.unisdr.org/files/16770_16770guidancenoteonrecoveryshelter.pdf>

Un-Habitat (2012) Going green: A handbook of sustainable housing practices. United Nations Human Settlements Programme. Disponível em <https://unhabitat.org/books/going-green-a-handbook-of-sustainable-housing-practices-in-developing-countries/ >

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a todos aqueles que acreditaram (e acreditam) no sucesso de um trabalho tão dificil e importante para as comunidades afetadas por desastres e conflitos. Em especial vale destacar todos os envolvidos diretamente nas atividades do Projeto SHS, com ênfase para os seguintes participantes do G.T. Materiais: Ana Carolina Bezerra Benigno (UFRJ/E.P., Discente), Ana Claudia Cruz Henriques da Silva (UFRJ/E.P., Discente), Caroline Archanjo do Nascimento da Cunha (UFRJ/E.P., Discente), César Leonardos Melucci (UFRJ/E.P., Discente), Luiza de Oliveira Ribas (UFRJ/E.P., Discente), Maria Gabriela do Nascimento Paixão (UFRJ/E.P., Discente), Matheus Candal Reis Fernandes (UFRJ/E.P., Eng. Civil), Matheus Santos Rodrigues (UFRJ/E.P., Discente), Will Personne Lavard Theard (UFRJ/E.P., Discente), Alfeu Ferreira da Costa (UFRJ/Macaé., Discente), Gabriel Martins Lobo (UFRJ/Macaé., Discente), Gabriel Pinto Pinheiro (UFRJ/Macaé., Discente) e Carlos Antônio Torres Macambira (UFRJ/Macaé., Técnico-Eng. Civil). Vale destacar também o agradecimento a todos os alunos, funcionários e professores do NUMATS/UFRJ e, em especial aos Professores Romildo Dias Toledo Filho, Jorge dos Santos e Wilson Wanderley Silva.

AUTORES

Leandro Torres Di Gregorio, doutor e mestre em engenharia civil. Especialização lato sensu em gestão de emergências e desastres. Engenheiro civil, professor do Departamento de Construção Civil da Escola Politécnica da UFRJ. Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/1234253492596748.

Gustavo Vaz de Mello Guimarães, doutor e mestre em engenharia civil com ênfase em geotecnia. Engenheiro civil, professor e coordenador do Curso de Engenharia Civil da UFRJ/Macaé. Coordenador dos Laboratórios de Ensino e Pesquisa de Mecânica dos Solos e Materiais de Construção da UFRJ/Macaé. Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/3614907040658759.

Adriana Paiva de Souza Martins, doutora em engenharia civil com ênfase em meio ambiente, mestre em engenharia civil, especialista em segurança do trabalho, engenheira civil na Universidade Federal do Rio de Janeiro, membro da Associação Brasileira de Materiais e Tecnologias Não Convencionais (ABMTENC). Currículo completo em: http://lattes.cnpq.br/4097907776155160

Daniel Aloysio Shiguematsu Menezes Freitas Lima, discente do último ano em engenharia civil pela Escola Politécnica da UFRJ, com previsão de formatura para 2018/01, com trabalho de conclusão de curso no tema fabricação de tijolos de solo-cimento, orientado pelo primeiro e segundo autor desse artigo.

Jac-Ssone Alerte, engenheiro civil, recém-formado, pela Escola Politécnica da UFRJ, com trabalho de conclusão de curso no tema avaliação da aplicabilidade de mutirões para reconstrução do Haiti, orientado pelo primeiro autor desse artigo.

Julião Ferreira de Sousa, discente do último ano em engenharia civil pela UFRJ/Macaé, com previsão de formatura para 2018/01, com trabalho de conclusão de curso no tema fabricação de tijolos de solo-cimento, orientado pelo primeiro e segundo autor desse artigo.

TerraBrasil 2018
Território e trabalho: a produção da arquitetura com terra no Brasil
VII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Rio de Janeiro-RJ (Brasil), 30 de outubro a 2 de novembro de 2018
http://redeterrabrasil.org

A EXPANSÃO URBANA E A AMEAÇA AO PATRIMÔNIO CULTURAL: A FAZENDA ELÍDIO SANGLARD EM MINAS GERAIS

Arthur Zanuti Franklin[1]; Ítalo Itamar Caixeiro Stephan[2]; Luiz Fernando Reis[3]

Departamento de Arquitetura e Urbanismo, UFV, Viçosa, MG, Brasil

[1]arthur.franklin@ufv.br; [2]stephan@ufv.br; [3]lfreis@ufv.br

Palavras-chave: patrimônio arquitetônico, arquitetura vernácula, Manhumirim, crescimento urbano, fazendas cafeeiras

Resumo

Devido à expansão urbana que o município de Manhumirim, no interior de Minas Gerais, sofreu a partir da aprovação de seu Plano Diretor Participativo, que modificou seu perímetro urbano, algumas fazendas da cidade, em estrutura autônoma em madeira e vedação em pau-a-pique, passaram a sofrer os efeitos da expansão urbana. Entre esses conjuntos rurais, a Fazenda Elídio Sanglard, devido à sua proximidade da área urbana, foi um dos mais afetados. Portanto, o presente artigo tem como objetivo analisar como a expansão urbana coloca em risco as fazendas do município. Para isto, analisou-se a legislação urbanística do município, principalmente seu plano diretor, para identificar as áreas de expansão urbana da cidade, mapeou-se a localização dos conjuntos arquitetônicos rurais do município para verificar quais foram atingidos pelo documento municipal e, a partir de alguns critérios, definiu-se a Fazenda Elídio Sanglard como estudo de caso. Verificou-se que a área urbana de Manhumirim se expande em dois vetores, sendo estes os que possuem o maior complexo de fazendas do município. No caso da fazenda selecionada, na década de 2000, um loteamento foi assentado próximo, interferindo diretamente em sua ambiência. Na década seguinte, instalaram um depósito de areia e uma fábrica de pré-moldados em frente à fazenda, aumentando significamente o tráfego pesado de veículos e a poluição na região e, assim, os danos ao conjunto. Percebeu-se que há uma omissão do poder público, representado pela Prefeitura Municipal, em proteger estes bens patrimoniais e que seria necessário identificar instrumentos legais capazes de aliar a expansão urbana à preservação do patrimônio arquitetônico.

1. INTRODUÇÃO

A preservação do patrimônio cultural é uma forma de manter as histórias e memórias de um determinado grupo social, população ou sociedade. Para Le Goff (1990), é a memória quem dá fundamento à existência das etnias ou famílias, sendo esta a principal fonte de compreensão dos fatos ocorridos que dão sentido à identidade dos lugares e à dinâmica de suas existências.

A cidade é um desses lugares. A mesma é um coletivo de memórias, é nela que há a ligação entre indivíduos, famílias e grupos sociais.

“Co-existem (sic) em uma cidade, em qualquer momento, inúmeras memórias coletivas” (Abreu, 1998, p. 86), e é no seu patrimônio cultural que essas memórias ficam armazenadas, mostrando que onde há memória, há patrimônio cultural e, portanto, uma cidade histórica. Segundo Argan (1984), toda cidade é histórica, já que é “coisa humana” e, por ter sido produzida pela mão do homem, é testemunho de memória, adquirindo valor artístico.

Estes conceitos servem para cidades que, mesmo não tendo seu patrimônio cultural reconhecido em esfera nacional ou estadual por órgãos como o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) e o Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais (IEPHA/MG), possuem bens que devem ser preservados em nível municipal.

A preservação em nível municipal possui percepção mais fácil, já que deriva de ações concretas, advindas dos Conselhos de Patrimônio, obrigatórios em municípios que queiram receber o repasse do ICMS advindo do governo estadual.

Eles incorporam as atribuições constitucionais e são constituídos no sentido de atuar na identificação, documentação e proteção do patrimônio cultural de um município. Também passam a partilhar o poder entre sociedade civil e governo, aumentando a participação popular na criação das políticas públicas relacionadas à preservação.

Um exemplo de município com essas características é Manhumirim. Localizado na mesorregião da Zona da Mata e microrregião de Manhuaçu, mais precisamente no leste mineiro, em região montanhosa e próximo ao Pico da Bandeira, no Estado de Minas Gerais. É uma cidade de pequeno porte, com população estimada em 2017 de 22784 habitantes (IBGE, 2016).



Figura 1. Localização de Manhumirim na Zona da Mata (fonte: IBGE)

Em histórico da Prefeitura Municipal, os primeiros assentamentos datam do ano de 1808, quando o então Rei de Portugal, Dom João VI, deu ordens para a criação de uma estrada (conhecida como Rota Imperial) ligando a capital do atual estado do Espírito Santo, Vitória, à Vila Rica, atual Ouro Preto.

Com a abertura da estrada, surgiram pontos de apoio ao longo de sua extensão, sendo um deles onde atualmente encontra-se a cidade de Manhumirim e a Fazenda Elídio Sanglard.

Devido à sua altitude e sua localização próxima ao Pico da Bandeira (2892 metros), terceiro ponto mais alto do país, e com a passagem da estrada de ferro Leopoldina Railway, em 1914, expandiu-se a atividade cafeicultora para a região. Até as primeiras décadas do século XXI, a cidade ainda mantém sua economia basicamente da produção deste grão, sendo um município de caráter predominantemente rural.

Manhumirim tem um acervo arquitetônico relevante, possuindo várias fazendas coloniais do século XIX, construídas com estrutura autônoma em madeira e vedação em pau-a-pique, além de residências urbanas do início do século XX e construções ecléticas. A cidade destaca-se no chamado ecoturismo e em sua produção cultural.

Porém, com a expansão urbana, intensificada a partir da década de 2000 com a aprovação do novo perímetro urbano pelo Plano Diretor, a cidade avança em direção à zona rural, fazendo com que a ambiência dessas fazendas se perca e elas passem a sofrer as consequências de um processo de uso e ocupação do solo incompatível com a preservação.

2. OBJETIVO

Analisar o avanço da expansão urbana de Manhumirim e como ela coloca em risco o patrimônio arquitetônico rural representado pelas fazendas de café e as construções rurais

feitas por métodos vernáculos como o pau-a-pique, utilizando a Fazenda Elídio Sanglard como estudo de caso.

3. METODOLOGIA

Este estudo consistiu em: revisão bibliográfica acerca dos temas relacionados a políticas públicas municipais para gestão do patrimônio cultural; análise da legislação urbanística do município, composta pelo plano diretor e leis afins, para identificar as áreas que estes documentos propõem para expansão da zona urbana e assim, verificar se o crescimento de Manhumirim é influenciado pelo conjunto de leis municipais; mapeamento dos vetores de expansão da malha urbana e comparação com a localização das fazendas cafeeiras para verificação das que se encontram dentro da área de expansão; seleção da Fazenda Elídio Sanglard, utilizando como critério a sua importância para o município e o fato de ser uma das primeiras a receber o impacto da expansão, para averiguar os danos que lhe foram causados por meio de mapas de danos, levantamento fotográfico e inventário.

3.1 Revisão bibliográfica

Com a Constituição Federal de 1988, os municípios são colocados, no art. 23, inciso III, como protetores de seu patrimônio cultural local. Para Pereira e Machado (2008, p. 13),

> estas transformações nos princípios constitucionais relacionam-se diretamente com as mudanças na concepção de preservação, em suas regulamentações e na atuação dos agentes públicos e das comunidades nesse processo.

Desde 1996, através da Lei estadual nº 12.040, apelidada de Lei Robin Hood, uma parcela do imposto sobre circulação de mercadorias e serviços (ICMS) arrecadado por Minas Gerais é redistribuída entre os municípios que cuidarem de seu patrimônio. Esta lei foi criada para que as prefeituras pudessem ter verba para a preservação do patrimônio cultural e que a salvaguarda, antes vista como um problema, passasse a se tornar importante para o poder público.

Para fazer jus aos recursos, utiliza-se de três critérios base para o cálculo da pontuação. O primeiro critério é referente à gestão do município, ou seja, as políticas públicas de proteção ao patrimônio e o investimento do valor repassado com os bens; O segundo é ligado à proteção, incluindo processos de inventários, tombamento e registros. O terceiro é sobre a promoção e salvaguarda, como a elaboração e atualização dos laudos técnicos sobre o estado de conservação, relatórios de implementação das ações municipais e difusão do patrimônio cultural, através de ações de educação patrimonial.

Em 2001, foi criada a Lei Federal nº 10.257, conhecida como Estatuto da Cidade, que estabelece as diretrizes gerais da política urbana, prevendo o Plano Diretor Participativo como o principal meio de planejamento e gestão urbanas municipais.

O Estatuto da Cidade abarca em seu conteúdo cinco artigos que tratam da questão do patrimônio cultural, utilizando instrumentos urbanísticos para a sua proteção, demonstrando a importância do planejamento urbano na salvaguarda destes bens (móveis ou imóveis; materiais ou imateriais). Estes instrumentos devem estar presentes no Plano Diretor, que é o documento que abarca as questões relacionadas ao planejamento urbano de um município.

Portanto, o Plano Diretor pode ser utilizado como uma forma de universalizar o patrimônio cultural, criando diretrizes para a preservação.

Castriota (2009) afirma que deveria haver um consenso entre a preservação do patrimônio cultural e o planejamento urbano, focando no conceito de conservação, no qual amplia-se o objeto da preservação, passando a incorporar a ideia de patrimônio, com uma conjugação de formas, usos, apropriações, relações sociais e significados.

Entretanto, para Stephan e Rocha (2012, p. 47), “o simples fato da promulgação de um plano diretor não garante a sua aplicação [...]”. Há outros fatores que são preponderantes

para que se garanta a aplicabilidade de um plano diretor, como a própria redação da legislação, buscando possuir a maior quantidade de itens autoaplicáveis possíveis, que, segundo Stephan (2009, p. 49-50), "[...]é o dispositivo legal que sendo completo e definido na sua formulação básica, independe de normas para ser aplicado. O dispositivo autoaplicável passa a vigorar imediatamente após a vigência da lei". Há, também, fatores externos, como a instabilidade política, a falta de recursos e fundos municipais, a falta de atuação dos órgãos de acompanhamento e controle, a necessidade de regulamentação específica para alguns dispositivos e a falta de consonância entre o que está estabelecido na legislação e as prioridades de cada setor da administração municipal, que também interfere na relação entre o planejamento e a preservação do patrimônio cultural.

O Plano Diretor Participativo, quando aplicado, é a principal ferramenta da cidade de aliar o planejamento urbano com a preservação do patrimônio, podendo, através de seu conteúdo, potencializar ou coibir a conservação. Este se mostra uma ferramenta de planejamento urbano que, se aplicada de forma eficaz, orienta a atuação do poder público e da iniciativa privada na construção do espaço, para também ofertar serviços públicos que assegurem melhores condições de vida para os moradores.

3.2 Análise do Plano Diretor Participativo de Manhumirim

O Plano Diretor de Manhumirim foi aprovado no dia 9 de outubro de 2006, através da Lei nº 1.360, sendo estruturado em cinco títulos, com 68 artigos.

O documento municipal possui, entre artigos, parágrafos e incisos, 22 itens relacionados à preservação do patrimônio cultural. O artigo 2º coloca que um dos objetivos do plano é

> promover a regulação pública sobre o uso do solo mediante instrumentos redistributivos da renda urbana e da terra e controle sobre o uso e ocupação do espaço para a preservação, proteção e recuperação dos patrimônios natural e cultural do Município (Lei municipal, 2006).

O Plano Diretor ainda prevê instrumentos urbanísticos que podem ser utilizados, como o tombamento, o direito de preempção, transferência do direito de construir e o estudo de impacto de vizinhança.

O tombamento, ao ser aplicado, prevê a criação de um perímetro de proteção do bem, o que é imprescindível nas construções rurais para que se mantenha a ambiência[1]. O direito de preempção é aplicado para que as terras de entorno sejam adquiridas pelo poder público, também para garantia da ambiência. Caso isto não seja possível, pode-se aplicar o estudo de impacto de vizinhança em novas construções, para, através de laudos técnicos, garantir que estas não afetem o conjunto a ser preservado. Por fim, para incentivar os proprietários a preservarem seus conjuntos, há a transferência do potencial do direito de construir, em que se transfere para outras áreas da cidade o potencial construtivo do terreno.

O aspecto negativo é que o Plano só prevê, mas não regulamenta, nenhum dos instrumentos urbanísticos, possibilitando a sua utilização para controlar e regular a expansão urbana nas áreas de interesse histórico.

Porém, em seu Título II, que trata da política de estruturação urbana e rural, em seu capítulo I, que trata da estruturação territorial utilizando do macrozoneamento, das zonas de uso e ocupação do solo e do programa de regularização dos loteamentos, há contradições que interferem na proteção do patrimônio cultural rural de Manhumirim.

Nos artigos 8º e 9º, definem-se as áreas de zona urbana e zona rural e deixa indicados os eixos de expansão do município, através do novo perímetro urbano.

> Art. 8º - A Zona Rural abrange áreas próprias de atividades econômicas primárias como agropecuária, produção de madeiras/celulose, exploração de minérios;

[1] Segundo a Recomendação de Nairóbi (1976), entende-se por ambiência de conjuntos, "o quadro natural ou construído que influí na percepção estática ou dinâmica desses conjuntos, ou a eles se vincula de maneira imediata no espaço, ou por laços sociais, econômicos ou culturais.

> áreas de interesse para preservação ambiental de recursos hídricos, paisagísticos; maciços vegetais, solos agricultáveis, dentre outros recursos naturais e áreas de interesse para o desenvolvimento do turismo. (Lei municipal, 2006, grifo dos autores)

No artigo oitavo, há o reconhecimento que a zona rural do município possui áreas de interesse para o desenvolvimento do turismo, estas áreas são compostas das principais fazendas. Além do mais, destacam-se áreas de preservação ambiental de recursos hídricos e paisagísticos, o que torna-se incompatível com a expansão urbana, da forma como é realizada na atualidade.

> Art. 9º - A Zona Urbana identifica áreas onde se pretende incentivar, coibir ou qualificar a ocupação humana, visando a consolidação da urbanização e dos vetores de crescimento, compatibilizados com a capacidade da infraestrutura instalada, adequados às condições do meio físico natural, às necessidades de preservação ambiental e do patrimônio histórico-cultural e às características de uso e ocupação existentes. (Lei municipal, 2006, grifo dos autores)

O artigo nono traz que a zona urbana deve ser compatível com a infraestrutura presente no local, adequando-se às necessidades da preservação ambiental e do patrimônio cultural, sendo fonte de contradição com o artigo oitavo, pois avança-se a expansão urbana para a área rural, não levando em conta a presença dos bens de interesse histórico presentes ali.

O artigo possui dois parágrafos, falando sobre os locais de expansão do perímetro urbano:

> § 1º - A demarcação dos limites das zonas urbana e rural deverá ser feita posteriormente, mediante lei específica e após o recadastramento imobiliário.
>
> § 2º - O perímetro urbano definido pela Lei 1.066/97 será alterado com base em levantamentos topográficos e coordenadas geográficas, que deverão ser realizadas no prazo de 180 dias, com a inclusão das seguintes áreas:
>
> a) áreas próximas ao Contorno da MG-111 considerando toda sua extensão;
>
> b) áreas do bairro Nossa Senhora Aparecida considerando todo o seu perímetro;
>
> c) áreas próximas ao acesso aos municípios de Manhuaçu e Martins Soares; com exceção das que possuem características predominantes rurais. (Lei municipal, 2006, grifo dos autores)

No parágrafo segundo, trata do novo perímetro urbano, porém, o Plano Diretor não possui mais elementos como um mapa ou descrição desse perímetro.

O documento municipal, no seu artigo 21, define as áreas próximas ao Contorno da MG-111 como local para instalação de indústrias de grande porte, no intuito de formar um polo industrial, criando assim dois problemas.

O primeiro é a simples menção da rodovia, sem delimitação, deixando a cargo de interpretações pessoais as áreas que são afetadas por ele. O segundo problema é o potencial de ocupação pelo uso industrial identificado que coloca em risco a preservação da paisagem cultural formada pelas fazendas de café e suas sedes.

Somente em 2010, na Lei municipal nº 1.517, que “altera os limites do perímetro urbano da sede do Município de Manhumirim”, aprovou-se o novo perímetro urbano, com as coordenadas geográficas e um croqui, incluindo as áreas definidas no plano diretor.

3.3 Mapeamento dos eixos de crescimento e localização das fazendas

A partir de visitas in loco, mapeou-se a localização das fazendas do município, em que constatou-se que existem 23 conjuntos em Manhumirim e foi gerado um mapa (no *software* ArcGis®), mostrando as áreas de expansão do município e a localização das mesmas, comparando com o perímetro urbano expandido (figura 2)

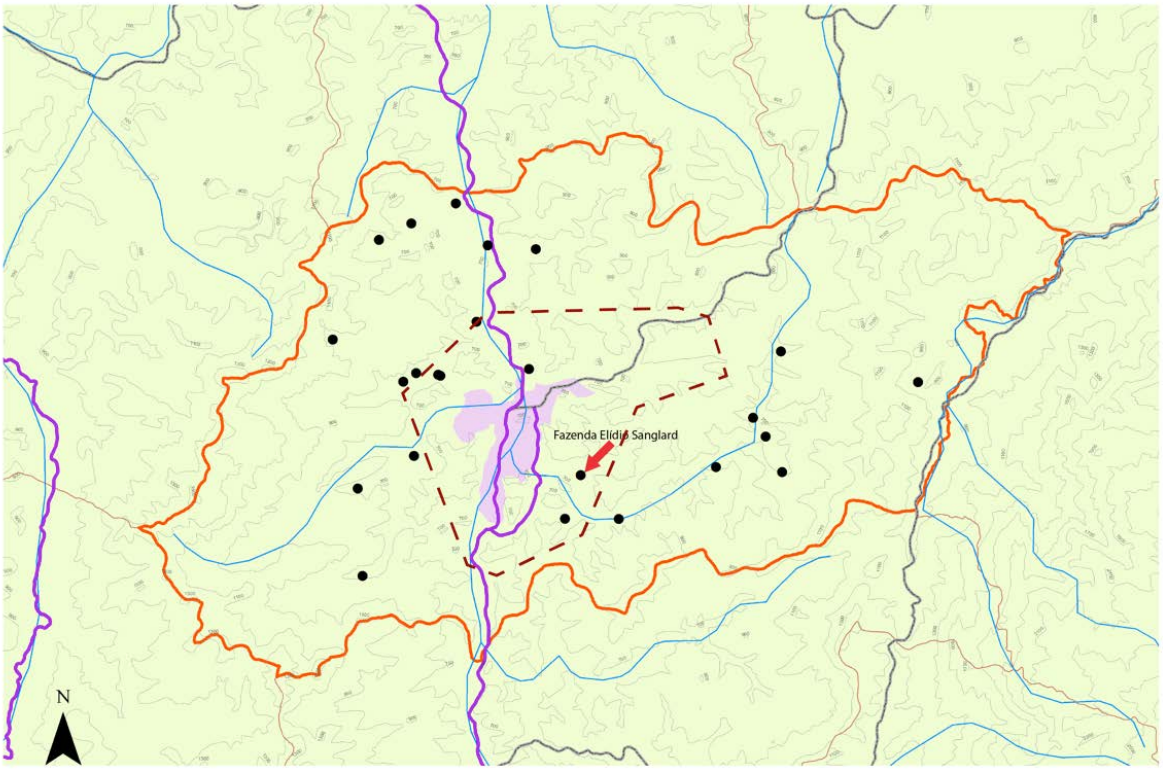


Figura 2. Mapa interpolando fazendas, o perímetro urbano e a MG-111 (acervo dos autores)

No mapa da figura 2, destaca-se, então, a Fazenda Elídio Sanglard e os demais conjuntos rurais nos círculos pretos, o perímetro urbano em pontilhado cor vermelho escuro, a MG-111 na linha cor roxa escura e o perímetro urbano antigo, da Lei 1.066/97, na cor roxa clara.

O novo perímetro abarcou quatro conjuntos, incluindo a Fazenda Elídio Sanglard, além de deixar mais quatro suscetíveis às consequências da expansão urbana por estar em seus limites.

Na Figura 3, destacam-se outras duas fazendas que foram incluídas no novo perímetro urbano, em que se enfatiza em pontilhado os novos empreendimentos que avançam na direção das mesmas.

Ressalta-se que todas foram identificadas pelo Conselho Municipal de Patrimônio Cultural como itens a serem inventariados nos próximos anos, para compor o acervo de documentação ao IEPHA referente à Lei Robin Hood.



Figura 3. Mapa destacando dois conjuntos de Fazenda e os novos empreendimentos em seu entorno em 2018. Fonte: Google Maps (editado pelos autores)

3.4 Seleção da Fazenda Elídio Sanglard

A Fazenda Elídio Sanglard foi selecionada para aprofundamento do estudo devido à sua importância para o município, por já compor o acervo relacionado aos inventários relacionados à Lei Robin Hood e por estar dentro do perímetro urbano proposto pelo Plano Diretor em 2006 e concretizado em 2010, estando localizada há apenas um quilômetro da mancha urbana, sendo, portanto, um dos primeiros locais a sofrer as consequências da expansão da cidade e por ser uma representante da arquitetura vernácula brasileira.

A arquitetura, nos seus aspectos técnicos e construtivos, depende do conhecimento das formas de fazer e das condições físico-geográficas do local que fornece os materiais para que seja edificada a construção. No Brasil, criou-se uma tradição desde a colônia portuguesa de edificar estruturas de madeira e pau a pique, costumeiramente assobradadas, ou seja, com dois pavimentos e, com cobertura em estrutura de madeira e telhas cerâmicas.

O pau a pique consiste em uma trama de madeira gradeada onde o barro é arremessado de ambos os lados até a formação da parede. Após isso, reboca-se com argamassa de cal e areia bem fina e, por fim, realiza a caiação destas paredes. Ressalta-se que, a rigor, o mesmo não é um sistema estrutural, necessitando de estruturação primária para sua sustentação, normalmente utilizando peças de madeira. Este sistema oferece boa resistência e é tecnicamente mais fácil de ser executado, adequando-se assim aos conhecimentos da população, sendo aplicada em boa parte do país, principalmente nas regiões de Minas Gerais, Goiás e São Paulo. Vasconcellos (1979, p. 21) afirma que nesses estados, utilizou-se rotineiramente a construção com terra até a década de 1940 nas zonas rurais, principalmente na construção de fazendas.

A fazenda Elídio Sanglard (figura 4) foi construída entre os anos de 1880 e 1890, nas beiras da Rota Imperial, possuindo estrutura em madeira braúna e vedação com paredes de pau-a-pique, tanto internamente quanto externamente.



Figura 4. Fazenda Elídio Sanglard em 2017 (acervo dos autores)

Comumente, estes conjuntos rurais possuíam várias edificações e espaços, necessários para o funcionamento da produção, que começava na colheita do café, passava pela distribuição nos terreiros até a secagem, retirada da casca, torrefação, moagem e envio por trem para venda, porém, não se pode afirmar que há um tipo único, já que fatores como o terreno, a posição do sol e os cursos d'água influenciavam na forma de implantação.

Seu terreno original sofreu duas divisões por conta de partilha de herança. A primeira delas no ano de 1990 e a segunda, em 2011. Nestas, perdeu-se o conjunto da fazenda, remanescendo apenas três edificações, a casa principal, um curral, um armazém e dois terreiros de café. Segundo Barros (2013), isso ocorre porque, por muito tempo, banalizou-se a arquitetura vernácula.

Ao demolir as outras edificações do conjunto, mantendo somente os casarões, para Carrilho (2006, p. 59), perde-se mais do que as edificações em si, mas o contexto em que estas

estavam inseridas, dificultando com que se seja capaz de entender em sua plenitude as atividades e fluxos que ali ocorriam.

A fazenda passou por algumas reformas ao longo de seu período, sendo a última em 1975. Desde então, a mesma tem sido mantida por interesses de seus proprietários. Em 2016, o Conselho de Patrimônio Cultural, órgão deliberativo que representa o interesse da comunidade já que é composto por membros da sociedade civil e da Prefeitura Municipal, mais precisamente da Secretaria de Esporte, Lazer, Cultura e Turismo, realizou o inventário da mesma, reconhecendo-a enquanto patrimônio cultural de Manhumirim e passando a integrar os relatórios referentes à Lei nº 12.040.

O inventário da Fazenda Elídio Sanglard é uma forma de preservar a memória de sua população, já que a mesma está localizada às margens do eixo em que surgiram os primeiros assentamentos de Manhumirim, também foi um dos primeiros conjuntos rurais e representa a moradia de uma das famílias que primeiro se instalaram na região, sendo que um de seus primeiros moradores levaram as primeiras mudas de café para a região.

Enquanto arquitetura, é representante da arquitetura vernácula brasileira, utilizando de métodos tradicionais para construção como o pau a pique e a madeira braúna, sendo erguida a aproximadamente 130 anos, anteriormente, inclusive, às primeiras ocupações urbanas do município.

Também possui importância econômica para Manhumirim, já que 97% da economia é voltada para a produção do café e ali, ainda é utilizado para o plantio, colheita e torrefação, de forma tradicional, do grão.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Plano Diretor Participativo de Manhumirim agiu como um catalisador da expansão urbana na área da Fazenda Elídio Sanglard. Permitindo que, apoiados pela legislação, agentes sociais da produção do espaço detentores do poder obtivessem forma de crescimento financeiro através do loteamento e da exploração da terra.

Já ao analisar a parte do mesmo que trata da salvaguarda do patrimônio cultural, o documento municipal mostra-se ineficiente, principalmente devido à falta de regulamentação dos artigos relacionados à temática, deixando o conjunto suscetível à ação dos grupos supracitados.

Mesmo inventariada, a preservação dali relaciona-se a um conceito pretérito de patrimônio cultural e que interfere diretamente em sua ambiência.

Segundo Figueiredo (2014, p. 105), há dois conceitos de patrimônio. Um deles remete a uma forma retrógrada e ainda baseada na noção de monumento. Esta forma de visão não explora a natureza urbanística do bem, ou seja, não articulam patrimônio e política urbanística, fazendo com que se confirme a inexistência de uma política de conjunto.

Já o segundo, de caráter contemporâneo,

> [...] levanta outras possibilidades de uso dos instrumentos urbanísticos, estreitando a relação entre desenvolvimento e a preservação e articulando os parâmetros de ordenamento territorial às políticas setoriais de forma inovadora, trabalhando na perspectiva do planejamento e gestão integrados e participativos. Tem-se uma visão mais contemporânea de patrimônio cultural, que considera a ambiência como o objeto a ser preservado. (Figueiredo, 2014, p. 106, tradução dos autores)

A ambiência do objeto, segundo a Recomendação de Nairóbi (UNESCO, 1976), deve ser preservada principalmente para manter o espírito do lugar, já que em sua conservação preserva-se também a organização social de um povo. Garantindo, assim, a salvaguarda deste espírito do lugar, também satisfaz a proteção dos aspectos materiais do patrimônio, que, no caso da Fazenda Elídio Sanglard, por se tratar de uma construção de 130 anos, com métodos vernáculos como o pau-a-pique, necessita de cuidados extras para sua manutenção.

Três fenômenos marcaram a ambiência da fazenda, a partir da ação e combinação de agentes sociais produtores do espaço (CARLOS; SOUZA; SPOSITO, 2014). O primeiro deles, em 2007, logo após a aprovação do Plano Diretor e por consequência do novo perímetro urbano, mesmo sem este estar mapeado, abrindo brechas para interpretações, foi a criação de uma vila em terreno até então contíguo ao do conjunto. Já a partir de 2011, criou-se um comércio de areia e peças pré-moldadas de concreto como bloquetes e tijolos no terreno em frente à sede da fazenda e, a partir de 2014, um novo loteamento vem surgindo. Estes dois últimos em terrenos que pertenciam à fazenda, mas que, devido a divisão de herança, foram adquiridos por terceiros, visando a expansão do município (figura 5).



Figura 5. Entorno da Fazenda Elídio Sanglard em 2016 (acervo dos autores)

Um mesmo grupo social também pode intervir de forma diferente no espaço.

Na Fazenda Elídio Sanglard, esta relação fica clara ao tratar dos empreendimentos em seu entorno. Os loteamentos criados a partir de uma brecha na legislação criada pelo Estado, estabelecedor dos marcos jurídicos de produção e uso do espaço, que transformou a zona rural em perímetro urbano, tornando-a passível de parcelamento do solo, fez com que proprietários fundiários, em busca de lucro, criassem loteamentos na área.

Ao analisar o comércio de areia e peças pré-moldadas de concreto tem-se um grupo que, ao se tornar detentor da terra, investe capital e, assim, assume mais um papel na produção do espaço, o de proprietário dos meios de produção.

Com a criação dos loteamentos, aumentou-se o tráfego de veículos na estrada que dá acesso à fazenda. Isso também aumenta a emissão de gases poluentes e ruídos. Porém, o maior problema encontrado ali está na presença do comércio de areia e fábrica de peças pré-moldadas em concreto no terreno que faz frente à fazenda.

Este utiliza-se de veículos automotores pesados como tratores, caminhões e escavadeiras para a movimentação e transporte de seu produto, afetando toda estrutura do conjunto rural, principalmente devido ao aumento de partículas de areia e da poluição atmosférica (gases resultantes do processo de combustão do diesel utilizado como combustível dos veículos) que, acrescido com a ação do vento, deteriora a pintura em cal e a estrutura em pau-a-pique da casa. (Souza; Pereira; Brito, 2005)

Na figura 6, é possível ver que, sem nenhuma reforma tendo sido feita durante o período, a partir de 2011, a deterioração da fachada da fazenda acentuou-se de forma visível. Isso evidencia-se principalmente por conta do desgaste acentuado entre os anos de 2011 e 2017 na pintura a cal da fachada, além de rachaduras que surgiram na edificação.

Também, a vibração ocasionada tanto pelos veículos quanto pelos maquinários afeta a estrutura de madeira braúna do patrimônio arquitetônico como um todo. Isso se torna evidente por conta dos problemas que a edificação possuiu em suas fundações a partir de 2011, quando partes da estrutura cederam, o que afetou o nível da fazenda, fazendo com que o piso e algumas paredes cedessem, além de rachaduras e perda de partes do substrato.



Figura 6. Sede da Fazenda em 1997, 2011 e 2017 mostrando a deterioração rápida entre 2011 e 2017 devido aos novos usos do entorno (acervo dos autores)

Em 2013, a varanda externa, toda em madeira braúna, necessitou de reparo devido às peças que se soltaram. Em 2014, parte do telhado cedeu, em que, para que não prejudicasse ainda mais a estrutura do local, improvisou-se com telhas metálicas, a cobertura da mesma.

Por fim, em 2015, para estabilização dos danos que o conjunto sofreu, os proprietários, sem um corpo técnico adequado, realizaram obras de intervenção em suas fundações, adicionando uma cinta de concreto em volta da sede substituiu-se partes das madeiras da fundação, que também já se encontravam apodrecidas.

Sua fundação é o que a população tradicional chama de “fundação rasa”, em que, a madeira é enterrada no solo, mas sem atingir camadas de rocha necessárias para estabilidade. Braga (2003, p. 99) afirma que estruturas de madeira e pau-a-pique são mais suscetíveis a vibrações por não possuir coesão.

Portanto, constata-se que embora haja interesse na preservação do conjunto da Fazenda Elídio Sanglard por parte de seus proprietários particulares e interesse parcial pelo poder público representado pela Prefeitura Municipal, esbarra-se em questões relativas à conservação do bem, mostradas anteriormente e ligadas principalmente à forma como isto deve ser realizada e em questões legais, ligadas à divisão de terras e à expansão do município para a área da fazenda.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Plano Diretor de Manhumirim é contraditório ao ampliar o perímetro urbano, fazendo com que o município avance em direção à zona rural e fazendo com que se perca a ambiência dessas localidades.

No Brasil, o que não é urbano, é rural. Logo, toda expansão urbana de um município ocorre avançando sobre a área rural. Porém, esse fenômeno deve ocorrer de forma a respeitar o patrimônio cultural, com critérios específicos de parcelamento e uso e ocupação que sejam capazes de aliar expansão urbana e patrimônio rural.

Alguns desses critérios já estão nos planos diretores, sendo os instrumentos urbanísticos previstos no Estatuto da Cidade. Porém, o problema perpassa pela sua regulamentação e implantação.

Caberia incluir, em uma possível revisão do Plano, a criação de uma zona específica de proteção ao patrimônio cultural, além de uma definição de usos do solo compatíveis com existência dos bens de valor histórico.

A falta dessas regulamentações e dessas zonas leva aos problemas que a Fazenda Elídio Sanglard está enfrentando. Primeiramente a perda de sua ambiência, com a presença dos loteamentos próximos e os problemas causadas em sua estrutura e vedação, principalmente pelo comércio de areia e peças pré-moldadas de concreto como bloquetes e tijolos.

Preservar o patrimônio cultural dos conjuntos rurais tradicionais representados pelas fazendas cafeeiras é a forma de retomar os registros da memória de Manhumirim, revivendo seu passado, eternizando seu presente e garantindo ao futuro um lastro de lembranças,

fundamental para preservação da identidade não só de bens arquitetônicos, mas de uma população rural que é tão marcante na cultura do município.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abreu, M. A. (1998). Sobre a memória das cidades. Revista da Faculdade de Letras, Porto, v. 14, p. 77 – 97.

Argan, G. C. (1984). História da arte como história da cidade. São Paulo: Martins Fontes.

Barros, J. (2013). Restauração do patrimônio histórico: uma proposta para a formação de agentes difusores. São Paulo: Editora SENAI

Carlos, A. F. A.; Souza, M. L. de; Sposito, M. E. B. (2014). A produção do espaço urbano: agentes e processos, escalas e desafios. São Paulo: Editora Contexto.

Carrilho, M. J. (2006). Fazendas de café oitocentistas no Vale do Paraíba. Anais do Museu Paulista, São Paulo, v.14, n.1, p.59-80.

Castriota, L. B. (2009) Patrimônio cultural: Conceitos, políticas, instrumentos. Belo Horizonte: Annablume

Figueiredo, V. G. B. (2014). Cultural heritage, city, sustainability: what is the role of urban legislation in preservation and development. Ambiente & Sociedade, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 89-110.

IBGE (2016). Brasil em síntese: Manhumirim. Instituto Brasileiro de Geografia e Estastítica. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/mg/manhumirim/panorama>

Le Goff, J. (1990). História e memória. São Paulo: Editora Unicamp.

Lei municipal nº 1360, de 9 de outubro de 2006. Prefeitura Municipal de Manhumirim Dispõe sobre o Plano Diretor Participativo do Município de Manhumirim e dá outras providências. E-mail, Manhumirim.

Lei municipal nº 1517. Altera os limites do perímetro urbano da sede do Município de Manhumirim. Prefeitura Municipal de Manhumirim.

Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e de outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L0601-1850.htm>

Lei nº 12.040, de 28 de dezembro de 1995. Dispõe sobre a distribuição da parcela de receita do produto da arrecadação do ICMS pertencente aos municípios, de que trata o inciso II do parágrafo único do artigo 158 da Constituição Federal, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=2308>.

Pereira, N.; Machado, L. (2008). As políticas públicas para a preservação do patrimônio. Fórum Patrimônio, Belho Horizonte, v. 2, n. 1, p. 9-40.

Souza, V.; Pereira, F.; Brito, J. (2005). Rebocos tradicionais: principais causas de degradação. Engenharia Civil, Braga, n. 17, p. 5-18.

Stephan, I. I. C. (2009). Planos diretores em Minas Gerais: vinte anos de exigência constitucional. RISCO, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 46 – 56

Stephan, I. I. C.; Rocha, M. (2012). Análise da aplicação de seis planos diretores de pequenas cidades mineiras. XIV ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Anais... Juiz de Fora: ENTAC, 2012; UFJF.

UNESCO (1976). Recomendação de Nairóbi. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. Disponível em http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Recomendacao%20de%20Nairobi%201976.pdf

Vasconcellos, S. (1979). Arquitetura no Brasil: sistemas construtivos. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Viçosa e seu Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo pela oportunidade recebida

de conduzir o estudo, a CAPES pelo financiamento, a Prefeitura Municipal de Manhumirim por disponibilizar toda a legislação necessária para o trabalho e a Família Sanglard por permitir a utilização da Fazenda para fins de estudo de caso.

AUTORES

Arthur Zanuti Franklin, mestrando em arquitetura e urbanismo pelo Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Viçosa; arquiteto e urbanista (Universidade Federal de Viçosa). Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/6334002071855004

Ítalo Itamar Caixeiro Stephan, doutor em arquitetura e urbanismo (Universidade de São Paulo), mestre em *urban and rural planning* (*Dalhousie University*); arquiteto e urbanista (Universidade Federal do Rio de Janeiro); professor do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Viçosa. Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/1969773932624996

Luiz Fernando Reis, doutor em arquitetura (Universidade Federal do Rio de Janeiro), mestre em arquitetura (Universidade Federal do Rio de Janeiro); licenciado em desenho e plástica (Universidade Federal de Juiz de Fora); professor do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Viçosa. Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/2838812831967044

TerraBrasil 2018
Território e trabalho: a produção da arquitetura com terra no Brasil
VII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Rio de Janeiro-RJ (Brasil), 30 de outubro a 2 de novembro de 2018
http://redeterrabrasil.org

BIOARQUITETURA NA CHAPADA DIAMANTINA, BAHIA: UMA ALTERNATIVA DE MORADIA PARA OS MUNICÍPIOS DO PARQUE NACIONAL

Carolina Barreto Caldas da Costa

Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal da Bahia, Brasil, carolinabcc@gmail.com

Palavras-chave: autoconstrução, zona rural, bioconstrução, habitação

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo elaborar um instrumento que possa orientar as famílias que residem na zona rural dos municípios que compõem o Parque Nacional da Chapada Diamantina sobre o passo a passo para a aplicação de técnicas ecológicas e vernáculas de construção. A metodologia empregada foi executar um levantamento de campo aliado aos dados do censo de 2010 do IBGE, buscando compreender os métodos construtivos utilizados, principalmente, na zona rural da região. Com base nas informações obtidas, foram selecionadas técnicas de construção que solucionariam os problemas de saneamento e da desvalorização dos saberes construtivos locais. Foi percebido que os saberes construtivos de técnicas vernáculas de construção estão sendo desvalorizados e a maioria do esgotamento sanitário é feito através de fossa rudimentar. As técnicas de bioarquitetura são apontadas como uma alternativa para solucionar os problemas das habitações, direcionadas em sua maioria para a zona rural. Para semear essas técnicas, se faz necessário o auxílio de profissionais para instruir os construtores da região para que, a partir de mutirões de construção, a comunidade aprenda, valorize e perpetue estes conhecimentos. Essa difusão das técnicas de construção contidas na cartilha poderá ser um instrumento de valorização dos saberes construtivos tradicionais, além de proporcionar maior qualidade de vida para a população, com a melhoria das moradias e capacitação de novos construtores. A falta de políticas públicas para assistência técnica e autoconstrução, principalmente na zona rural, é um fator que dificulta a implementação da cartilha e a valorização das técnicas de bioarquitetura nas populações de baixa renda.

1. INTRODUÇÃO

A partir do estudo feito nos municípios que compõem o Parque Nacional da Chapada Diamantina, foi percebida a necessidade urgente de solucionar o saneamento básico da região e de proporcionar uma moradia confortável, em harmonia com o meio ambiente e acessível a todos. Através dos conhecimentos da bioarquitetura e das tradições construtivas vernáculas, é apresentada uma alternativa para as moradias, que corresponde às demandas do local.

Este trabalho consistiu em uma cartilha de autoconstrução, com técnicas de bioarquitetura, voltada para a população das cidades que compõem o Parque Nacional. Tem como intenção ser um instrumento de preservação da cultura construtiva local e de disseminação dos conhecimentos da bioarquitetura, que ainda são pouco acessíveis à maioria da população. É destinada a auxiliar na autoconstrução das moradias da região e primeiramente deve contar com a colaboração de assessores técnicos, que possam instruir os construtores de cada região para que, a partir de mutirões de construção, a comunidade aprenda, valorize e perpetue as técnicas apresentadas.

Nas zonas rurais, é muito grande a dificuldade de acesso físico e aquisitivo a bens materiais como móveis, equipamentos sanitários, etc. Desta forma, um dos objetivos da Cartilha é promover a autossuficiência desta população através da utilização de materiais naturais que estão disponíveis nas próprias localidades e da utilização de sistemas fechados de reaproveitamento de todos os recursos.

2. APROXIMAÇÃO – CHAPADA DIAMANTINA

A Chapada Diamantina é uma região de serras situada no centro do Estado da Bahia. Composta por 24 municípios em seu território de identidade (Chapada Diamantina, 2014), possui exuberantes atrativos naturais e forte potencial turístico. Conta com unidades de conservação em nível municipal, estadual e nacional, tendo como unidade principal o Parque Nacional da Chapada Diamantina, que abrange os municípios de Andaraí, Ibicoara, Itaetê, Lençóis, Mucugê e Palmeiras.

2.1 Características físicas do Parque Nacional da Chapada Diamantina

O Parque foi criado em 1985 e ocupa uma área de aproximadamente 152.400 ha. Seu principal objetivo é proteger amostras representativas da serra do Sincorá e preservar o ecossistema natural da região. A figura 1 mostra a distribuição física do Parque cujos percentuais são apresentados na tabela 1.

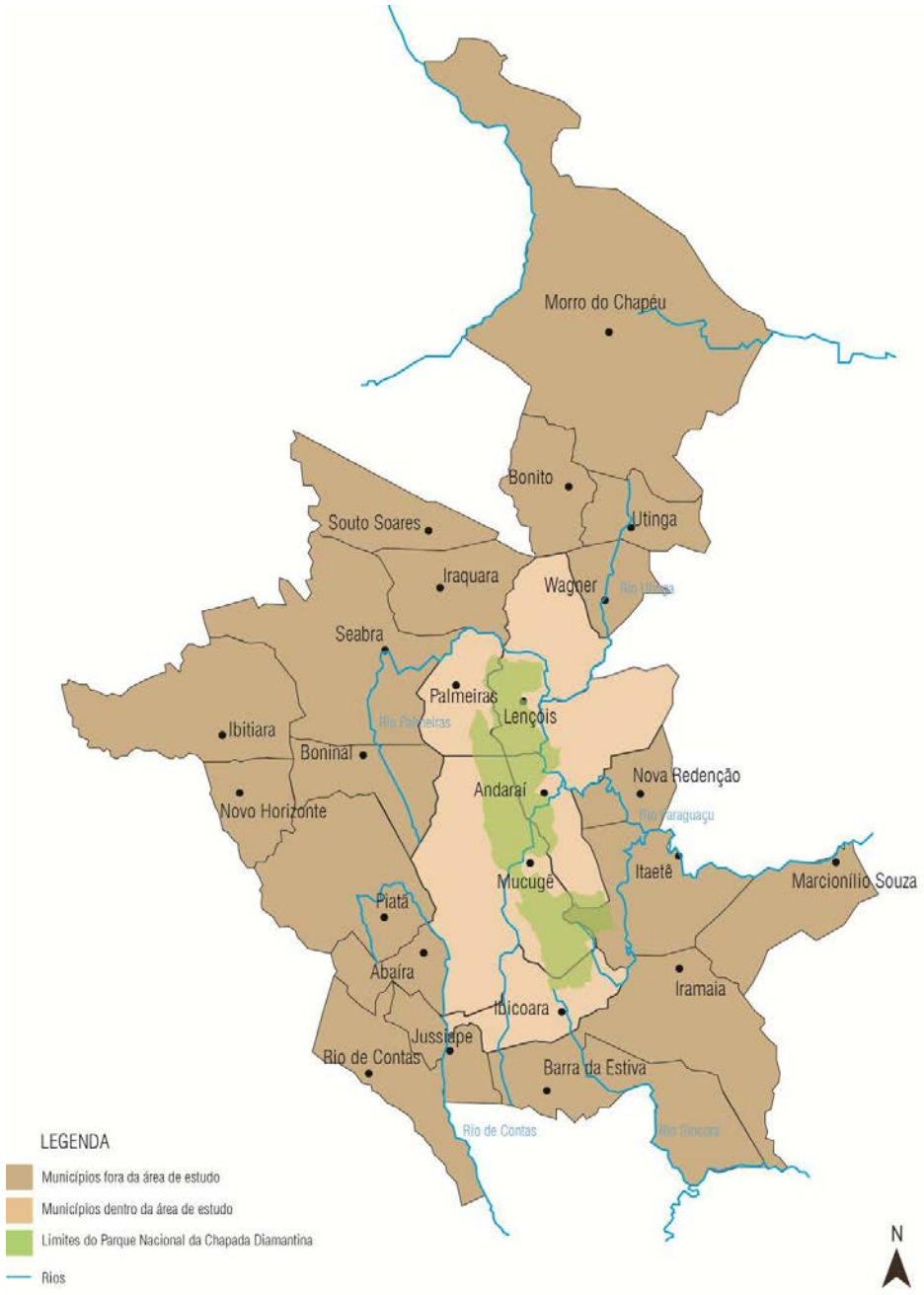


Figura 1. Mapa do território estudado e área de abrangência do Parque Nacional (elaborado a partir de dados constantes em Chapada Diamantina, 2014, e Plano de Manejo, 2007)

Tabela 1. Percentuais de abrangência do Parque entre os municípios (Plano de manejo, 2007, p.3)

Município	Área do Parque no município (%)	Área do município no Parque (%)
Andaraí	18,59	23,00
Ibicoara	2,69	1,84
Itaetê	0,18	0,14
Lençóis	18,42	14,58
Mucugê	32,38	54,47
Palmeiras	13,09	5,97

A região da Chapada Diamantina possui extrema importância hídrica, pois funciona como um grande reservatório de água no semi-árido. Suas nascentes formam os rios de Contas e Paraguaçu, cujas bacias estão totalmente inseridas no Estado da Bahia e formam as bacias dos rios Paramirim, Salitre e Jacaré, tributários da margem direita do rio São Francisco.

Além de estar inserido integralmente na bacia do rio Paraguaçu, o Parque Nacional possui em sua área incontáveis nascentes que descem da serra do Sincorá e drenam para fora dos seus limites. Estas nascentes alimentam diversos rios perenes, dentre eles o rio Paraguaçu, que nutre inúmeros municípios ao longo do seu percurso e abastece grande parte da população metropolitana de Salvador.

Mesmo com características de um “oásis” no sertão baiano, os rios e as nascentes da Chapada Diamantina não têm sido cuidados com a devida importância. Segundo dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008 (IBGE, 2008), dos 24 municípios do território de identidade, apenas nove contam com rede coletora de esgoto. Dessa forma, 63% das cidades da Chapada Diamantina dão destino inadequado aos seus resíduos sanitários.

Com o aumento populacional e a consequente elevação na geração de resíduos, a poluição das águas superficiais e subterrâneas intensifica-se, o que provoca a degradação da qualidade das águas que abastecem a população, sejam pequenos córregos, nascentes ou lençóis freáticos.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), dos municípios que compõem o Parque Nacional, apenas Lençóis apresentava, em 2010, percentagem maior dos domicílios que tinham o banheiro com esgotamento sanitário ligado à rede geral de esgoto ou pluvial, que é “quando a canalização das águas servidas e dos dejetos, proveniente do banheiro ou sanitário, estava ligada a um sistema de coleta que os conduzia a um desaguadouro geral da área, região ou município, mesmo que o sistema não dispusesse de estação de tratamento da matéria esgotada” (IBGE, 2010). Em Andaraí, Ibicoara, Itaetê, Palmeiras e Mucugê a percentagem maior do total de domicílios possuía esgotamento sanitário ligado a uma fossa rudimentar, que pode ser uma fossa negra, poço, buraco, etc.

Estes tipos de esgotamento sanitário são responsáveis pela contaminação das águas subterrâneas que retornam ao consumo dos moradores, já que a água para consumo é tratada nas sedes municipais, mas nos distritos e povoados o abastecimento residencial é, normalmente, feito diretamente pelos rios, córregos, poços ou cisternas, o que aumenta consideravelmente a possibilidade de contaminação por doenças se essas fontes forem poluídas.

Nesse contexto faz-se extremamente necessário um sistema de esgotamento sanitário não poluente, condizente com as características de uma região altamente rica em recursos naturais que faz parte de um Parque Nacional, de modo que o meio ambiente seja preservado e seus habitantes possam ter mais qualidade de vida.

2.2 Características das moradias

Após a análise da tipologia habitacional da região percebeu-se que, nos núcleos urbanos dos municípios que compõem o Parque Nacional as habitações, predominam edificações térreas, com plantas retangulares, lotes estreitos e profundos, feitas com estrutura de madeira e vedação de adobe, taipa de mão ou pedra. As fachadas apresentam portas e janelas em arcos plenos, arcos abatidos e apontados e são lindeiras à rua. Poucas casas apresentam recuos laterais ou frontais e geralmente possuem quintal na parte posterior do lote. As habitações das áreas rurais (figura 2) seguem características construtivas similares, tendo a principal diferença na implantação da casa no lote, pois, geralmente, possuem lotes maiores e são inseridas no meio do terreno, com espaços consideráveis entre uma casa e outra, o que permite aberturas nas fachadas laterais e espaço de "roça" dedicado à agricultura familiar. As famílias nas áreas rurais geralmente não possuem os mesmos recursos financeiros das famílias das áreas urbanas (figura 3), e o acesso aos materiais de construção e bens moveis é dificultado também pela distância dos centros dos municípios. Este panorama se reflete nas habitações, que, feitas de taipa de mão e adobe, muitas vezes não têm os cuidados e acabamentos necessários à sua eficiência.

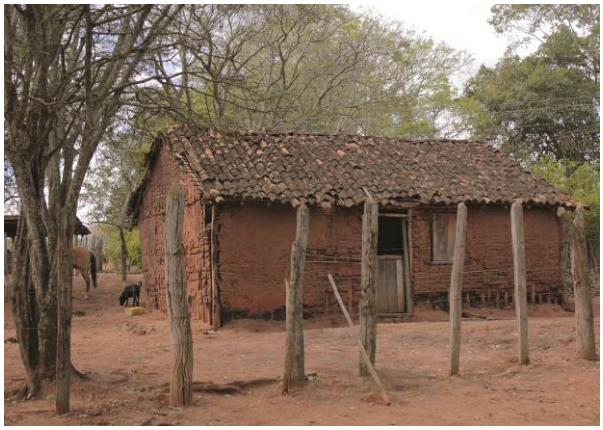


Figura 2. Casa de taipa na zona rural de Iraquara (crédito: C. Costa, 2014)



Figura 3. Casas na zona urbana de Palmeiras (crédito: C. Costa, 2015)

A arquitetura vernácula é bastante presente na Chapada Diamantina, com técnicas e saberes característicos. Os métodos construtivos são passados de geração para geração, e em qualquer cidade ou povoado, encontram-se facilmente grandes mestres construtores. Como o solo da região é adequado para construção, praticamente em todo território utiliza-se a terra como principal material construtivo. Ela é utilizada nos pisos, de terra batida, na vedação das paredes, taipa de mão ou adobe, nos revestimentos e até em alguns móveis. Quando aquecida em temperaturas elevadas nas inúmeras olarias da região, ou no próprio forno feito no terreno, é utilizada como tijolo cerâmico, localmente chamado de "adobinho", telhas, pisos cerâmicos e utensílios.

O trabalho em mutirão para construção de habitações populares é comum nas cidades e povoados da Chapada Diamantina. O conhecimento das técnicas construtivas tradicionais é amplo e, praticamente, em todas as casas nas áreas rurais há uma fôrma para produzir adobe. Esse conhecimento infelizmente está se perdendo, pois existe uma desvalorização das técnicas construtivas tradicionais pela pressão da indústria, influência da mídia e mitos que relacionam as construções com terra e materiais naturais à pobreza.

3. A CARTILHA COMO ALTERNATIVA

A partir da observação dos saberes construtivos culturais e tendo em vista uma possível solução para os problemas de saneamento observados nas moradias da região, principalmente as da zona rural, uma cartilha foi elaborada para servir como um guia de construção alternativa com algumas técnicas de bioarquitetura que mais se adéquam às

necessidades e características dos municípios que compõem o Parque Nacional da Chapada Diamantina. Foi produto do trabalho final de graduação do Curso de Arquitetura e Urbanismo e é direcionada às famílias que desejam construir uma casa confortável, em harmonia com o meio ambiente, utilizando materiais locais e com o menor custo possível. A Cartilha ainda não foi distribuida à população, pois não possui nenhum tipo de apoio ou parceria para sua publicação.

A Cartilha, elaborada a partir de bibliografias relacionadas ao tema e experiências práticas, orienta passo a passo o procedimento para a aplicação de técnicas ecológicas de construção. Para que as famílias mais carentes possam ter acesso ao conteúdo apresentado, deve contar inicialmente com o auxílio de assessores técnicos, que possam instruir os diversos construtores de cada região para que, a partir de mutirões de construção, a comunidade aprenda, valorize e perpetue estes conhecimentos.

A princípio, a Cartilha pode ser aplicada para a construção de uma moradia ou de uma sede comunitária, construída por mutirão com a comunidade e que possam servir de modelo para disseminar as técnicas indicadas a partir desta vivência. Os conhecimentos apresentados na Cartilha são divididos em dois temas básicos: construção com terra e saneamento. Estão focados em solucionar as demandas socioambientais da região e proporcionar maior autossuficiência para a população.

3.1 Construção com terra

O capítulo da Cartilha sobre construção com terra traz os seguintes tópicos: adobe (figura 4), taipa de mão (figura 5), taipa de pilão, terra ensacada, tintas naturais, piso, reboco fino, forno e fogão a lenha. Todas as técnicas presentes são apropriadas para construir na região: algumas já são conhecidas da população local, outras nem tanto. A utilização dessas técnicas faz com que a construção possa ser barateada e promover melhor conforto térmico para os seus usuários.



Figura 4. Diagramação das duas primeiras páginas da cartilha sobre adobe (Costa, 2016)



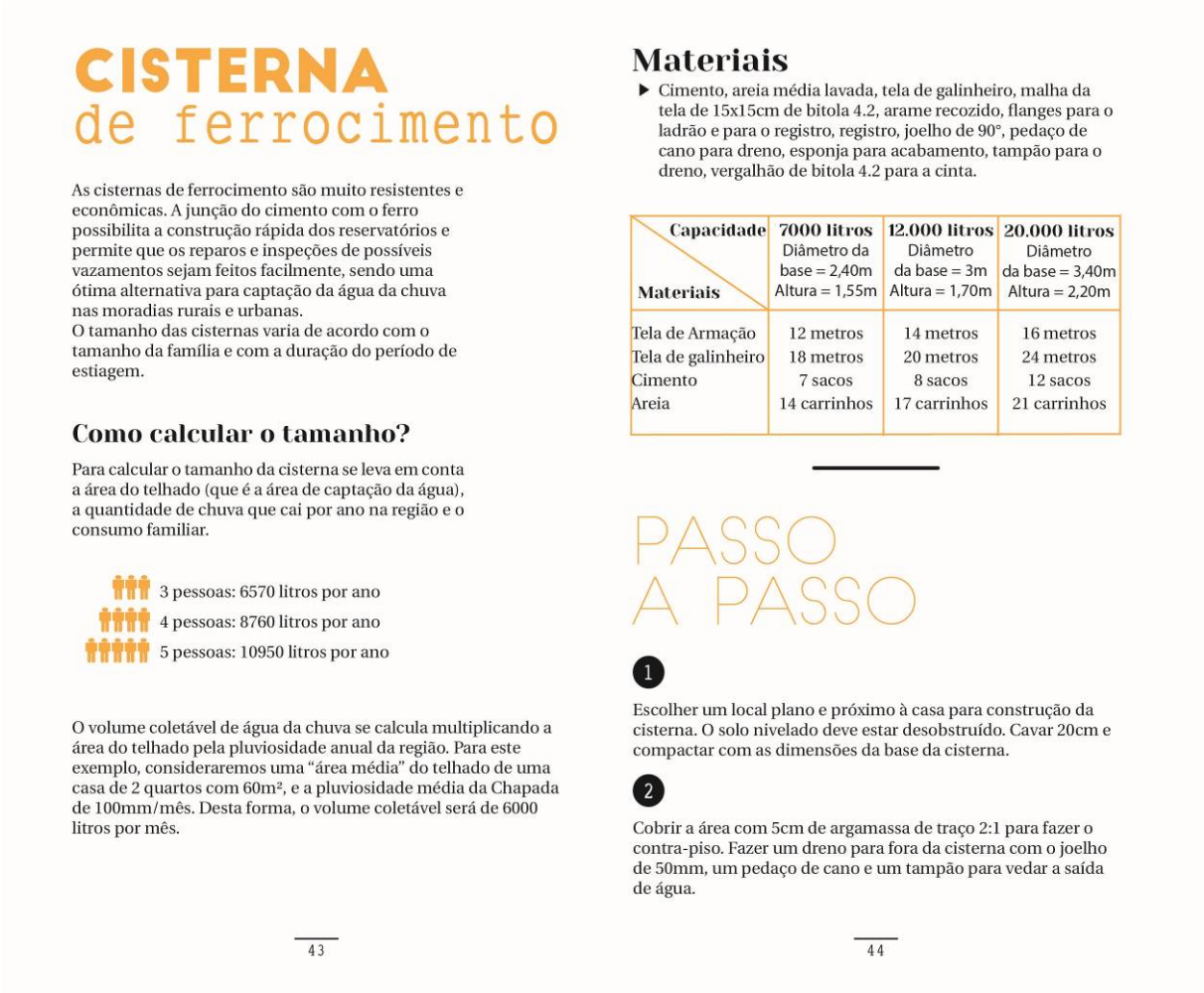
Figura 5. Diagramação das duas primeiras páginas da cartilha sobre taipa (Costa, 2016)

Na construção dos primeiros vilares da Chapada Diamantina, o uso da terra era bastante empregado como material de construção. É comum encontrar um molde para fazer adobe guardada nas casas da região, já que a terra é adequada para construir. Essas técnicas foram passadas de geração para geração, mas este costume começou a ser deixado de lado com industrialização dos tijolos cerâmicos, que transformou o morar em uma casa de terra em sinônimo de pobreza. Esta situação apresenta-se até a atualidade, embora esteja começando a ser revertido com a valorização das técnicas construtivas pelo seu valor ambiental e pela conscientização da sua qualidade como material de construção.

3.2 Saneamento

O outro capítulo fundamental da Cartilha é o que trata do saneamento. Neste foram inseridos os seguintes tópicos: cisterna de ferrocimento (figura 6), esgoto, sistemas de tratamento de águas negras (canteiro bioséptico e banheiro seco), sistema de tratamento de águas cinzas e lixo.

Enfatizou-se a necessidade de armazenar a água da chuva como valioso recurso natural que pode ser facilmente coletado para sua utilização em diversos fins. Em locais com períodos intensos sem chuvas, como no caso de alguns municípios dentro da região estudada, o armazenamento da água de chuva é imprescindível porque garante o mínimo de abastecimento para os meses de seca. A água da chuva pode ser utilizada para consumo próprio, para produção de alimentos e criação de animais, o que amplia a capacidade produtiva das famílias nas zonas de seca e pode gerar excedentes para comercialização nas feiras das cidades.



CISTERNA
de ferrocimento

As cisternas de ferrocimento são muito resistentes e econômicas. A junção do cimento com o ferro possibilita a construção rápida dos reservatórios e permite que os reparos e inspeções de possíveis vazamentos sejam feitos facilmente, sendo uma ótima alternativa para captação da água da chuva nas moradias rurais e urbanas.
O tamanho das cisternas varia de acordo com o tamanho da família e com a duração do período de estiagem.

Como calcular o tamanho?

Para calcular o tamanho da cisterna se leva em conta a área do telhado (que é a área de captação da água), a quantidade de chuva que cai por ano na região e o consumo familiar.

3 pessoas: 6570 litros por ano
4 pessoas: 8760 litros por ano
5 pessoas: 10950 litros por ano

O volume coletável de água da chuva se calcula multiplicando a área do telhado pela pluviosidade anual da região. Para este exemplo, consideraremos uma "área média" do telhado de uma casa de 2 quartos com 60m², e a pluviosidade média da Chapada de 100mm/mês. Desta forma, o volume coletável será de 6000 litros por mês.

43

Materiais

- Cimento, areia média lavada, tela de galinheiro, malha da tela de 15x15cm de bitola 4.2, arame recozido, flanges para o ladrão e para o registro, registro, joelho de 90°, pedaço de cano para dreno, esponja para acabamento, tampão para o dreno, vergalhão de bitola 4.2 para a cinta.

Capacidade / Materiais	7000 litros Diâmetro da base = 2,40m Altura = 1,55m	12.000 litros Diâmetro da base = 3m Altura = 1,70m	20.000 litros Diâmetro da base = 3,40m Altura = 2,20m
Tela de Armação	12 metros	14 metros	16 metros
Tela de galinheiro	18 metros	20 metros	24 metros
Cimento	7 sacos	8 sacos	12 sacos
Areia	14 carrinhos	17 carrinhos	21 carrinhos

PASSO A PASSO

1

Escolher um local plano e próximo à casa para construção da cisterna. O solo nivelado deve estar desobstruído. Cavar 20cm e compactar com as dimensões da base da cisterna.

2

Cobrir a área com 5cm de argamassa de traço 2:1 para fazer o contra-piso. Fazer um dreno para fora da cisterna com o joelho de 50mm, um pedaço de cano e um tampão para vedar a saída de água.

44

Figura 6. Diagramação das duas primeiras páginas da cartilha sobre cisterna de ferrocimento (Costa, 2016)

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Cartilha pode ser um forte instrumento de melhoria na qualidade das moradias da zona rural da Chapada Diamantina. Além de valorizar e incentivar o uso da terra como material de construção, insere novas técnicas e enfatiza os cuidados necessários para conservação da edificação. A falta de políticas públicas para assistência técnica e autoconstrução, principalmente na zona rural, é um fator que dificulta sua implementação, já que se faz necessário, de início, um apoio mínimo de assessores técnicos com as comunidades locais para ajudar na compreensão do instrumento e orientar na construção das edificações, principalmente com a questão do saneamento, dado que algumas técnicas divulgadas ainda são desconhecidas para a população.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Chapada Diamantina (2014). Estatísticas dos Municípios Baianos, v.4, n.2. Salvador: Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia

Costa, C. (2016). Bioarquitetura na Chapada Diamantina: uma alternativa de moradia para os municípios do Parque Nacional. Salvador. Disponível em: https://issuu.com/carolinab.c/docs/cartilha_completa__1_

IBGE (2008). Pesquisa nacional de saneamento básico 2008. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: https://ww2.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/imprensa/ppts/0000000105.pdf

IBGE (2010). Base de informações do censo demográfico 2010: resultados do universo por setor

censitário. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/redeipea/images/pdfs/base_de_informacoess_por_setor_censitario_universo_censo_2010.pdf

Plano de manejo (2007). Parque Nacional da Chapada Diamantina. Brasília: Instituto Chico Mendes, Ministério do Meio Ambiente

AUTORES

Carolina Barreto Caldas da Costa, pós-graduanda em assistência técnica e direito à cidade pela Universidade Federal da Bahia; arquiteta e urbanista; fundadora do consultório CLIP Arquitetura. Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/1359886531428243

TerraBrasil 2018
Território e trabalho: a produção da arquitetura com terra no Brasil
VII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Rio de Janeiro-RJ (Brasil), 30 de outubro a 2 de novembro de 2018
http://redeterrabrasil.org

CANTEIRO ABERTO CANTO DO URUTAU: OCUPAÇÃO E RECUPERAÇÃO PÓS-ATIVIDADE MINERADORA EM ÁGUAS DA PRATA, SÃO PAULO

Renata do Carmo Mora Alves[1]; Rosana Soares Bertocco Parisi[2]

Curso de Arquitetura e Urbanismo, PUC Minas, Poços de Caldas, MG, Brasil

[1]cmalves.renata@gmail.com; [2]rosanaparisi84@gmail.com

Palavras-chave: bioconstrução, permacultura, agrofloresta, terra, bambu

Resumo

O trabalho apresenta uma proposta de ocupação e recuperação para a Fazenda Canto do Urutau, situada na zona rural de Águas da Prata, onde ocorre atividade mineradora desde 1930. A paisagem montanhosa da vizinhança do núcleo minerador de Poços de Caldas (distante 13 km do local estudado) foi drasticamente alterada pelo extrativismo desde o século passado, resultando num cenário constituído de retalhos de mata nativa, áreas de degradação e solo exposto, além de grandes superfícies de plantio de eucalipto. Deste modo, idealiza-se, a título de um trabalho acadêmico de conclusão de curso, um plano de ocupação para uma área de 16,35 hectares de solo degradado, baseado em conceitos de bioconstrução, permacultura e agrorreflorestamento. Além disso, demonstra-se que é possível construir as diversas estruturas componentes do programa de necessidades para o local, que envolve ensino, hospedagem, moradia, lazer e produção de alimentos com sistemas predominantemente à base de terra e bambu. A concepção do espaço baseia-se nos princípios da permacultura. Assim, após a revisão bibliográfica das técnicas bioconstrutivas, tratamento de resíduos e agricultura sintrópica, foram realizados estudos de topografia, insolação, ventilação e outros, de modo a definir a implantação das atividades principais do programa, permitindo a distribuição do restante das estruturas conforme as seis zonas da permacultura. Em seguida, definiram-se as diretrizes de construção das edificações com adobes, BTC, terra ensacada, taipa de pilão, taipa de mão, COB e bambu, atendendo às necessidades de conforto térmico e acústico. Concebido como um “canteiro aberto” em que a construção do espaço se dará simultaneamente ao local se tornar frequentado e ocupado, o complexo proposto para a referida fazenda representa uma contribuição para a multiplicação de instituições a serviço do ensino e aplicação de técnicas de baixo impacto para o desenvolvimento sustentável, uma vez que oferece um ambiente experimental que proporcionará a formação de profissionais aptos a aplicar tais tecnologias construtivas.

1. INTRODUÇÃO

No mundo globalizado atual o compartilhamento de informações, tecnologias, bens e serviços tornou-se algo comum em escala mundial, de modo que uma grande quantidade de objetos, serviços, materiais e outros podem ser feitos da mesma forma em quase qualquer lugar do mundo.

Com a construção civil, o quadro não se apresenta de modo diferente. A popularização de sistemas construtivos como o concreto armado, o aço e as peças pré-moldadas tornam-se cada vez mais frequente, sendo que a observação individual de um edifício, muitas vezes, não permite identificar nenhum elemento que indique em que parte do mundo o mesmo está implantado.

Este fato apresenta-se como um problema quando avaliado na perspectiva do modo de produção que resulta na massificação de padrões a serem atendidos. Os principais sistemas construtivos representam grande impacto ambiental, exploração de recursos naturais em escalas insustentáveis e enorme gasto de energia desde sua fabricação até a real utilização em obra.

Para Edwards (2005, p.3),

> a indústria da construção civil consome 50% dos recursos mundiais, convertendo-se em uma das atividades menos sustentáveis do planeta. No entanto, nossa vida cotidiana desenvolve-se em ambientes edificados: vivemos em casas, viajamos sobre estradas, trabalhamos em escritórios e nos sociabilizamos em bares e restaurantes. A civilização contemporânea depende de edificações para seu resguardo e sua existência, mas nosso planeta não é capaz de continuar suprindo a atual demanda de recursos. Evidentemente, algo deve ser mudado nesse aspecto e os arquitetos e designers têm uma grande responsabilidade nesse processo.

Entretanto, apesar de esquecidos e por vezes questionados, existem muitos outros métodos construtivos que equivalem como alternativa ao padrão atual, constituindo modelos seguros e de menor impacto ambiental, e que apresentam maiores benefícios em termos de conforto ambiental, térmico, acústico e sensitivo aos ocupantes das edificações.

O cenário de globalização de conhecimentos, recursos, tecnologias e matérias-primas também se estende aos problemas ambientais, esgotamento de recursos, depreciação da qualidade de vida, minoração da diversidade de alimentos, produção excessiva de lixo, esgotamento de recursos naturais, entre os problemas enfrentados pela civilização moderna, conforme Gauzin-Muller (2011, p.26).

Neste contexto, uma consequência visível do modelo atual na região em estudo é a mudança drástica da paisagem natural das montanhas, que foram devastadas por abrangente exploração do solo para retirada de minerais, tais como a bauxita e zircônio, utilizados em diversas áreas de produção industrial. Como parte do problema estão os retalhos de terra degradada após o término do extrativismo no local. Na maioria das vezes, os donos das terras optam pelo plantio de eucalipto, planta exótica e invasora, de crescimento rápido e lucrativo em curto prazo.

No caso da Fazenda Canto do Urutau, onde se localiza a presente proposta como um trabalho acadêmico de conclusão de curso, que se pretende ter continuidade como projeto de pesquisa, sua localização e relevo podem ser observados na figura 1; nenhuma medida de reflorestamento foi ainda realizada, devido ao contrato de direito de exploração do solo vigente, que beneficia uma empresa mineradora, e ainda tem duração de mais 11 anos, apesar da atividade extrativista já ter sido encerrada há mais de uma década.



Figura 1. Localização e relevo da Fazenda Canto do Urutau (crédito: R.C.M Alves, 2017)

Sendo assim, torna-se clara a necessidade do resgate ao conhecimento enraizado e a busca pela disseminação de métodos de ocupação e edificação de espaços que não só reduzam o impacto causado ao meio ambiente, como busquem a recuperação das áreas já degradadas e o convívio harmonioso entre as diferentes espécies que habitam cada ecossistema. Para tal, faz-se necessária a criação de espaços que exemplifiquem

alternativas à ocupação humana como são conhecidas, assim como centros de capacitação dos profissionais responsáveis pela produção de tais espaços, visando dar andamento à caminhada da humanidade rumo ao equilíbrio ecológico e desenvolvimento sustentável.

Partindo desta premissa, procura-se exemplificar uma alternativa de ocupação que combina a recuperação do solo, o cuidado das pessoas e de sua comunidade, e expansão do estudo e práticas que contribuem para diminuição do impacto ambiental na região.

2. OBJETIVOS

Espera-se, através das propostas elencadas, promover a recuperação do solo degradado, a produção de alimentos orgânicos agroflorestais, e a configuração do local como um modelo de ocupação do solo e aplicação de sistemas bioconstrutivos. Para tal fim, pretende-se:

• Elaborar um plano de ocupação da área de maneira a exemplificar sua replicabilidade em outros locais;

• Projetar, como estudo preliminar, um centro de estudos capaz de atender o público interessado na pesquisa e aplicação de tecnologias não convencionais visando o desenvolvimento sustentável, de modo que a construção do espaço possa ser sincronizada com os cursos a serem realizados no local, permitindo a expansão da infraestrutura conforme a necessidade dos usuários.

3. ESTRATÉGIA METODOLÓGICA

Toda a proposta é baseada nos três princípios éticos e 12 princípios de design da permacultura, definidos por Holmgren (2013). As atividades a serem inseridas no local foram divididas em cinco grupos: moradia e estadia; estudo e pesquisa; produção de alimentos; convivência; e manutenção do espaço, e pretendem atender aos três princípios éticos – cuidar da terra, cuidar das pessoas e a partilha justa. Sua disposição no terreno e funcionamento pretende atender aos 12 princípios de design e às seis zonas de manejo da permacultura.

Como consequência, o projeto completo é composto pelos seguintes elementos que aplicam tais princípios:

• Cuidar da terra: sistema de agrofloresta em todos os níveis de manejo para recuperação natural do solo e reflorestamento de mata nativa, propiciando o retorno da fauna nativa dispersada.

• Cuidar das pessoas: planejar e construir ambientes saudáveis e confortáveis, aumentando a qualidade de vida de seus usuários, e permitir a extensão de seus benefícios para a comunidade.

• Partilha justa: produção de alimentos para consumo local e distribuição para as cidades vizinhas, somada ao cultivo de mudas para expansão do reflorestamento da região, através de doação de mudas nativas para a população em geral, permitindo que a recuperação do ecossistema possa acontecer no somatório de quintais do contexto urbano e rural. Além disso, as atividades propostas e a forma como sua construção deverá acontecer, permitem a partilha do conhecimento e a aprendizagem consciente.

• Princípios de design:

1. Observe e interaja: realizar a análise criteriosa do ambiente, permitindo o desenvolvimento do conceito de ocupação simultânea à construção do espaço.
2. Capte e armazene energia: promover a geração de energia elétrica através de placas solares instaladas em diversos pontos do terreno, conforme melhor desempenho, para alimentar todo o complexo.

3. Obtenha rendimento: produzir alimentos para comercialização e serviços oferecidos aos visitantes, como alimentação, hospedagem, turismo, cursos e eventos, além da geração de dezenas de vagas para empregar a população local.
4. Pratique a auto-regulação e aceite feedback: realizar o tratamento de resíduos, promovendo a contenção de pragas através da regulação do ecossistema e retorno de fauna nativa, além do acompanhamento e reajuste das etapas de ocupação pela equipe do Centro de Estudos.
5. Use e valorize os serviços e recursos renováveis: escolher sistemas construtivos à base de terra e bambu, a geração de energia fotovoltaica, o tratamento de resíduos e reutilização de água pluvial e tratada *in loco*. Além disso, é claro, obter a rentabilidade da terra através do sistema autossustentável de produção de alimentos por agrofloresta.
6. Não produza desperdícios: incentivar a utilização de matérias locais para a construção dos edifícios e tratamento de resíduos e produção de adubo orgânico para manejo do plantio.
7. Design partindo de padrões para chegar aos detalhes: utilizar como princípio a proporção áurea no desenvolvimento do projeto do centro de estudos proposto.
8. Integrar ao invés de segregar: compartilhar o conhecimento, integração visual de todos os ambientes do complexo, integração entre moradores locais e comunidade, além de ambientes de acolhimento de visitantes, tais como hospedagem, interação social, alimentação e lazer.
9. Use soluções pequenas e lentas: planejar a ocupação passo-a-passo, buscando viabilidade e expansão radial dos processos de recuperação ambiental.
10. Use e valorize a diversidade: incentivar a aplicação de agricultura sintrópica, que utiliza plantio conjunto de uma diversidade de espécies vegetais de diferentes portes, além da combinação de diversas técnicas de construção de baixo impacto ambiental em todas as edificações.
11. Use as bordas e valorize os elementos marginais: definir a localização para agrofloresta mais densa, escolhida no limite sul do terreno, com objetivos específicos de implantação, somada à composição de um parque linear, de maneira a integrar o córrego que marca o limite norte do terreno (a ser em breve apresentado).
12. Use criativamente e responda às mudanças: aplicar a criativa das técnicas construtivas e aprendizagem de novos sistemas durante execução dos projetos e avalição pós-ocupação.

4. CANTEIRO ABERTO “CANTO DO URUTAU”

A opção por definir a ocupação do local como um “canteiro aberto” se deu devido a busca por reforçar a identidade do projeto como um modelo em constante transformação, estabelecendo-se como um empreendimento que se constrói à medida que mais pessoas se envolvem em sua proposta e contribuem para sua execução, em troca de aprendizado e experiência pessoal de capacitação em cursos práticos.

Sendo assim, o programa de ocupação do terreno não somente deve atender às necessidades do ambiente, como também contemplar diretrizes de roteiro de construção, de modo a permitir que o local ofereça infraestrutura suficiente para receber os participantes de sua estruturação, permitindo que o projeto se execute, em grande parte, em regime de mutirão.

Este tipo de processo construtivo baseia-se no modelo aplicado na maioria dos centros e comunidades que desenvolvem suas atividades dentro dos mesmos conceitos que os propostos para a fazenda em questão, e busca oferecer a possibilidade da montagem de cursos de bioconstrução, com técnicas construtivas de baixo impacto para o meio ambiente e plantio que englobem tanto a parte teórica do assunto, quanto ao ensino da prática,

observando-se as dificuldades, os preparativos e as dúvidas que envolvem a execução de tal tarefa.

4.1 Programa de necessidades

O programa divide-se em cinco grupos principais de atividades dentro do Canteiro, sendo elas: moradia e estadia; estudo e pesquisa; produção de alimentos; convivência; e manutenção do espaço. Cada grupo contém as seguintes estruturas:

a) Moradia e estadia – atividades de camping, vestiários, cozinha comunitária, alojamento e ecovila, com área total estimada de 1420 m².

b) Centro de estudos – espaços para recepção, salão multiuso, depósito de materiais, mirante, área de exposições, biblioteca, sanitários, depósito de materiais de limpeza (DML), atelier de projetos, canteiro experimental externo, laboratório de materiais, administração e jardins internos, com área total estimada de 1450 m².

c) Produção de alimentos - espaços para hortas, pomares, agrofloresta, estufas e banco de sementes, fungicultura, restaurante, mercado e silos, com área total estimada de 70750 m².

d) Convivência – ambientes de praça, parque e píer na represa, com área total estimada de 30200 m².

e) Manutenção do espaço – espaços para depósitos de ferramentas, recepção/administração, círculo de bananeiras e wetlands, com área total estimada de 360 m².

4.2 Plano de ocupação

Abordam-se, de maneira ampla, os pontos de estruturação da execução do programa de necessidades apresentado, acompanhados de diretrizes iniciais para a construção dos espaços. Vale destacar que as estruturas existentes no local servirão de suporte para a construção das novas áreas, de modo que o início das obras de ocupação deve-se dar nas proximidades de tais locais, buscando viabilizar o desenvolvimento do projeto. A figura 2 mostra o local de implantação de cada estrutura.

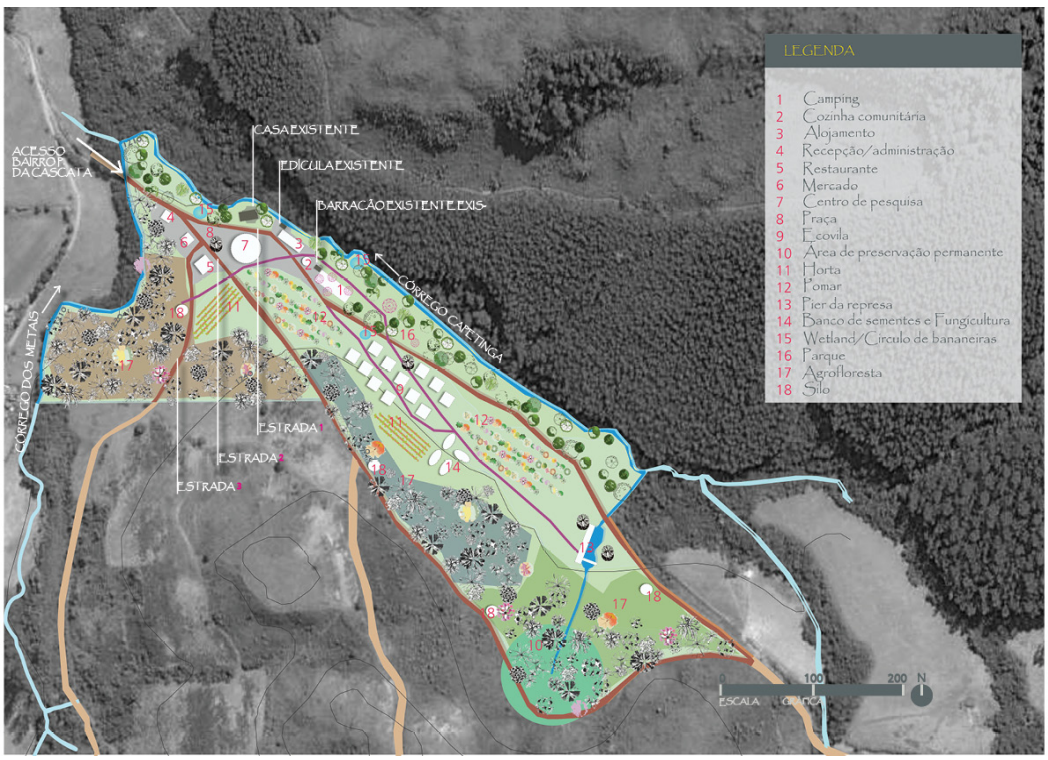


Figura 2. Implantação geral do Plano de Ocupação (crédito: R.C.M. Alves, 2017)

Estrada 1 – leito carroçável de principal estruturação da ocupação do terreno, a ser fechado somente para uso local.

Estrada 2 – principal acesso para a entrada e saída de ferramentas, mantimentos e produtos. Esta estrada servirá de acesso a propriedades situadas adiante, de modo que seu trânsito não poderá ser restrito aos usuários da Fazenda Canto do Urutau.

Estrada 3 – eixo principal de estruturação das futuras expansões do projeto.

Camping (1) – primeira área a ser preparada, de modo a receber alunos para os cursos de construção do local. O solo será aplainado e uma estrutura será construída a fim de proteger as barracas. Além disso, serão construídos banheiros e vestiários. Diretrizes: estrutura da cobertura do Camping deverá ser executada em bambu; banheiros secos com acesso através de rampas; água dos chuveiros e pias direcionadas para tratamento.

Cozinha comunitária (2) – segunda estrutura a ser construída. Área próxima ao camping de modo a atender os usuários. A cozinha deverá ser ampla e bem arejada, com áreas externas para as mesas do refeitório. Diretrizes: base bem isolada de umidade, construída com técnica de melhor fixação de revestimentos, como a terra ensacada ou alvenaria de BTC (preferencialmente, para facilitar passagem de encanamento); estrutura da cobertura de bambu, com previsão de aberturas para ventilação (ex: tipo geodésica), estendida para fora do perímetro da cozinha, de modo a criar áreas de refeitório. A água da pia também será destinada para tratamento.

A partir deste ponto, todas as outras estruturas do programa serão construídas de acordo com a disponibilidade de profissionais para ministrar os cursos de construção de cada técnica utilizada, assim como as áreas de plantio, caminhos de acesso, áreas de tratamento de resíduos e barracões de armazenamento de ferramentas serão criados de acordo com a expansão do projeto, sempre priorizando o desenvolvimento de acordo com a demanda de uso do local.

Alojamento (3) – com 12 dormitórios coletivos, área para convivência na varanda e banheiros de uso coletivo. A preparação de alimentos para os hospedados no alojamento deve acontecer juntamente dos hóspedes da área de camping, na cozinha comunitária localizada ao lado. Diretrizes: construção com técnica que permita paredes espessas, a fim de controlar a temperatura no interior dos dormitórios (ex: terra ensacada, taipa de pilão e COB);

Recepção/administração (4) – esta estrutura deve permitir integração visual entre exterior e interior a fim de atrair os visitantes a conhecê-la, espelhando, assim, a intenção proposta para todo o projeto do Canteiro Aberto. A edificação deve ser atraente e criativa. Diretrizes: o projeto pode priorizar a utilização da técnica do COB, que permite maior liberdade de forma e desenhos nos elementos verticais, associado à taipa de mão, trazendo leveza para a estrutura de modo geral, além do uso do vidro para garantir permeabilidade visual.

Restaurante (5) – está localizado em cota mais alta do que as estruturas ao redor, e deve funcionar também como café. Tem acesso através das estradas 2 e 3, além de escadas e rampas integradoras do sistema de circulação. O restaurante deve funcionar não somente para atendimento de público externo. Diretrizes: a priorização no projeto deve ser por técnicas que garantam maior estabilidade das paredes, devido ao uso que se dará ao teto da construção, como a taipa de pilão e a terra ensacada; para a cobertura propõe-se terraço-jardim e teto-verde, dando espaço para um mirante, uma área externa de mesas e uma horta de temperos para o restaurante; banheiros convencionais direcionados para tratamento, ou banheiros secos, e água das pias direcionada para tratamento.

Mercado (6) – funcionará como ponto principal de comercialização e troca de produtos produzidos pela fazenda, atendendo não somente o bairro vizinho, como compradores de todas as cidades da região. Sua localização foi escolhida estrategicamente, de modo a permitir fácil abastecimento pela Estrada 2, a principal rota de entrada e saída de caminhões para atender a agrofloresta; além disso, encontra-se logo na entrada da Fazenda, de modo a facilitar o acesso do público que deseja comprar os produtos, mas não necessariamente

está ali para participar de atividades no Canteiro Aberto ou na Ecovila. Diretrizes: o projeto do mercado deverá priorizar a segurança da área de armazenamento dos alimentos, prevenindo que estes sejam estragados por excesso de umidade ou sol, ataque de roedores, insetos, etc. Para tal efeito deve-se utilizar, por exemplo, adobes ou preferencialmente o BTC, que garante encaixes precisos e estabilidade, além de serem autoportantes. No telhado da construção deverá ser empregado o teto-verde, para plantio de temperos para comércio; Banheiros convencionais direcionados para tratamento, ou banheiros secos, e água das pias direcionada para tratamento.

Centro de Pesquisa (7) - este deve ser o edifício mais marcante de todo o complexo. Sua localização estratégica assinala o coração do Canteiro Aberto, compondo o ponto de referência para os usuários transitórios do local. Além de funcionalidade e compreensão de seu papel como espaço de aprendizagem e pesquisa, a construção deve ser inspiradora e reflexo de harmonia. Diretrizes: o projeto deve ser elevado do solo, seguindo o relevo, para que o impacto no terreno seja o menor possível; o salão principal a ser utilizado tanto como local para palestras e aulas, como para eventos, apresentações, conferências ou reuniões diversas que por ventura possam ocorrer no espaço; a técnica construtiva deve priorizar a estabilidade da estrutura e a exploração de elementos estéticos, instigando a criatividade e possibilitando constantes aprimoramentos (como, por exemplo, a combinação de BTC e taipa de pilão nos pontos principais da estrutura, e a combinação de bambu, COB e taipa de mão para a criação de elementos de maior apelo visual); banheiros convencionais direcionados para tratamento, ou banheiros secos, e água das pias direcionada para tratamento; O laboratório e atelier de projetos devem ter conexão direta com canteiros externos para ensaios e estudos.

Praça (8) - este espaço funcionará como integrador de ambientes, garantindo fácil mobilidade entre locais de estadia, alimentação e estudo. Além de criar ambientes de convívio para os usuários, conterá espaços para leitura e realização de atividades ao sol. Nesta praça se encontra o anfiteatro do Canteiro Aberto. A proposta para este local é de combinar ambientes naturais, confortáveis e locomoção, a fim de permitir que o traslado entre os edifícios de atendimento ao público seja confortável, devido aos desníveis do terreno. Diretrizes: espaço deve ser pensado como uma praça natural em desnível, priorizando o bom funcionamento da circulação; A movimentação de terra necessária deve ser destinada à utilização em técnicas de construção de outros ambientes do Canteiro Aberto.

Ecovila (9) - este é o espaço dedicado à construção das 12 casas do complexo. As casas terão três tipos para abrigar famílias grandes e pequenas. O acesso se dará através da Estrada 1, de uso restrito aos usuários da Fazenda. As casas serão locadas em diferentes cotas, de modo a garantir espaço privativo para cada habitação, dentro da comunidade. A localização da ecovila no centro do terreno é estratégica, pois permite um cotidiano mais reservado aos moradores e usuários permanentes do Canteiro Aberto, devido à distância entre as casas e os espaços de atividades dos transitórios. Diretrizes: o projeto deve ter como base a disposição das moradias de modo a integrá-las e garantir seu espaço privativo, além da conformidade com as curvas de nível do terreno; assim como no caso do alojamento, as técnicas de construção utilizadas devem permitir controle térmico dentro das residências, através de paredes espessas, ventilação e iluminação natural garantidas através de orientação inteligente das paredes ao sol; Banheiros convencionais direcionados para tratamento, ou banheiros secos, e água das pias direcionada para tratamento.

Área de preservação permanente (APP) (10) – Cumprindo obrigação legal definida pelo Código Florestal, delimita-se a APP entorno da nascente existente no terreno. A área de preservação tem 50 metros de largura e deverá ser reflorestada com espécies nativas, integrando-se à agrofloresta ao seu redor.

Hortas (11) – são importantes para a autossuficiência do complexo. Localizadas em dois pontos, cada uma das áreas deverá funcionar da mesma maneira, porém com diferentes propósitos. A horta 1, localizada à esquerda do projeto, próxima ao restaurante, deverá ser mantida para uso no restaurante e na cozinha coletiva, provendo diversidade de alimentos;

sua produção excedente será comercializada no mercado da Fazenda. Já a horta 2, localizada acima da Ecovila, tem como objetivo principal alimentar as famílias da ecovila, além de produzir excedente para o comércio em feiras livres das cidades na região. Ao lado dos canteiros deve haver uma estrutura para armazenamento de ferramentas, além de uma sala para seleção e manuseio da colheita antes de seu encaminhamento para consumo ou venda. Diretrizes: mesmo tendo como foco a produção de hortaliças, estes espaços também devem ser cultivados seguindo os conceitos da agricultura sintrópica. A construção pode ser concebida como uma estrutura leve e limpa, podendo optar-se por técnicas como a taipa de mão e o bambu; sua cobertura deve ser estendida para criar proteção completa das paredes, evitando que os objetos e alimentos armazenados no interior sejam atingidos por umidade excessiva das mesmas; tal cobertura também deverá ser compreendida como uma varanda para sombreamento da área para descanso do trabalhador que lá esteja atuando.

Pomares (12) – assim como as hortas, os pomares são importantes para garantir a diversidade de alimentos aos usuários do Canteiro Aberto. Estes espaços serão dedicados ao plantio de árvores frutíferas que necessitam maior espaço e não se adequam bem aos canteiros estreitos das hortas. As estradas 1 e 2 garantem o acesso e o transporte de ferramentas e de produtos. Diretrizes: as mesmas observações para a construção de apoio às hortas valem para o apoio aos pomares.

Píer (13) – com o objetivo de tornar a represa existente no local acessível e atraente, propõem-se a criação de um píer, de maneira que os usuários do Canteiro Aberto, tanto trabalhadores, moradores e alunos do centro de estudos, como visitantes e turistas, possam aproveitar do espaço como um local de lazer. Diretrizes: como parte de um cenário abundante em vegetação reflorestada e água limpa, a construção deve conservar com seu entorno de maneira leve e criativa; o píer deve ter como princípio básico de projeto a função de permitir um acesso fácil à água (considerando que atualmente as margens encontram-se enlameadas e tornam a entrada na represa de difícil acesso).

Fungicultura e banco de sementes (14) – importantes atividades na produção de alimentos. A fungicultura representa mais um seguimento de produtos a serem comercializados, gerando renda para a fazenda, além de complementar a diversidade de alimentos consumidos pelos moradores e hóspedes locais. Já o banco de sementes apresenta-se como necessidade primária para a manutenção e expansão da atividade de recuperação do solo degradado através do plantio, funcionando também como um viveiro de mudas a serem cultivadas no local, além de permitir a distribuição de mudas nativas da região para moradores vizinhos, contribuindo para o reflorestamento nativo além dos limites do Canteiro Aberto.

Wetlands e círculos de bananeiras (15) – o tratamento de resíduos é uma das prioridades do complexo, de maneira que estas estruturas devem ser construídas para complementar os banheiros secos e composteiras na missão de tratar dos resíduos gerados no local. A localização sugerida para tais espaços justifica-se por sua proximidade de outras estruturas que comportam atividades geradoras de resíduos como (da esquerda para a direita no projeto): Área 1- Administração, Mercado, Restaurante e Centro de Estudos; Área 2- Alojamento, Camping e Cozinha Comunitária; Área 3 - Ecovila.

Parque (16) – elemento estruturador de todo o complexo, o parque deve atuar como espaço integrador entre os usuários e a natureza. Localizado ao longo do Córrego Capetinga, o parque deve ser arborizado prioritariamente com espécies nativas, compondo, assim, a mata ciliar do leito d'água. Tais ambientes podem ser compostos através de geodésicas e mobiliário de terra e madeira, valendo-se do trabalho com o bambu e o COB, por exemplo. O parque deve funcionar como atrativo do Canteiro, conduzindo seus visitantes através do terreno, integrando as atividades de estudo, moradia, estadia, lazer e produção de alimentos.

Agrofloresta (17) – carro-chefe da recuperação do solo na fazenda, a agrofloresta deve gerar toneladas de alimentos diversos. Seguindo os princípios do design permacultural, o plantio deverá iniciar-se nas áreas mais próximas às construções e expandir-se de forma

radial para as locações mais distantes. Sua localização no terreno deve-se à facilidade de acesso através das estradas 2 e 3, de modo a facilitar a carga e descarga de produtos e ferramentas por caminhões. O primeiro terço do plantio (à esquerda do projeto, em vermelho) compõe a área de possível expansão futura, devido à sua vizinhança ao terreno disponível para crescimento da Fazenda, indicado em amarelo. O segundo terço (ao centro do projeto, em azul) carrega a função de criar privacidade para os moradores da Ecovila, devido à sua situação marginal à estrada 2, cujo uso não será limitado aos usuários do complexo. Já o terceiro terço (à direita do projeto, em verde) cumpre obrigação legal definida pelo Código Florestal, delimitando e fortalecendo a APP do córrego existente.

Silos (18) – estruturas destinadas a armazenagem dos produtos cultivados na fazenda até seu devido encaminhamento para venda. Estão localizados ao longo da agrofloresta evitando enormes deslocamentos de produtos dentro do complexo, além de estarem ao lado das Estradas 1, 2 e 3, possibilitando fácil acesso por caminhões de carga e descarga.

4.3 Projeto do Centro de Estudos

O Centro de Estudos do complexo é o edifício que representa toda a potencialidade do local, dos conceitos sobre os quais foi planejado e dos materiais utilizados em sua construção, e por este motivo foi desenvolvido de maneira a permitir o diálogo entre diversas técnicas bioconstrutivas, permitindo um amplo programa de ensino durante sua construção.

Como demonstrado na figura 3, o Centro (8) encontra-se logo no início do terreno, e possui acesso pelas estradas existentes, próximo à Recepção (4), do Mercado (5), do Restaurante (6) e das construções já existentes no local (1 e 2). Está assistido por 20 vagas de estacionamento esclusivas (3) e pelo Anfiteatro (7). Conecta-se com o restante da Fazenda pelos caminhos para pedestres que permeiam as estradas existentes e criadas, e o Parque (9) que se estende por todo o limite norte do terreno.

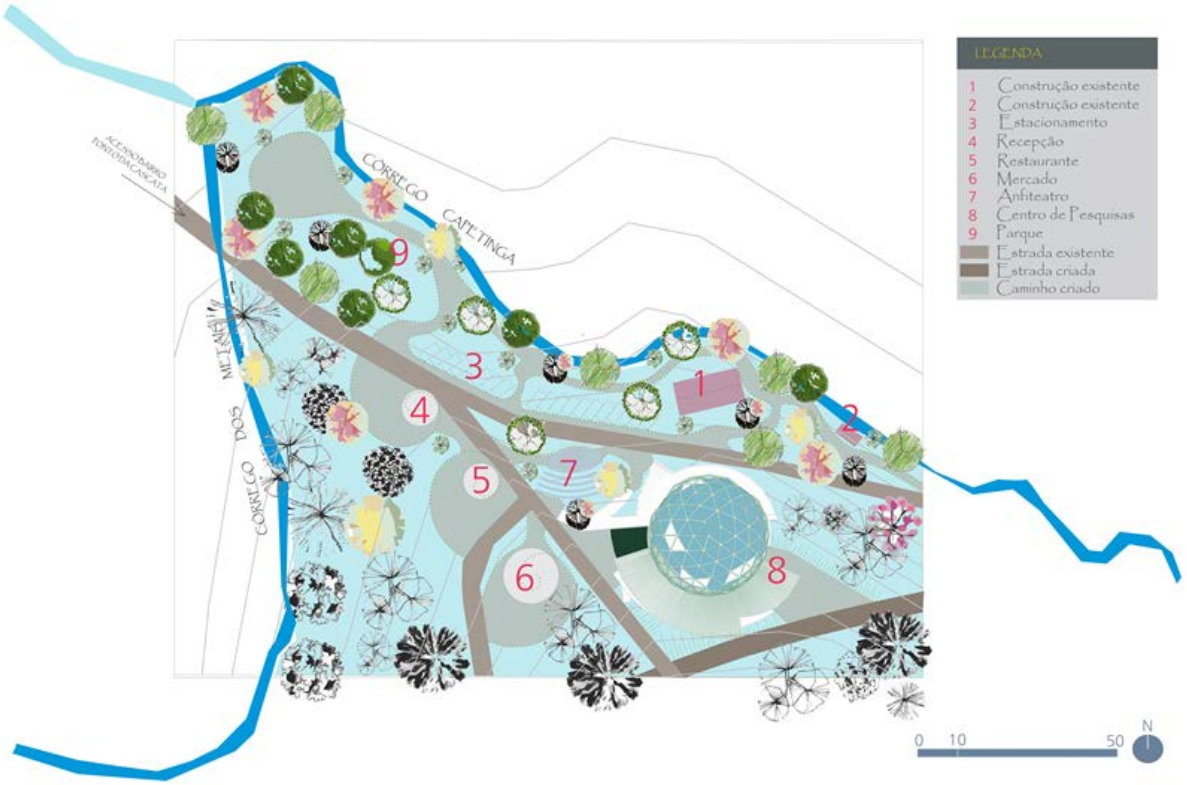


Figura 3. Implantação do Centro de Estudos e estruturas de apoio (créditos: R. C. M Alves, 2018)

O projeto foi concebido através de estudos sobre proporção áurea, e combina técnicas contrutivas à base de bambu e terra, como se observa na figura 4.

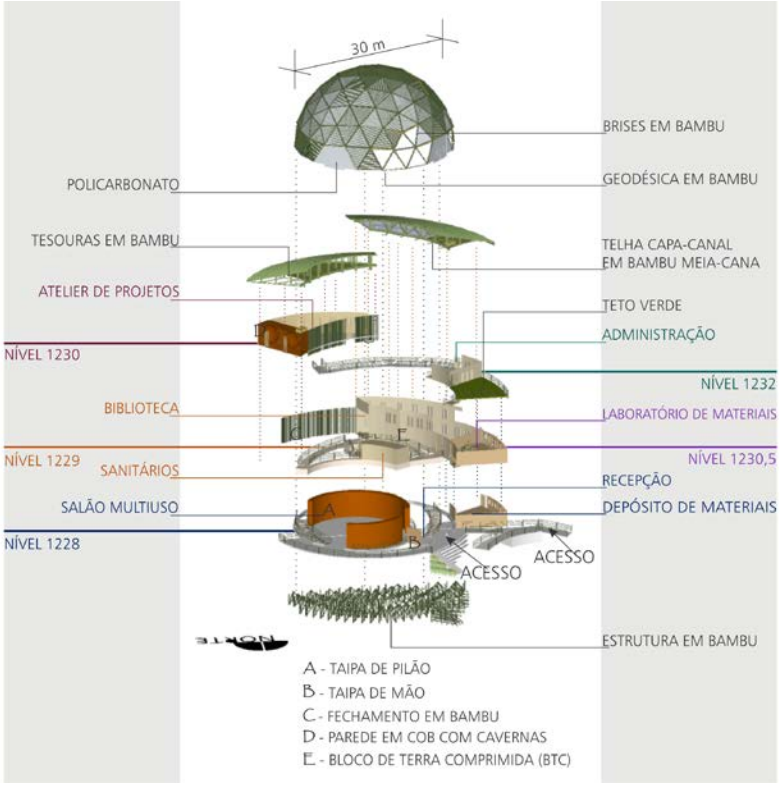


Figura 4. Centro de Estudos (créditos: R. C. M. Alves, 2018)

Visando o menor impacto ao solo, o edifício é construído em meios-níveis, de modo que os ambientes são distribuídos no solo subindo 1m por vez, e todo o projeto pode ser acessado através de rampas e escadas.

Na entrada pela geodésica (Nível 1228), encontra-se a recepção, marcada por uma parede de taipa de mão e uma bancada em COB. Em seguida tem-se o salão multiuso, delimitado através de paredes curvas de taipa de pilão. O piso de concreto é rasgado, permitindo vista direta do terreno abaixo, de onde árvores e plantas crescem dentro da geodésica. Esta é construída em bambu, possui fechamento de policarbonato em algumas faces, e brises de bambu – verticais nas faces leste e oeste, horizontais nas faces norte - para garantir sombra nos ambientes já descritos. À direita da recepção está o depósito de materiais, destinado ao laboratório de materiais, construídos em BTC. Este ambiente tem acesso externo direto de maneira a permitir carga e descarga de material e equipamentos. Através de rampas internas acessa-se o Nível 1229, onde se encontram os sanitários e a biblioteca (ambos em BTC), dotada de espaço de exposição, armários, acervo, mesas de estudo e área de leitura num jardim descoberto, equipado com redes e delimitado por um fechamento de bambu. Subindo, através de escadas, ou pelas rampas, no Nível 1230 está a entrada interna do atelier de projetos, que possui fechamento interno de bambu, e as aberturas encontram-se na parede de BTC, de maneira que o ambiente ventila dentro do jardim de leitura da biblioteca. O atelier está conectado ao canteiro experimental externo por meio de uma porta e por dentro das “cavernas” que existem dentro da “parede” de COB, de 3 m de espessura. Já os Níveis 1230 e 1233 onde ficam o laboratório de materiais e a administração, respectivamente, podem ser acessados por escadas internas, ou rampas externas. O laboratório está diretamente conectado ao depósito de materiais, enquanto que a administração conecta-se à biblioteca, e possui jardim privado correspondente ao teto verde que cobre o bloco depósito-laboratório. Os outros blocos possuem cobertura em uma água, feita de bambu meia-cana utilizado como telhas capa-canal. A estrutura ora vísivel, ora escondida do edifício desperta a curiosidade, de modo que além de permitir o aprendizado durante a construção, continua permitindo-o após sua finalização. Apesar de ser uma grande construção, os materiais predominantes e a vegetação interna e externa fazem com

que a mesma se integre com a paisagem, não causando impacto visual, como pode ser visto da figura 5. Alguns dos elementos citados podem ser vistos na figura 6.



Figura 5. Perspectiva do Centro de Estudos (crédito: R. C. M. Alves, 2018)



Figura 6. Elementos de terra e bambu (crédito: R. C. M. Alves, 2018)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A elaboração deste artigo aborda conceitos embasadores vinculados ao desejo e busca por uma ocupação humana mais equilibrada no planeta: a bioconstrução, que procura empregar materiais naturais e as técnicas de construção de baixo impacto ambiental, a permacultura e a agrofloresta.

Através do desenvolvimento deste trabalho foi possível identificar as peculiaridades e características de cada uma das técnicas de construção escolhidas para o empreendimento, assim como as interfaces entre sistemas construtivos diferenciados, de modo a proporcionar, após o estudo do terreno trabalhado, a escolha das referidas técnicas, avaliando as condições de degradação de algumas áreas e enumerando as necessidades a serem atendidas no projeto do Canteiro Aberto. Acredita-se, no entanto, que com a pretendida continuidade da pesquisa e detalhamento do projeto proposto, serão feitos alterações e ajustes, assim como o aprimoramento de soluções construtivas para sua melhor implantação no local, visando ainda sua manutenção e durabilidade.

Ressalta-se que a realização do Plano de Ocupação para a referida fazenda é viável e replicável, podendo servir de inspiração para outros proprietários da região cujas terras tenham sofrido exploração semelhante. Conclui-se assim que trabalhos dessa natureza, cada vez mais, devam ser incentivados e colocados em prática, estabelecendo o tripé que relaciona as construções com o emprego de materiais naturais e de baixo impacto ambiental, à permacultura e aos princípios da agrofloresta e sua direta relação com a preservação do meio ambiente.

Devido ao fato de ser um estudo de projeto arquitetônico de alta complexidade, detalhes específicos sobre o projeto apresentado, tais como plantas, cortes, elevações e detalhes construtivos estão disponíveis para consulta diretamente com às autoras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Edwars, B. (2005). O guia básico para a sustentabilidade. Londres: Riba Enterprises,

Gauzin-Müller, D. (2011). Arquitetura ecológica. São Paulo: Senac

Holmgren, D. (2013). Permacultura: princípios e caminhos além da sustentabilidade. Porto Alegre: Via Sapiens

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem aos irmãos Luciano e Renato Montenegro que tão calorosamente permitiram acesso ao terreno e apoiaram a elaboração do projeto.

AUTORES

Renata do Carmo Mota Alves é acadêmica concluinte do Curso de Arquitetura e Urbanismo da PUC-MINAS, campus Poços de Caldas em junho/2018.

Rosana Soares Bertocco Parisi é Arquiteta e Urbanista (FAUPCCAMP, 1985), Mestre em Urbanismo (FAUPCCAMP, 2003), Doutora em Ciências da Engenharia Ambiental (EESC-USP, 2008), Professora Adjunta IV do Curso de Arquitetura e Urbanismo da PUC-MINAS Poços de Caldas, 1998-atual), Coordenadora de Pesquisas da mesma instituição, membro da Red Ibero-americana PROTERRA e da Rede TerraBrasil de Arquitetura e Construção com Terra.

TERRA BRASIL 2014

Viçosa - Minas Gerais

PROJETOS E OBRAS

TerraBrasil 2018

Território e trabalho: a produção da arquitetura com terra no Brasil

VII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Rio de Janeiro-RJ (Brasil), 30 de outubro a 2 de novembro de 2018

http://redeterrabrasil.org

PROJETOS & OBRAS (P&O)



Ilustración 1. Dormitorito principal terminado

Ampliación de vivienda

Bajo costo + Reciclado + Tierra

Arq. Gonzalo García Villar

RESUMEN

Ampliación de vivienda con la técnica de paredes con tarimas de madera recicladas colocadas en vertical rellenas con “ecoladrillos” y tierra, y revocadas y pintadas con barro, inventada por el Arquitecto autor de la misma, con la intención respetar el ambiente y economizar. Combinación de trabajo entre los dueños de casa, el arquitecto, estudiantes de arquitectura, obreros, y comunidad en general. Apertura a la comunidad de la obra mediante curso de construcción natural, terminaciones y técnicas decorativas en tierra.

Ampliación de vivienda. Lomas de Tafí, Tafí Viejo, Tucumán, Argentina.



Ilustración 2. Humedeciendo tierra en cancha

El proyecto (Ilustración 3 y 4) corresponde a un encargo de ampliación de vivienda de la familia Ascárate Chincarini, mediante un crédito hipotecario Argentino llamado Pro.Cre.Ar. La necesidad familiar era construir dos habitaciones, un baño y una galería/ quincho. La premisa principal de la familia fue la economía y el reciclado; la del arquitecto fue la construcción natural y el reciclado desde una visión de cuidado del ambiente.



Ilustración 3. Planta de proyecto.



Ilustración 4. Colocación de Palet



Ilustración 5. Foterrealismo de construcción



Ilustración 6. Estructura Independiente



Ilustración 7. Llenado de paredes

La idea constructiva fue utilizar paredes de pallets (tarimas) puestos en vertical rellenos con “ecoladrillos” (botellas plásticas rellenas de desechos inorgánicos) (Ilustración 7), asentados en tierra y rellenos con tierra (mezcla 1:1:2 de tierra arcillosa, pasto seco y arena gruesa), revocado con revoque grueso, fino y pinturas a base de tierra. La estructura es metálica sismoresistente (Ilustración 6) para una mayor liviandad que el hormigón armado, mayor rapidez y economía. Los cimientos son de hormigón armado, y el techo de chapa con doble aislación de foil de aluminio y lana de vidrio de 5cm. El techo fue concebido como techo frío, con una cámara de aire de 5 cm y apertura abajo y arriba para que circule el aire caliente por el principio de temodinámica.
La obra fue llevada a cabo en primera instancia por un grupo de herreros y un grupo de albañiles para hacer cimientos, estructura y techo, dirigidos por el arquitecto. Luego de eso, intervino el arquitecto en la construcción junto a un grupo de estudiantes de arquitectura, y eventualmente a los dueños de casa (Ilustración 2). La idea fue que los estudiantes aprendan a trabajar con tierra, tengan experiencia en obra y sea un trabajo, es decir fueron los albañiles de la obra, y la mitad eran mujeres pertenecientes al grupo “Puente, comunidad + ecología”. Los dueños de casa participaban generalmente los fines de semana y de esa forma se apropiaban de su vivienda e iban aportando al diseño.
Con la intención de reciclar, de economizar y de utilizar materiales de excelente calidad es que se utilizaron aberturas de demolición, de madera tanto para ventanas exteriores y puertas interiores.
Como forma de extensión a la comunidad y de avance en la obra se contrató al grupo “SiendoTierra Argentina” residente en Salta, a dar junto al Arquitecto de la obra Gonzalo García Villar un taller de Terminaciones y técnicas decorativas en tierra, y de construcción natural (Ilustración 8 y 9). En éste taller el aprendizaje fue principalmente de forma práctica, realizándose en las paredes revoques gruesos, revoques finos pigmentados (Ilustración 12), pintura a la arcilla (Ilustración 14), estampado vegetal (Ilustración 10 y 11), y esgrafiado con dibujos de culturas indígenas autóctonas (Ilustración 13 y 15).



Ilustración 8. Charla en curso de construcción natural



Ilustración 9. Práctica en curso de construcción natural



Ilustración 10. Estampación vegetal



Ilustración 11. Estampación vegetal terminado



Ilustración 12. Revoque fino y pintura



Ilustración 13. Esgrafiado



Ilustración 14. Pintura en galería



Ilustración 6. Esgrafiado con imagen Diaguita.

Por otro lado y para homogeneizar la vivienda existente se realizó en el interior una remodelación con un mueble de Pallets y lapacho y pinturas a la arcilla, también imágenes esculturales en sobrerelieve realizadas con barro (Ilustración 16, 17, 18, 19, 20 y 21).

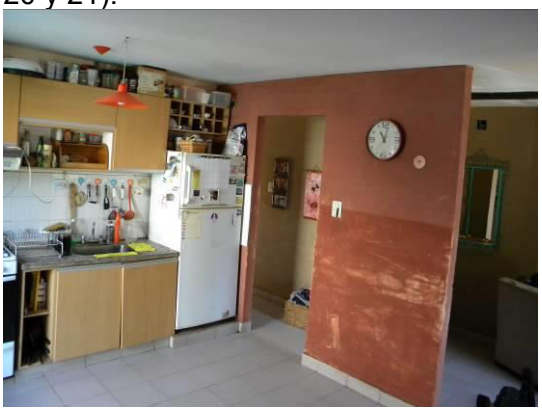


Ilustración 76. Cocina existente.



Ilustración17. Mesada reciclada.



Ilustración 88. Pallets a reutilizar



Ilustración 19. Frente intervenido.



Ilustración 20. Escultura interior.



Ilustración 21. Escultura exterior

Al finalizar la obra ya se encontraban deficiencias constructivas en la unión entre la pared de tarimas, botella y tierra, con el cielorraso de yeso, representadas en una gran grieta en dicho encuentro, producto de la diferencia de material y del secado de las paredes y reducción de su tamaño. Por otro lado y también como una deficiencia constructiva y estética, se generaron diversas grietas en los revoques aumentándose a medida que pasaba el tiempo y se secaba, intuyendo que fue producto de la absorción hídrica de la madera de las tarimas al aplicar dicho revoque.



Ilustración 22. Baño



Ilustración 23. Dormitorio secundario

Como conclusión se propuso hacer una revisión y mantenimiento de la ampliación 1 año después de su finalización para monitorearla luego del secado y de haber atravesado las 4 estaciones.



Gonzalo García Villar, Arquitecto independiente de Tucumán, Argentina, recibido en la Fau-UNT en 2012, trabaja hace 7 años en proyectos propios de bioconstrucción, diseñando, dirigiendo y construyendo. Bajo el nombre de "AYNI Construcción Natural" llevó a cabo sus diseños y proyectos urbanos y rurales. Actualmente Becario Doctoral de CONICET.

arqgonzalogv@gmail.com

FICHA TÉCNICA

Ampliación, reciclado, economía y tierra.

Vivienda unfamiliar

Local: Lomas de Tafí, Tafí viejo, Tucumán, Agentina

Data de início do projeto: Septiembre de 2016

Data da conclusão da obra: Octubre 2017

Área do terreno: 385 m2

Área construída: 125 m2 (65m2 de ampliación)

Projeto/Idealização: Arq. Gonzalo García Villar

Construção: Arq. Gonzalo García Villar y colaboradores.

Estrutura: Metálica liviana

Fotos: Gaston Hansen – Gonzalo García Villar – Siendotierra Argentina.

TerraBrasil 2018
Território e trabalho: a produção da arquitetura com terra no Brasil
VII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Rio de Janeiro-RJ (Brasil), 30 de outubro a 2 de novembro de 2018
http://redeterrabrasil.org

PROJETOS & OBRAS (P&O)



TEKO JEAPÓ
(Cultura em ação)
Escola Autônoma Mbya Guarani

Cacique André Benites
Loan P. Kfouri
Francisco Lang

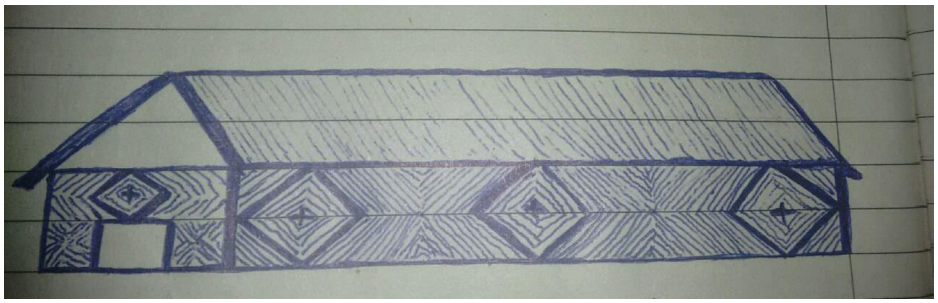
Projeto idealizado pelo cacique André Benites conforme as tradições Mbya Guarani, utilizando princípios de sua arquitetura. Na construção de um espaço que possa servir como ponto de encontro da aldeia e seus visitantes e centro cultural para fortalecimento da cultura dos povos originários. Tekó Jeapó ou "cultura em ação", está ligado ao movimento de aprendizagem pelo qual passam as crianças e jovens Mbya, rompendo limites às estruturas físicas e pedagógicas de uma escola convencional não indígena. Realizado através de um grupo de apoiadores, arquitetos, engenheiros e construtores, construído pelo sistema de mutirão, com poucos recursos e obedecendo a critérios técnicos feito por profissionais.

Escola Autônoma Mbya Guarani, Maquiné, Rio Grande do Sul, Brasil.



1. Tekó Jeapó, foto Francisco Lang.

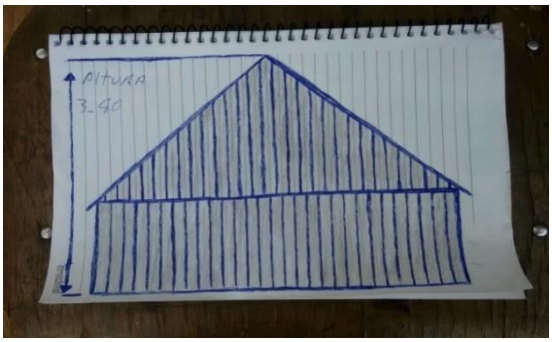
Conceito: A concepção do projeto se deu basicamente através dos desenhos realizados pelo cacique André Benites em conjunto com a aldeia, através de seus croquis e ideias foi possível chegar à um estudo preliminar que serviu de base para o projeto estrutural e para realização de orçamentos e definições das técnicas construtivas.



2. Croqui oga (casa). André Benites.

Os croquis conceituais realizados na aldeia guiaram o projeto, que foi realizado como solicitado. Semelhante a uma casa tradicional Mbya Guarani, com estrutura de madeira, telhado de palha, paredes de terra. Durante o processo de construção, por questões de orçamento, incentivo e fluidez de criatividade, algumas alterações foram realizadas, mas o conceito foi mantido.

O projeto considera outros fatores importantes como a utilização de materiais locais coletados no terreno ou mesmo comprados na região e o resgate construtivo através de mutirões. Os mutirões foram fundamentais para a execução do projeto e na criação de grupos de trabalhos e pesquisa que ocorreram através da experiência no projeto da Tekó Jeapó, que antes mesmo de estar construída já se constitui como uma escola pela sabedoria compartilhada durante o processo.



3. Croqui oga (casa). André Benites.

Arquitetura Guarani: A análise *in loco* das construções existentes foi fundamental para definir as técnicas a serem utilizadas. Na casa tradicional é comumente utilizada a técnica mista, uma espécie de pau-a-pique com madeiras locais e algumas vezes com fechamento em madeira de costaneira. Já na cobertura é utilizado tradicionalmente bambu (espécie Bambu tuldoides, conhecido como taquara). As construções existentes possuem o espírito guarani em sua essência e foram o ponto de partida para a sede da Tekó Jeapó que busca manter em sua essência as tradições construtivas da cultura local, materializando uma construção com qualidade e durabilidade, símbolo da resistência cultural local. Resistência, pois trata de uma retomada de território tradicional Mbya Guarani, resgatando o modo de ser desta cultura.



4. Opy (casa de reza), arquitetura tradicional guarani, foto Francisco Lang.

O Território (processo de retomada): A partir de janeiro de 2016 30 famílias Mbya Guarani iniciaram um movimento de retomada de seu território ancestral, localizado no município de Maquiné no estado do Rio Grande do Sul, a área total possui 367

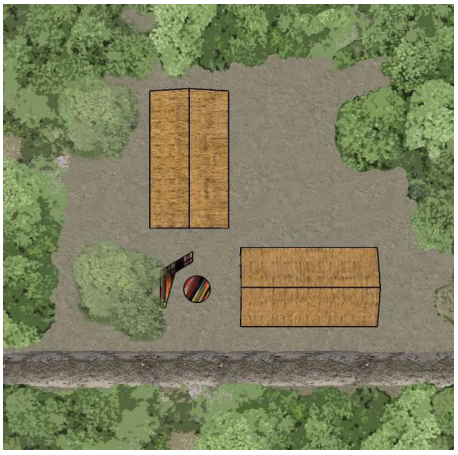
hectares de Mata Atlântica preservada. Os Mbya são os guardiões da terra e protetores da natureza. Os indígenas entendem essa terra como fundamental para a continuidade do seu modo de vida na região e a ela deram o nome de Tekoa (aldeia) Ka'aguy Porã, que significa "grande mata sagrada".



5. Mbya guarani retomando seu território ancestral Foto: Ana Maria Barros

O projeto: Foram planejadas duas edificações e uma área livre para apresentações artísticas. O projeto tem sido financiado através de doações e construído por meio de mutirões, sendo assim, dividido em etapas estratégicas: a primeira, é a construção da escola (fundações, estruturas e fechamentos). A segunda, não iniciada: trata-se da cozinha e refeitório que dão apoio à escola. A edificação da escola possui 180m² de área construída.

A construção da escola demorou aproximadamente 6 meses, da fundação aos acabamentos e foi realizada por diferentes equipes de obra, poucos construtores com experiência, e em sua maioria com mão-de-obra própria da aldeia e dos mutirões nas diferentes etapas da obra.



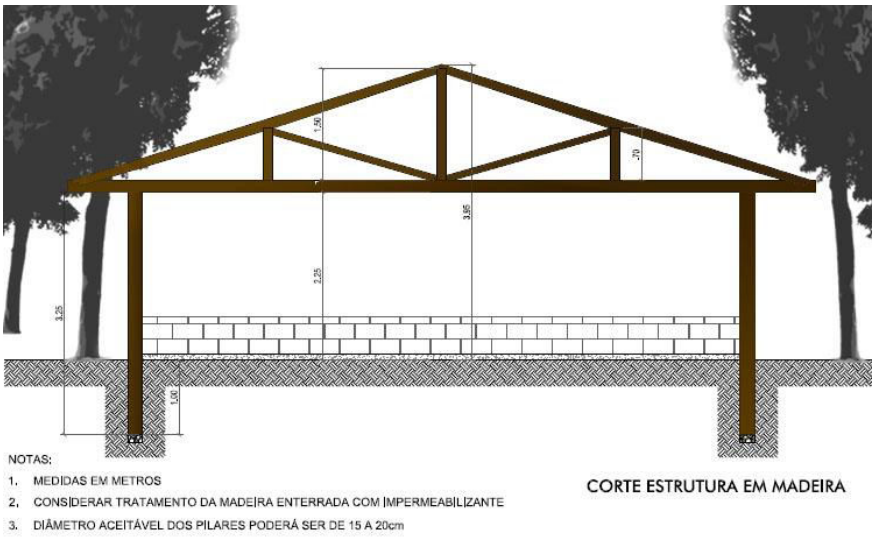
6. Implantação, sem escala. Loan K.



7. Perspectiva do conjunto completo, escola + refeitório. Render: Luis Cisneros

Elementos Construtivos

A simplicidade da forma foi priorizada, buscando uma estrutura de maneira prática e com rápida execução uma vez que os recursos seriam escassos e ao mesmo tempo era importante fazer uma edificação sólida e duradoura.
-Fundações: os pilares de madeira foram enterrados e concretados juntamente com pedras disponíveis na região.
-Alicerce: Fiadas de pedras *gres* foram levantadas e assentadas com cimento servindo como vigas baldrame, isolando as paredes do solo e fortificando as fundações.



8. Corte sem escala. Loan Kfouri

-Estrutura: Pilares eucalipto roliço autoclavado, vigas e tesouras de eucalipto não tratados e comprados na região para a estruturação do telhado. No momento da construção foram necessárias uma série de mudanças na estrutura. A inclinação do telhado foi alterada a fim de comportar possivelmente uma cobertura de palha. Também foram inseridos dois mezaninos na construção e acrescentados uma série de mãos francesas a fim de fortalecer a estrutura e reduzir os vãos da estrutura que havia sido pensada originalmente para suportar a carga de uma cobertura de palha, mas que alterada ao longo do projeto.



9. Esquema de elementos estruturais. Ilustração Francisco Lang



10. Alicerce + pilares e vigas. Foto Loan K.



11. Estrutura pronta para receber telhado e fechamentos. Foto: Francisco Lang

- Cobertura: Inicialmente foi prevista a cobertura de capim santa fé, porém por questões financeiras e de difícil mão de obra não foi possível. Por fim foi decidido o uso de telhas de fibrocimento com 5mm, oferecidas pelo comércio local a um preço acessível e também por apresentar boa resistência a fumaça, tendo ciência da intenção da cultura guarani em fazer fogueiras no local. Com a intenção de mudar a cobertura futuramente, já foi feita a inclinação necessária para receber cobertura de palha.



12.Colocação da cobertura, foto André Benites

- Esquadrias: Conforme previsto em projeto as portas e janelas foram dimensionadas e projetadas durante a própria execução em obra, conferindo assim maior aproveitamento do material disponível e liberdade de criação. As janelas foram executadas em formato de losango fazendo alusão ao grafismo Guarani, também reduzindo os custos por não necessitarem de dobradiças. O sistema pivotante permite que o painel gire em um eixo fixado por vergalhões. Para garantir a entrada de luz natural à edificação foram inseridas na composição de todas as paredes elementos de vidro (garrafas e pedaços de vidro) reutilizados, recolhidos na região, proporcionando diversidade estética de cores e formas.



13. Esquadrias, vidros e garrafas, fotos Mova-C

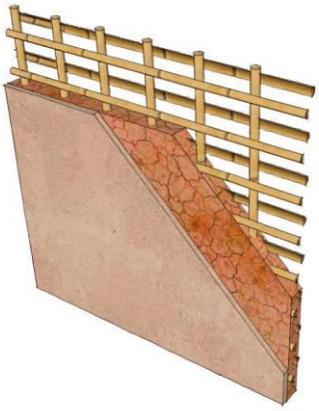
- Alvenarias: Inicialmente haviam desacordos referentes aos fechamentos da construção, para André a técnica mais adequada seria o uso de costaneiras de eucalipto e colocação de barro para fechamentos das frestas entre elas, por parte dos apoiadores sugeriu-se a utilização de outro método já conhecido pelos Guaranis, a técnica do pau-a-pique. Consciente das construções tradicionais Guaranis que se assemelhavam muito a isso. A comunidade desconfiava da durabilidade da técnica pois algumas construções não eram feitas com o traço adequado, acometendo as edificações com rachaduras e caindo com facilidade. Foram necessárias diversas conversas com o cacique André até a decisão de utilizar a técnica sugerida pelos colaboradores. O cacique teve contato com casas feitas com essa técnica pela região, onde pôde participar de uma vivência de pau-a-pique e tomou conhecimento e confiança nas tradições construtivas de seus ancestrais, confirmando a durabilidade de décadas e acabamento impecável.



14. Execução da parede em Pau-a-pique. Foto Bruna Brilmann

Técnica mista (Pau-a-pique): A técnica utilizada consistiu em fazer uma trama de madeira, foram doadas sobras de ripas de eucalipto, preenchidas com uma massa de barro, mistura de terra retirada no local (solo argiloso), areia da região, água e palha de pinus coletada no local, com o traço de terra, areia e fibra vegetal (1:1/2:1/3)

Reboco natural de barro: Após a secagem do preenchimento das paredes foi realizado o acabamento com um reboco natural composto por 1 medida de terra, 2 de areia, 1/4 de palha de pinus picada, 1/8 água e 1/8 grude de farinha de trigo. Nas paredes externas foi acrescentado 1/20 de óleo de cozinha reutilizado para proteção superficial pelas suas características hidrofulgantes.



15. Técnica do Pau-a-pique. Ilustração Francisco Lang.



16. Processo de fechamento das paredes de pau-a-pique. Foto: Mova-C

Processo de construção: Durante o processo construtivo os colaboradores foram divididos em algumas frentes de trabalho. Construtores com experiência em

estruturas de madeira, os moradores da aldeia e os mutirões organizados pelo Mova-C, Movimento Construindo Consciente. Durante todo o processo pode-se perceber uma grande participação da comunidade e o apoio crescente. Percebeu-se que ao longo da construção sua união como grupo foi fortalecida ao aprender e materializar as técnicas na construção da escola, gerando autonomia e empoderamento para a comunidade.

Ocorreram diversos desafios durante a construção, mudança da equipe de construtores, escassez de recursos, problemas internos com a comunidade, anseios e por fim, a coragem para seguir, onde se encontrou o equilíbrio. Enfim a estrutura estava em pé esperando seu fechamento e foi assim que o projeto se expandiu e que a construção com terra se mostrou um grande aliado ao processo de autonomia da comunidade. Os mutirões foram essenciais para tornar possível a execução da obra, além disso eles proporcionaram uma relação inédita da aldeia com pessoas da cidade, que além do aprendizado das técnicas de construção com terra, puderam vivenciar o modo de ser Mbya Guarani



17. Fotos dos mutirões, fotos Mova-C

Foram realizados 3 mutirões que movimentaram cerca de 300 pessoas em 3 finais de semana, os 2 primeiros foram para execução do fechamento das paredes em pau-a-pique e o terceiro para execução do reboco grosso de terra. A organização do trabalho foi baseada nos princípios da autoconstrução, tendo como base o triangulo interdependente da liberdade, autonomia e responsabilidade, onde cada participante teve a liberdade de eleger seu trabalho, a autonomia de executá-lo e aprender com o processo e a responsabilidade de autogestionar o grupo, percebendo as demandas e repassar aos demais aquilo que já haviam aprendido. Nos mutirões foram feitos cartazes explicativos das etapas de construção e atividades a serem desempenhadas. Os participantes foram separados em frentes de trabalho. Como moeda de troca foi solicitado aos participantes doações de comida e contribuições espontâneas, essenciais para dar continuidade à obra.

Bioconstrução como prática pedagógica:

Nomeamos a arquitetura realizada neste projeto como espontânea, colaborativa e natural, resultados do processo participativo dos mutirões realizado na Aldeia Tekoa Ka' aguy Porã, o que empodera tanto a comunidade como voluntários, inspirando a prosseguir com a construção autônoma doando energia, força de vontade,

cooperação, amor e felicidade e mostrando a força da união e da coletividade, o que tem possibilitado seguir para tornar o sonho da escola autônoma uma realidade.

Uma escola com uma pedagogia diferenciada, que parte da vivencia, da relação das crianças com a natureza, relação com a cultura, simplicidade e complexidade guarani. Construída de dentro para fora, partindo do sonho da comunidade em recuperar o que resta de sua cultura e levar um futuro mais coerente à seus filhos, um futuro livre, com autonomia. Para isso as próprias crianças estão participando da construção de sua escola, as aulas já começaram e a construção já é o maior aprendizado. O grupo Mova-C, os construtores, os colaboradores e todos os envolvidos com o processo de alguma maneira sentem-se gratos e honrados em poder ser parte deste projeto que gera aprendizado constante e agradecem em especial a comunidade Guarani por todos os momentos compartilhados.



18. Fotos dos mutirões, fotos Mova-C







André Benites é o cacique da Retomada Mbya Guarani em Maquiné, Tekoá Ka'aguy Porã em Maquiné, foi o idealizador do projeto da escola, fez os primeiros desenhos, participou de todo processo da construção, realizou o sonho da comunidade.
"Queremos construir uma escola autônoma, onde a gente possa ser donos de nosso próprio pensamento. Ser donos de nossas próprias coisas, porque dentro da aldeia nós temos tudo"!

-

Loan Pires Kfouri, arquiteta e urbanista desde 2010, começou em 2013 de maneira autônoma a estudar sobre Bioconstrução, participando de obras e cursos em diversos países da América do Sul. Criou o "Projeto Viramundo", onde escreve sobre as experiências que tem no mundo da construção natural e sempre que possível participa de projetos sociais.
www.projetoviramundo.com

loan_kfouri@hotmail.com

Francisco Lang, estudante do 10 semestre de arquitetura e urbanismo na UFRGS, engajado pensar num novo tipo de arquitetura, mais humana, social e consciente, tem seu foco na bioarquitetura, na autoconstrução coletiva e no empoderamento da arquitetura nas comunidades. Já tendo participado de algumas obras artísticas, de bioconstrução e trabalhos com marcenaria de madeira e bambu. Junto com amigos iniciou o Mova-C (Movimento Construindo Consciente) com objetivo de promover ações a fim de ampliar a consciência sobre os processos naturais e humanos na sociedade em geral.
https://www.facebook.com/movimentomovac/

franciscolang@hotmail.com

FICHA TÉCNICA

Tekó Jeapó (Cultura em Ação)

Escola Autônoma Mbya Guarani

Local: Tekoa Ka'aguy Porã - Maquiné - Rio Grande do Sul - Brasil.

Data de início do projeto: 05/02/18

Data da conclusão da obra: 17/06/18

Área do terreno: -

Área construída: 180m2

Projeto/Idealização: Cacique André Benites, Loan Kfouri, Francisco Lang.

Construção: Construtores locais (Varderlei, Nadie, Lampião e Nascimento), comunidade da Tekoa Ka'aguy Porã e mutirões organizados pelo Mova-C. Gerenciamento de obra arquiteta Priscila Toniolo.

Estrutura: Projeto da engenheira Vanessa Mariano Rosa, acompanhamento de obra engenheiro Henrique Lang, execução por Nadie.

Fotos: Bruna Brilmann, Francisco Lang, Mova-C.

Fornecedores: Spindola materiais de construção e serralheria Doriva.

TerraBrasil 2018

Território e trabalho: a produção da arquitetura com terra no Brasil

VII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Rio de Janeiro-RJ (Brasil), 30 de outubro a 2 de novembro de 2018

http://redeterrabrasil.org

PROJETOS & OBRAS (P&O)



AMPLIAR, VEDAR E INTEGRAR

Bioconstruindo a escola

Ana Carolina Dias Diório

RESUMO

A obra realizada na escola Caminho das Águas, iniciativa Waldörf na cidade de São João del Rei- MG, consistiu na construção de alvenarias de vedação em taipa de mão e terra ensacada para ampliação de uma sala de jardim de infância. A atividade aconteceu através de uma vivência denominada “Bioconstruindo a escola Caminho das Águas”, realizada em Dezembro de 2017, com o envolvimento e a participação de professores, pais, alunos e voluntários, buscando, durante todo o processo, a consonância com os princípios da pedagogia e a da Antroposofia.

O projeto e obra aqui apresentados relatam e registram a adequação de um dos ambientes da escola Caminho das Águas para acolher uma nova sala de jardim de infância em consonância com as diretrizes da pedagogia Waldörf - desdobramento da ciência espiritual proposta pelo austríaco Rudolf Steiner no início do século XX – a Antroposofia. Parte do projeto de reforma, a atividade de construção com terra consistiu na execução de alvenarias de vedação utilizando-se de duas técnicas: taipa de mão (pau-a-pique) e terra ensacada, fechando três vãos de 2,10x2,60 metros cada. A terra foi escolhida como material construtivo com o intuito de capacitar a comunidade da escola, respondendo a demanda da atividade de bioconstrução, ao mesmo tempo que trabalhando conceitos inatos a arquitetura antroposófica e a pedagogia – arte, plasticidade, trabalho manual, materiais naturais, trabalho coletivo e envolvimento (figura 1).



Figura 1. Canteiro de obras na atividade de construção na escola Caminho das Águas. (crédito: A. C. Diório)

A proposta pedagógica de Steiner almeja devolver às crianças suas unidades, lutando contra os efeitos da fragmentação e especialização da educação moderna, valorizando a observação e conhecimento prático do mundo, cultiva o agir e o sentir, prezando por atividades práticas e corpóreas, pelo contato com a natureza, atividades manuais, artísticas e a imaginação; e elucida a relevância do espaço - construído e social - para a aprendizagem e desenvolvimento da criança; para tanto, a arquitetura deve ser sensível e pessoal, nunca rígida e padronizada.
Sendo a imitação o princípio educativo básico do jardim de infância, o programa básico -– *home-base* - deve conter a sala, uma cozinha e um banheiro.
Considerando o ambiente existente, o projeto de reforma (figura 2) propôs a demolição da parede e armários, para integração do ambiente interno e a extensão da sala para a área de uma varanda pré-existente conformando o espaço da secretaria e da cozinha pedagógica – fachada executada em terra (figura 3).

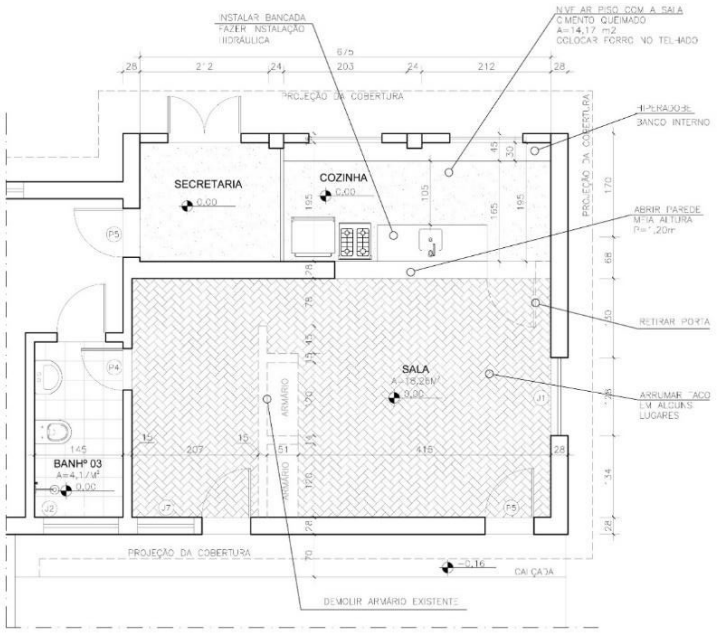


Figura 2. Projeto de reforma e ampliação de sala para jardim de infância Waldorf. (crédito: L. Monte-Mór)

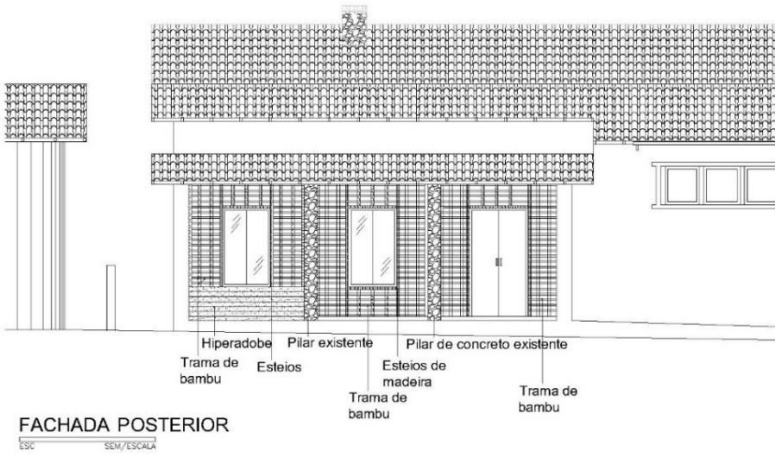


Figura 3. Projeto das alvenarias de vedação em terra para a atividade de construção. (crédito: A. C. Diório)

A estrutura da varanda previamente existente – pilares de concreto armado revestidos em pedra - funcionou como estrutura principal do sistema, em um esquema estrutural básico tipo pilar-viga. Peças de madeira de secção retangular

funcionaram como estruturas auxiliares do sistema, atuando na sustentação das esquadrias de madeira. O entramado de bambu aparece como elemento estabilizador das paredes de taipa, executado com varas inteiras na vertical e varas partidas na horizontal. A amarração dos bambus foi executada com arame e borracha reutilizada, visando demostrar a possibilidade de uso de diferentes materiais, dentre os quais mencionou-se o uso de fibras vegetais variadas.
O entramado foi acoplada à estrutura principal do sistema – concreto e pedra – através da amarração em uma vara de bambu partida parafusada ao pilar de concreto, com apoios de madeira (figuras 4 e 5). A solução mostrou-se eficiente e dispensou a compra de madeiras para esta função.




Figuras 4 e 5. Detalhes da fixação da trama de bambu aos pilares já existentes.
(crédito: A. C. Diório)

A terra disponível no local passou por análise e testes empíricos – queda da bola e teste do vidro (figura 6) – fundamentados pelo documento de seleção de solos e métodos de controle em construção com terra da Rede PROTERRA - analisando diferentes traços para a composição final da argamassa. A análise visual mostrou que a terra disponível no local era argilosa, avermelhada e pegajosa.



Figuras 6. Teste do vidro realizado no canteiro de obra.
(crédito: A. C. Diório)

O traço final utilizado para a argamassa de preenchimento foi de um e meio carrinho de areia para um de terra – variando-se a proporção de areia através da análise táctil-visual da mistura molhada. Como aditivos foram adicionados materiais naturais disponíveis no local - palha de grama e serragem fina. Os componentes foram misturados secos, adicionando-se água, ao centro da mistura, à medida que a argamassa era analisada. O preenchimento da taipa de mão (figura 7) foi feito de

forma tradicional, lançando o barro de ambos os lados da trama ao mesmo tempo e fixando-o com as mãos.



Figura 7. Argamassa e preenchimento da trama de bambu – taipa de mão.
(crédito: H. Contente)

A terra ensacada, apesar de seu potencial estrutural, foi aplicada em apenas um dos vãos, com função de vedação, sendo que a esquadria de madeira instalada no mesmo é sustentada por uma estrutura auxiliar de madeira (Figura 8). Para apresentar e demonstrar a técnica, popularmente denominada de hiperadobe, foram utilizados sacos de polipropileno, preenchidos pela mesma terra que compôs a mistura da argamassa, acrescida de seixos e pequenas pedras peneiradas da areia grossa. A estrutura foi executada com o auxílio de baldes e posteriormente socada com pilão de concreto.



Figura 8. Estrutura auxiliar em madeira para sustentar as esquadrias.
(crédito: A. C. Diório)

A primeira etapa da obra – estrutura e preenchimento - foi executada em dois dias de atividade (figura 9). Após um período de aproximadamente quinze dias de secagem ao ar livre, a parede atingiu aparência sólida, apresentando fissuras de pequeno porte típicas da retração do barro relacionado ao processo de perda de água; e fissuras médias pontuais, concentradas nas bordas, regiões de encontro com a estrutura principal, relacionadas ao excesso de barro e possível incompatibilidade dos materiais (figura 10).



Figura 9. Resultado da primeira etapa da obra: execução da estrutura e preenchimento. (crédito: A. C. Diório)



Figura 10. Fissuras do lado externo após 15 dias de secagem. (crédito: Y. Vieira)

Para a argamassa de recomposição utilizou-se maior proporção de areia e fibras, visando reduzir as fissuras. A massa foi aplicada nas fissuras e rachaduras de grande porte. Posteriormente aplicou-se o reboco grosso, com as mãos e uso de esponjas, em toda a parede (figuras 11 e 12). No traço do reboco grosso acrescentou-se à mistura cal hidratada, por suas características aglomerantes.



Figura 11. Alvenaria externa após aplicação de reboco grosso. (crédito: A. C. Diório)



Figura 12. Alvenaria interna após aplicação de reboco grosso. (crédito: A. C. Diório)

O reboco grosso apresentou boa aderência à parede. O traço aplicado, assim como o processo de secagem, que aconteceu em dias com temperaturas amenas, contribuíram para um resultado homogêneo (figura 13).



Figura 13. Detalhe do reboco grosso após secagem. (crédito: A. C. Diório)

O acabamento final ou reboco fino foi aplicado na primeira quinzena de janeiro, por mão de obra contratada, por questões de tempo e disponibilidade dos demais envolvidos no processo. A argamassa de acabamento final foi produzida com terra e areia peneiradas, cal e cimento, aplicada externa e internamente em camada fina, na parede umedecida e não sarrafeada. As paredes internas foram pintadas com tinta acrílica à base d'água, também por mão de obra contrata (Figura 14, 15 e 16).



Figura 14 e 15. Detalhes da parede interna após acabamento final. (crédito: Y. Vieira)



Figura 16. Vista da parede externa após acabamento final. (crédito: Y. Vieira)

A utilização do cimento e outros materiais artificiais ou industrializados gera polêmicas e discussões no meio da construção com terra – que este relato de obra não pretende abordar. Neste caso, optou-se pela utilização do material por questões de tempo e de logística – a sala de aula precisava estar pronta no início de fevereiro, para supervisões técnicas de bombeiros, vigilância sanitária e inspeção escolar, parte do processo final de legalização da instituição. Apesar disso, o reboco fino aplicado externa e internamente, com adição de cal e cimento, teve bom desempenho e foi elogiado pelo executor, que demonstrou interesse, mostrando a intenção de aplicá-lo em outras situações. A tinta convencional, aplicada internamente, também apresentou bom desempenho.

Quatro meses depois da obra finalizada observa-se que a parede reagiu bem aos acabamentos empregados, não apresentando qualquer deficiência relacionada à incompatibilidade de materiais, como confirmado por relato da diretora e idealizadora da atividade de bioconstrução na escola – Helena Contente - recebido em maio de 2018. A obra em construção com terra resgatou práticas tradicionais da região, valorizando o conhecimento popular e prático do mundo; pela facilidade de execução, proporcionou o envolvimento da comunidade com a construção da escola. Além de estimular o agir, o trabalho colaborativo, em forma de mutirão, fortaleceu e estimulou o convívio da comunidade e o envolvimento das famílias com a escola – fundamento da pedagogia.



Ana Carolina Dias Diório, arquiteta, paisagista e professora. Mestre em arquitetura e urbanismo – análise ambiental do espaço construído pela Universidade Federal de Viçosa; Formada em Educação para a Sustentabilidade pelo *Gaia Education*; Membro da Rede TerraBrasil. Permacultora e bioconstrutora pela vida. Idealizadora do Casa de Girassóis.
Currículo completo em:
http://lattes.cnpq.br/2072481429639612

carol.diorio@hotmail.com

FICHA TÉCNICA

AMPLIAR, VEDAR E INTEGRAR

REFORMA E AMPLIAÇÃO

Local: São João del Rei, Minas Gerais

Data de início do projeto: Outubro de 2017

Data da conclusão da obra: Janeiro de 2018

Área do terreno: - m2

Área construída: 17 m2

Projeto/Idealização: Daniela Abritta Cota, Luciana Monte Mór e Ana Carolina Diório.

Construção: Pais, professores, amigos e parceiros da escola, através de regime de trabalho colaborativo. Responsável: Ana Carolina Diório.

Estrutura: Estrutura principal já existente; estruturas auxiliares em madeira.

Hidráulica: -

Fotos: Ana Carolina Dias Diório e outros.

Fornedores: -

TerraBrasil 2018
Território e trabalho: a produção da arquitetura com terra no Brasil
VII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Rio de Janeiro-RJ (Brasil), 30 de outubro a 2 de novembro de 2018
http://redeterrabrasil.org

PROJETOS & OBRAS (P&O)



1 – Parede de adobe executada durante capacitação da equipe de construtores (Biohabitate 2018).

CASA LAGOA CONFINS

Bruno Azevedo e Flávio Duarte

RESUMO

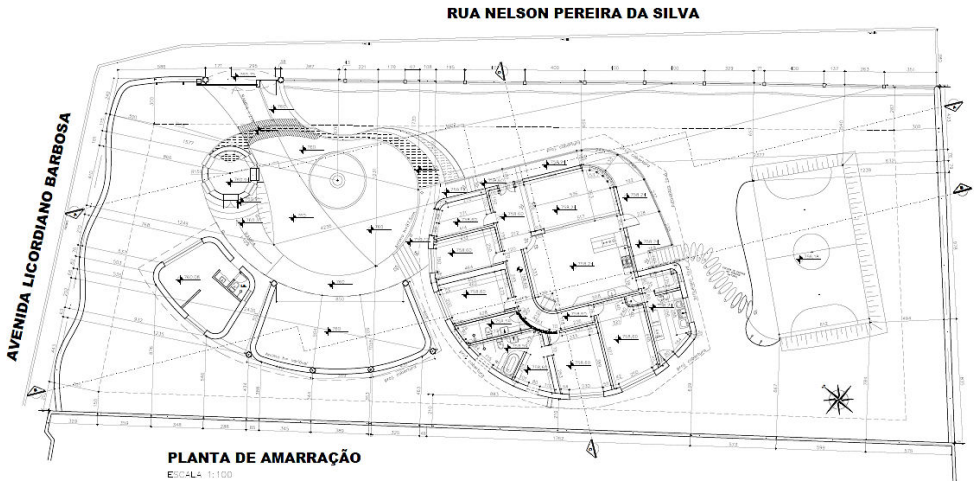
Em 2012 fizemos o projeto para a Casa Lagoa dos Confins com programa para uma edificação unifamiliar com dois pavimentos inserido em contexto urbano. Em 2016 alteramos o projeto para apenas um pavimento, porem mantendo desenhos para deposito, capela, praça de convivência, garagem coberta para quatro carros e quadra gramada. A alteração no projeto foi demandada pelos clientes, devido seu contexto familiar. No final de 2017 iniciou-se a obra e em 2018 a capacitação da equipe de construtores para execução das paredes da casa, todas projetadas para serem executadas de adobe e terra ensacada.

Confins – MG, Brasil.



2 – Vista geral primeiro projeto (Biohabitate 2015)

O projeto desde o início de seu desenvolvimento foi idealizado para ser o mais saudável e sustentável possível. Em todas as etapas do projeto e detalhamento do mesmo, os proprietários demostraram um envolvimento ativo e vontade de acompanhar e também participar ativamente do dia-a-dia da obra. Com início das obras isso se concretizou e durante a obra os proprietários estão sempre presentes e são um dos canais de comunicação da Biohabitate com os demais construtores.



2 – Planta de amarração projeto atual (Biohabitate 2018)

Todas as paredes internas, e algumas externas da casa, foram concebidas para serem executadas de adobe com pilares em pontos estratégicos. Uma das paredes externas da casa foi projetada com formato curvo e será estrutural e executada de terra ensacada, assim como as paredes do deposito e capela.

Tanto as paredes de adobe quanto as paredes de terra ensacada foram projetadas para serem executadas sobre alvenaria base de bloco de concreto, com altura mínima de 45cm a partir do piso acabado. Essa alvenaria base tem função de proteger as bases das paredes contra impactos, respingos de chuva e umidade ascendente por capilaridade. Antes da execução dessas alvenarias base, o piso de concreto usinado foi impermeabilizado com asfalto frio para maior proteção da umidade ascendente.



3 – Alvenaria base de blocos de concreto para paredes de adobe e terra ensacada (Biohabitate 2018).

Toda terra a ser utilizada nas paredes da obra teve origem do próprio terreno a partir da gestão, acompanhamento e separação feitos durante a terraplanagem e cavação das fundações. A matéria orgânica superficial foi separada, e a terra para construção separada e armazenada sob lonas em pontos estratégicos da obra.

Para início da capela, a ser feita de terra ensacada, a Biohabitate ministrou curso de capacitação na obra, direcionado para os proprietários, equipe de construtores e pessoas interessadas. A terra local foi analisada com testes tácteis visuais e com testes prévios feitos com fiadas de terra ensacada.



4 – Cursos capacitação. Testes tácteis visuais para análise e testes para terra ensacada e adobes (Biohabitate 2018).

Os resultados mostraram que a terra do local já tinha proporções adequadas para ser utilizada para terra ensacada sem necessidade de correção granulométrica. Antes do início da execução das paredes de terra ensacada da capela, o piso sobre a fundação foi impermeabilizado com frio asfalto para proteção da umidade ascendente por capilaridade.



5 – Cursos capacitação. Início execução parede terra ensacada da capela (Biohabitate 2018).

Todas as fundações foram executadas em concreto armado e na área da casa ainda foi executado radie com altura de 25cm. Para os muros de terra ensacada das divisas laterais, a fundação também foi feita de concreto armado, e sobre ela executada parede base de concreto ciclópico com altura de 45cm acima do nível do terreno natural. A face superior dessa parede base de concreto ciclópico foi impermeabilizada com frio asfalto para receber o muro de terra ensacada

Na divisa lateral direita, o muro foi projetado para ser curvo, e como margem de segurança foram colocadas duas colunas verticais faceando muro no seu eixo transversal.



4 - Base concreto ciclópico impermeabilizada pronta para receber muro (Biohabitate 2018)



5 - Inicio execução muro terra ensacada (Biohabitate 2018)

Depois de dois meses do primeiro curso, a Biohabitate realizou capacitação para equipe da obra executar alvenarias com os adobes já feitos anteriormente em consultoria presencial na obra. Depois de testes, os resultados mostraram que a proporção de 7 de terra e 1 de areia teve menor índice de retração e maior resistência e coesão depois de curado.



6 – Cursos capacitação feitio de adobes e alvenaria. Teste de Carazas (Biohabitate 2018).

A produção dos adobes está sendo realizada com mistura previa da terra e areia secas na betoneira, e depois umidificadas e misturadas com os pés e enxadas.



7 – Mistura previa de terra e areia secas na betoneira feitio dos adobes (Biohabitate 2018).


8 – Barro sendo amassado para feitio dos adobes (Biohabitate 2018).

Para execução dos adobes estão sendo usadas formas metálicas e de madeira, ambas com a necessidade de serem untadas com agua e areia para melhor desenformar os adobes. A cura é feita na sombra com média de 20 dias para secar totalmente.


9 – Fôrma de madeira para adobe sendo preparada (Biohabitate 2018).


10 – Fôrma metálica dupla para adobes (Biohabitate 2018).


11 – Adobes curando na sombra (Biohabitate 2018)

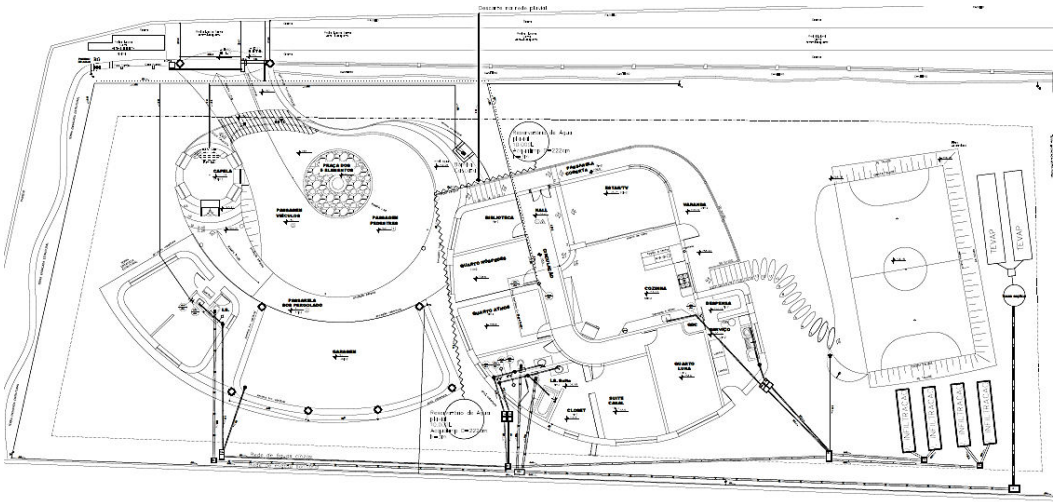


12 – Capacitação alvenaria de adobe (Biohabitate 2018).

As instalações hidro sanitárias e elétricas passaram em sua maioria pelo piso e também nessa alvenaria base de blocos de concreto. Nos pontos em, que subirá nas paredes de adobe receberá revestimento e rebocos específicos pontuais, pois as paredes de adobe serão todas à vista.

Nas paredes de terra ensacada serão feitos os caminhos para as instalações, e depois rebocados e pintados com terra.

O projeto feito pela Biohabitate também comtempla tratamento ecológico de efluentes com tanques de evapotranspiração e valas de infiltração. Também está previsto captação e reuso da agua de chuva e aquecimento solar e por serpentina para chuveiros e torneiras.



9 – Planta projeto hidro sanitário (Biohabitate 2017)

As estruturas coberturas e pilares estão sendo executados com eucaliptos reusados provenientes de antigos postes de iluminação pública. Temos telhado de telha cerâmica, uma cúpula de terra ensacada para capela, e teto vivo em parte da área da casa.

Foto autor 1



Foto autor 2



1

Breve currículo autor 1
Flavio Duarte, arquiteto e urbanista, é poeta, escritor e terapeuta sistêmico de habitats e habitantes. Consultor de salubridade e sustentabilidade fenomenológica de ambientes construídos e naturais. É o fundador e diretor executivo da Biohabitate, membro da rede TerraBrasil, escritor, poeta e parecerista dos periódicos de arquitetura PUC-Minas. Autor de mais de 5mil metros quadrados de projetos para construções com terra.

E-mail autor 1
flavio@biohabitate.com.br

Breve currículo autor 2
Bruno Azevedo é sócio e diretor executivo da Biohabitate, membro da rede TerraBrasil, fundador e ex diretor executivo da Threna – arquitetura e construção, ex diretor do departamento de arquitetura da UNICOR – Universidade do Vale do Rio Verde, diretor de obras da instituição CEFLUMARE, publicou artigos científicos em congressos de arquitetura de terra, trabalha com projeto e capacitação de mão- de-obra em construções de terra.

E-mail autor 2
bruno@biohabitate.com.br

FICHA TÉCNICA

Casa Lagoa Confins

Residencial unifamiliar

Local: Confins - MG

Data de início do projeto: 2012

Data da conclusão da obra: início obra em 2017, em andamento

Área do terreno: 1000m2

Área construída: 400m2

Projeto/Idealização: Biohabitate

Construção: Equipe contratada pelos proprietários e capacitada pela Biohabitate

Estrutura: paredes estruturais de terra ensacada, paredes de adobe com pilares de eucalipto de reuso.

Hidráulica: Projeto Biohabitate

Fotos: Biohabitate

Fornecedores: Locais

TerraBrasil 2018
Território e trabalho: a produção da arquitetura com terra no Brasil
VII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Rio de Janeiro-RJ (Brasil), 30 de outubro a 2 de novembro de 2018
http://redeterrabrasil.org

PROJETOS & OBRAS (P&O)



1 - Cocha Acústica preparada para show e recepção (Biohabitate 2016).

Cúpula Geodésica

Concha Acústica de Pau a Pique

Flávio Duarte e Bruno Azevedo

RESUMO

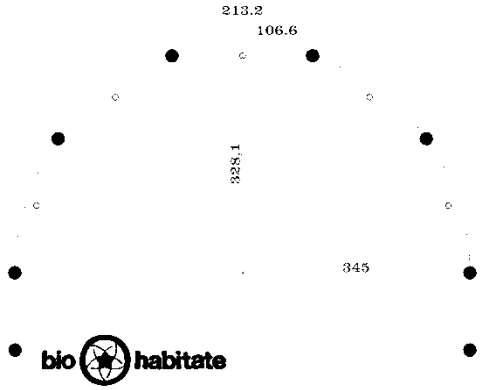
A Concha Acústica João de Barro, projeto dos arquitetos Flávio Duarte e Bruno Azevedo, foi executada dentro de um galpão em São Sebastião das Águas Claras – MG (Macacos). O galpão foi alugado para servir como um espaço cultural comunitário.
A prerrogativa dos locatários era construir uma estrutura econômica, que eles próprios pudessem construir com o máximo de autonomia e com apoio da comunidade local.
Também foi um dos pré-requisitos do projeto e da escolha dos materiais, a necessidade de uma acústica satisfatória, e que direcionasse o som dos eventos, aulas comunitárias e shows para frente do galpão, e assim não ser problema de barulho para vizinhança próxima ao galpão.
A estrutura escolhida foi de cúpula geodésica com 6,90m de diâmetro e semiaberta para conformar a concha acústica. As faces da geodésica foram fechadas com pau a pique e executado com malhas de bambu, barreamento, reboco e tinta de terra.

Concha acústica de espaço cultural, São Sebastião das Águas Claras – MG, Brasil.

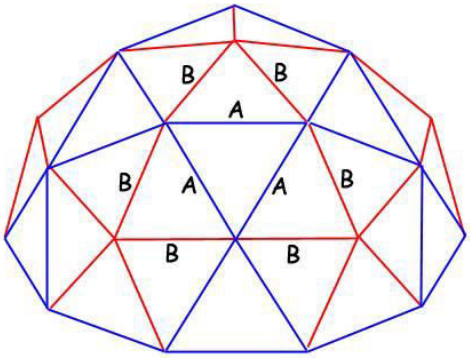


2 - Cocha Acústica em uso em noite de show (Biohabitate 2016).

O projeto foi concebido no local da obra junto com os proprietários, desenvolvido e apresentado com desenhos simples e croquis. O projeto foi todo concebido durante as duas visitas no local, e a diretriz principal foi a autonomia construtiva da comunidade e dos locatários e também, o baixo custo e o uso de técnicas e materiais acústicos e de menor impacto ambiental.



3 – Planta cocha acústica (Biohabitate 2016).



4 – vista cocha acústica (foto Biohabitate 2016).

Outra importante necessidade era de uma obra que pudesse ser desconstruída de maneira simples e não gerasse lixo contaminante e tóxico, pois o galpão, em que foi executada, foi alugado apenas por um período determinado.

A escolha da estrutura geodésica e fechamento de pau-a-pique foram decisivos para cumprir com esses requisitos, e também para que a acústica dos materiais e o formato da estrutura favorecesse a eficácia da concha acústica.

No chão já existente do galpão afixamos madeiras aprumadas, que serviram como pilares principais para execução da parede de pau-a-pique com 1,50m de altura, sobre a qual foi feita a estrutura da cúpula geodésica.

Para capacitação dos locatários do galpão e da comunidade local, que continuaram a obra, organizamos uma oficina pratica de capacitação na qual foi executada parte da parede base da cúpula e também executado de terra ensacada e reboco de terra o contorno e limite frontal da concha acústica no chão.



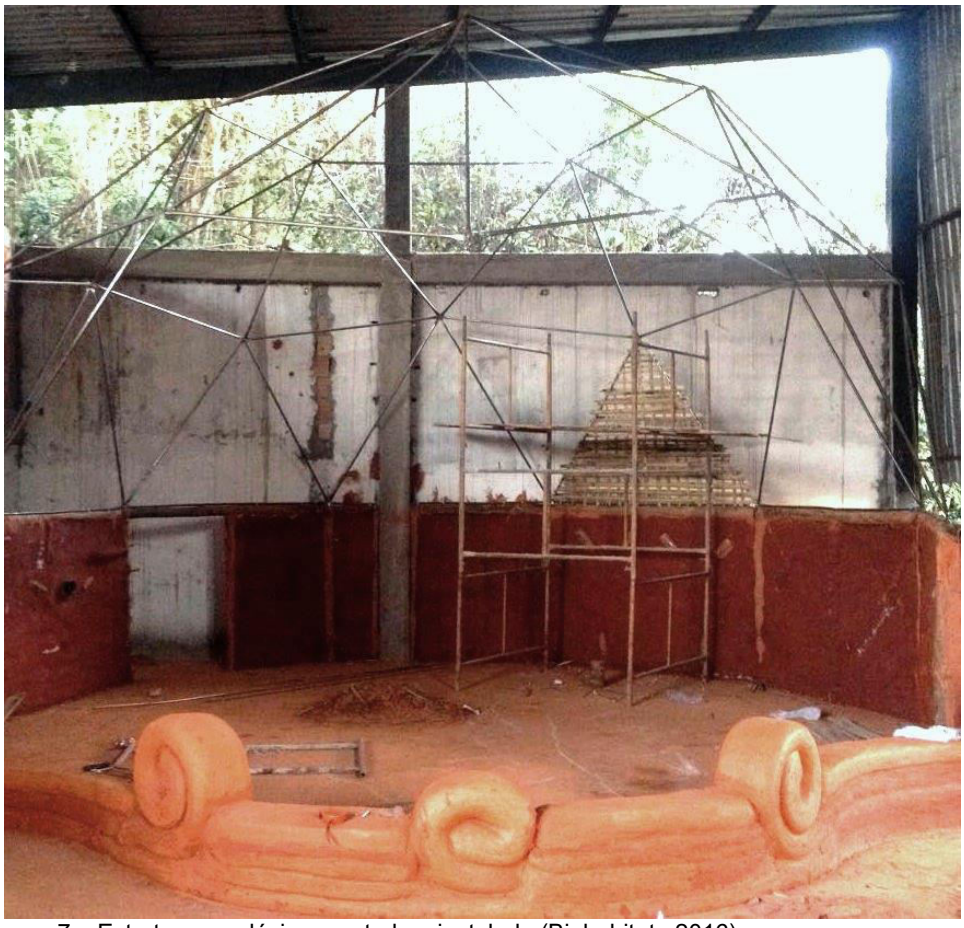
5 – Oficina pau-a-pique e terra ensacada (Biohabitate 2016).



6 – Execução do pau-a-pique (Biohabitate 2016).

Sobre a parede de pau-a-pique executada durante a oficina com a comunidade, executamos a estrutura da cúpula com tubos metálicos, vendidos no mercado como eletro dutos metálicos.

A cúpula geodésica foi montada pelos arquitetos e pelos proprietários em poucas horas de trabalho fora do local da sua instalação e depois erguida facilmente pela base ate o local em que ficaria definitivamente.



7 – Estrutura geodésica montada e instalada (Biohabitate 2016)

As ligações entre as arestas da geodésica foram feitas amassando as pontas dos eletro dutos de maneira padronizada, incluindo uma angulação para formar a geodésica.

As arestas foram furadas e conectadas entre si com parafusos e porcas. Depois receberam pontos de solda, antes da execução da malha do pau-a-pique nas faces. Para afixação da geodésica na parede base foram usadas barras chatas metálicas dobradas e pregadas com pregos na estrutura de madeira da parede base.

Para execução da malha do pau-a-pique, tanto da parede base, como da cúpula, foram usados bambus do local, já colhidos e secos previamente, abertos em taquaras. Os bambus não receberam tratamento especifico, pois a estrutura tinha caráter temporário e relacionado com período curto de locação do galpão.

Para o barreado da geodésica, foram comprados dois caminhões de terra argilosa com 12m³ cada um, e nos arredores da obra foram colhidas folhas secas de pinheiro para serrem usadas como fibras para diminuir a retração da massa.

A terra veio de uma região próxima a obra, já que não era possível retirar terra do terreno onde estava o galpão e na vizinhança imediata foi encontrada terra com muito cascalho, o que inviabilizou o uso da mesma devido ao baixo rendimento após ser peneirada. Para execução do pau-a-pique da parede e da cúpula, a terra foi estabilizada com areia, obtendo o traço na proporção de 2 de terra, 1 de areia e 2 de fibra.

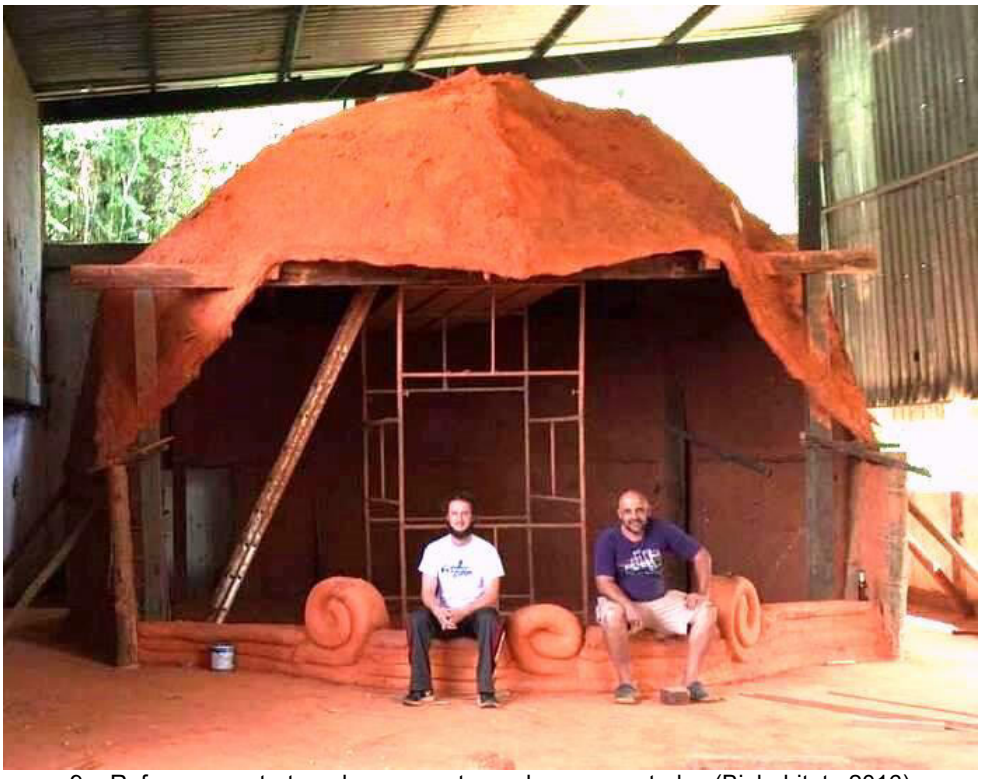
Depois de curar por 20 dias, e das trincas de retração aparecerem, foi executada a massa de recomposição na mesma proporção do barreado inicial, porem mais plástica com o aumento do teor de umidade para preencher as trincas e fissuras. Quando a camada de recomposição secou, após 10 dias, executamos reboco de calfitice como acabamento final, preparado com traço em proporções de 5 de terra, 3 de areia, 1 de pasta de cal, 1/2 de cimento e 6 de fibra.



8 – Barreado em execução (Biohabitate 2016)

Durante execução do barreado, vimos a necessidade de aumentar a margem de segurança da estrutura, para garantir sustentação do peso do barro, e estabilidade da estrutura durante os movimentos gerados pelas pessoas que caminhavam sobre a geodésica para execução do pau a pique da cúpula.

Assim foram adicionados, já no final da execução do pau a pique da cúpula, dois pilares e uma viga feitos de madeiras de demolição, conformando um pórtico de sustentação na frente da cúpula, local onde foi interrompida para formação da concha acústica.



9 – Reforço na estrutura, barreamento e reboco executados (Biohabitate 2016)

Foto autor 1



Foto autor 2



1

Breve currículo autor 1
Flavio Duarte, arquiteto e urbanista, é poeta, escritor e terapeuta sistêmico de habitats e habitantes. Consultor de salubridade e sustentabilidade fenomenológica de ambientes construídos e naturais. É o fundador e diretor executivo da Biohabitate, membro da rede TerraBrasil, escritor, poeta e parecerista dos periódicos de arquitetura PUC-Minas. Autor de mais de 5mil metros quadrados de projetos para construções com terra.

E-mail autor 1
flavio@biohabitate.com.br

Breve currículo autor 2
Bruno Azevedo é sócio e diretor executivo da Biohabitate, membro da rede TerraBrasil, fundador e ex diretor executivo da Threna – arquitetura e construção, ex diretor do departamento de arquitetura da UNICOR – Universidade do Vale do Rio Verde, diretor de obras da instituição CEFLUMARE, publicou artigos científicos em congressos de arquitetura de terra, trabalha com projeto e capacitação de mão- de-obra em construções de terra.

E-mail autor 2
bruno@biohabitate.com.br

FICHA TÉCNICA

(Cúpula Geodésica)

(Concha Acústica, Espaço Cultural)

Local: São Sebastião das Águas Claras - MG

Data de início do projeto: junho 2016

Data da conclusão da obra: setembro 2016

Área do terreno: 2000m2

Área construída: 19m2

Projeto/Idealização: Biohabitate

Construção: Biohabitate e locatários

Estrutura: tubos metálicos, madeira, bambu e barreado

Hidráulica: -

Fotos: Biohabitate

Fornecedores: -

TerraBrasil 2018

Território e trabalho: a produção da arquitetura com terra no Brasil

VII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Rio de Janeiro-RJ (Brasil), 30 de outubro a 2 de novembro de 2018

http://redeterrabrasil.org

PROJETOS & OBRAS (P&O)



Casa da Árvore

Thiago Lopes Ferreira (ARCA Terra)
Anaïs Guéguen Perrin (ARCA Terra)

RESUMO

A casa da árvore se encontra numa ecovila no meio rural do município de São Carlos/SP, em um local onde se pretende viver segundo princípios mais equilibrados com o meio ambiente e a comunidade. O sistema construtivo utilizado é conhecido como técnicas mistas, onde as estruturas primárias e secundárias são de madeira e o preenchimento das paredes é realizado com uma argamassa de terra e palha. Uma árvore presente do local orienta a implantação da casa e marca a ampla vista do vale rural. A casa possui o formato de um “C” gerando um pátio central que se abre para a árvore.



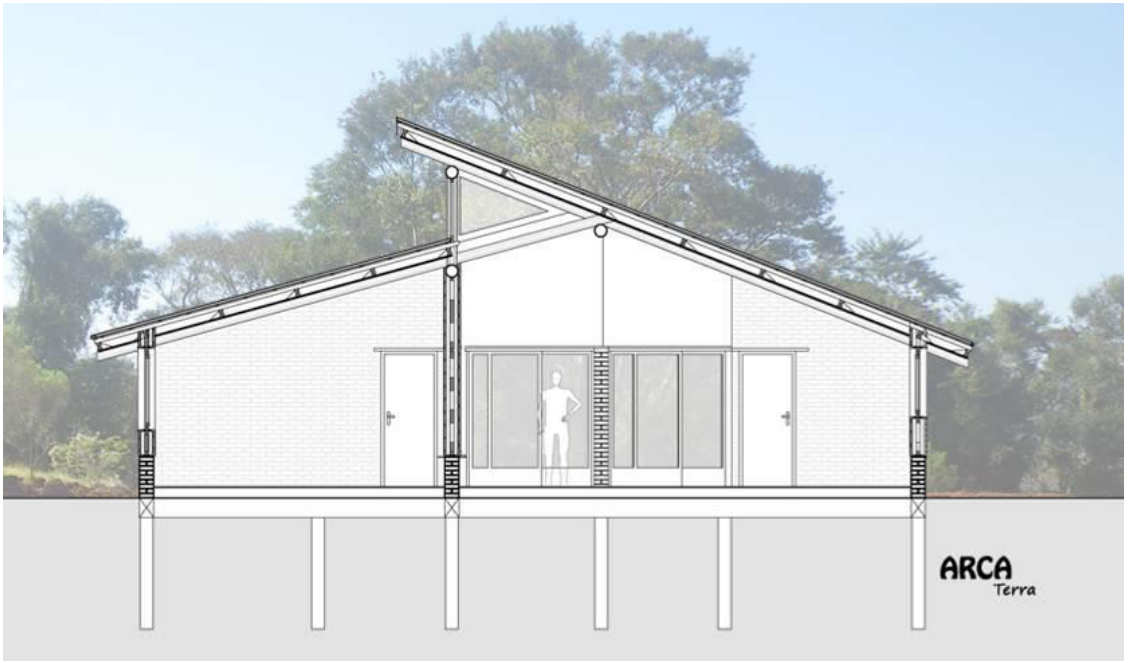
01: Vista da casa a partir da árvore local que orienta a implantação do projeto. Foto : ARCA Terra

DESCRIÇÃO DA OBRA

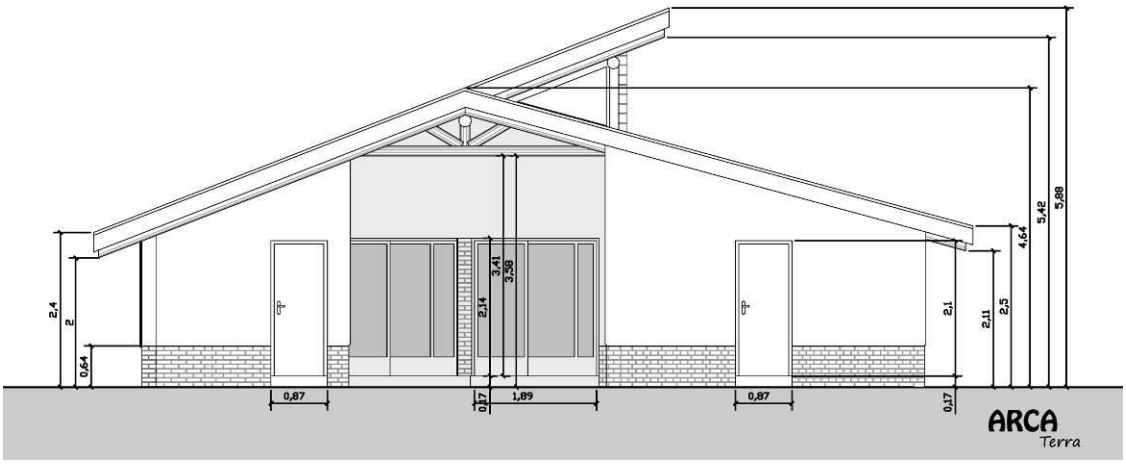
O sistema construtivo escolhido é o sistema de técnicas mistas onde as estruturas são de madeira e as vedações de argamassas de terra argilosa e fibras vegetais. A estrutura principal foi pensada a partir da utilização de peças de caibros de madeira de demolição em função da facilidade de manuseio (peso, tamanho, fácil conexão em sistemas) e do baixo custo encontrado, visto serem peças de demolição muitas vezes com partes quebradas, pregos ou parafusos conectados e tamanhos diferenciados.
Esta estrutura consiste em dois caibros de mesmo tamanho e seção conectados por peças cortadas de um terceiro caibro formando componentes estruturais dispostos lado a lado e distantes cerca de 60cm um do outro. Nos espaçamentos entre os caibros são fixados os contraventamentos.
O barreamento da casa foi realizado a partir de uma atividade de “canteiro aberto”, onde estudantes, profissionais, interessados, amigos e familiares participaram da realização construtiva. Por ser uma atividade com poucos riscos, o barreamento se transforma em um momento propício para processos de sensibilização e capacitação técnica. Além da prática construtiva os participantes participam de rodas de conversas sobre as escolhas dos materiais, dos sistemas construtivos, dos detalhes e acabamentos, entre outras questões.
A nível térmico, as técnicas e materiais utilizados buscam assegurar um bom conforto interno, aproveitando da alta inércia térmica presente na terra e de seu potencial de regulação higrométrica.



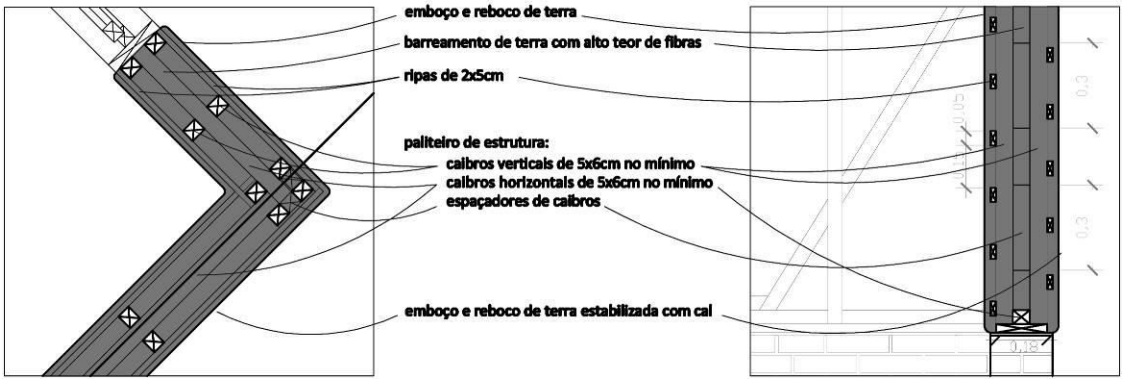
02: Planta baixa humanizada. Fonte: ARCA Terra



03: Corte transversal na sala. Fonte: ARCA Terra



04: Fachada sudeste. Fonte: ARCA Terra



05: Detalhes das paredes (desenho esquerdo em planta e direito em corte). Fonte: ARCA Terra



06: Fundações finalizadas. Foto: ARCA Terra



07: Base das paredes com tijolos de demolição.



08: Tábua de repartição de carga e pingadeira da parede.





09: Estrutura da fachada leste. Foto: ARCA Terra

10 – Sistema de estrutura com caibros ontraventados.





11: Estrutura finalizada com os roliços da cobertura.

12: Fixação do ripamento das paredes. Foto: ARCA Terra



13: Cobertura realizada com telhas cerâmicas.



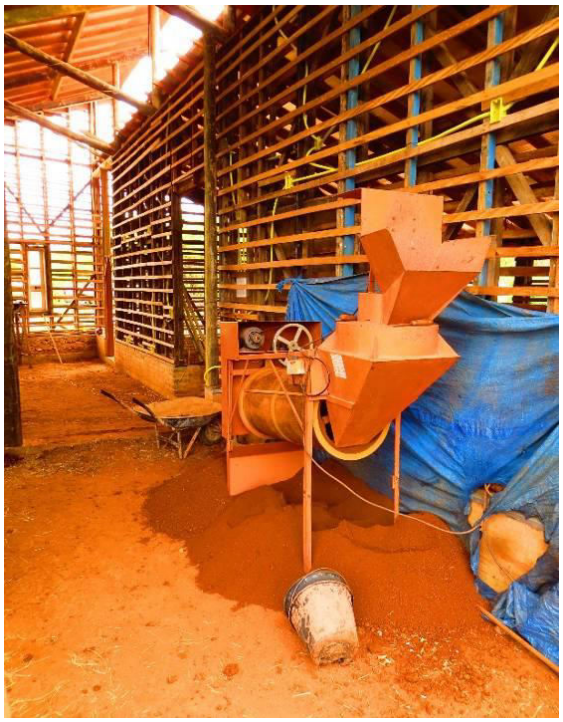
14: Vista oeste com ripamento finalizado. Foto: ARCA Terra



15: Cerca de 40m³ de terra argilosa. Foto: ARCA Terra



16: Fardos de feno seco para preparar as argamasas.



17: Destorroadora e peineiradora. Foto: ARCA Terra



18: Linha de produção das argamassas. Foto: ARCA Terra



19: Argamassa de terra e palha preparada para aplicação.



20: Canteiro aberto para aplicação do barreamento



21: Participação de famílais e amigos.



22: Participação de estudantes de arquitetura. Foto: ARCA Terra



23: Fachada principal barreada e seca. Foto: ARCA Terra



24: Vista do pátio coberto, foto: ARCA Terra



25: Vista a partir da sala. Foto: ARCA Terra





26 e 27: Detalhes do barreamento e do emboço secos com a fibra limitando suas retrações. Foto: ARCA Terra



28: Vista da estrutura do telhado. Foto: ARCA Terra



29: Vista das paredes emboçadas do quarto.



30: Vista da entrada principal. Foto: ARCA Terra



31: Vista nordeste. Foto: ARCA Terra

Estágio atual das obras:

Os revestimentos internos e externos da casa estão sendo executados. Uma primeira camada de terra argilosa, areia e fibra vegetal picada foi realizada como emboço interno. Os rebocos internos estão sendo testados. Do lado interno, eles serão feitos com argamassas a base de terra e areia e do lado externo eles serão realizados com uma mistura de terra e areia estabilizada com cal.



32: Aplicação do emboço da sala. Foto: ARCA Terra



33: Emboço do banheiro, foto: ARCA Terra



34: Camada de emboço interno finalizado na sala. Foto: ARCA Terra

Foto autor 1



Foto autor 2



Breve currículo autor 1

Arquiteto (UFRJ), com mestrado em Desenvolvimento Rural (CPDA/UFRRJ) e especialização em Arquitetura de Terra (CRAterre). Doutor em arquitetura pela Universidade de Grenoble (UPMF) e pela Universidade de São Paulo (IAU/USP/Brasil) e membro dos grupos de pesquisa Culturas Construtivas (AE&CC/ENSAG) e Habitação e Sustentabilidade (HABIS/IAU/USP), assim como das redes PROTERRA e TerraBrasil. Atua no Atelier de Realização e Criação de Arquitetura com Terra (ARCA Terra) na produção de arquiteturas ecológicas e sociais.

E-mail autor 1
thi.lopes.ferreira@gmail.com

Breve currículo autor 2

Arquiteta especializada em Arquitetura de Terra (CRATerre/ENSAG), atua no Atelier de Realização e Criação de Arquitetura com Terra (ARCA Terra) na produção de arquiteturas ecológicas e projetos sociais. Participa como pesquisadora, das atividades do grupo de pesquisa HABIS (IAU/USP) e da Unidade de pesquisa AE&CC (ENSAG, França) sobre as temáticas dos materiais naturais e sistemas construtivos associados, assim como na pesquisa-ação em comunidades rurais e indígenas.
É membro das redes Terra Brasil e PROTERRA.

E-mail autor 2
anaisgueguen@gmail.com

FICHA TÉCNICA

CASA DA ÁRVORE

PROJETO/OBRA RESIDENCIAL

Local: Ecovila Tibá, município de São Carlos, São Paulo

Data de início do projeto: Fevereiro 2016

Data da conclusão da obra: em andamento

Área construída: 120m2

Projeto/Idealização: Atelier de Realização e Criação de Arquitetura com Terra (ARCA Terra) em parceria com Maurício Corba

Construção: ARCA Terra, Gilson, Bruno e Fabiano

Estrutura: Madeira com vedação em terra

Fotos: ARCA Terra

TerraBrasil 2018
Território e trabalho: a produção da arquitetura com terra no Brasil
VII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Rio de Janeiro-RJ (Brasil), 30 de outubro a 2 de novembro de 2018
http://redeterrabrasil.org

PROJETOS & OBRAS (P&O)

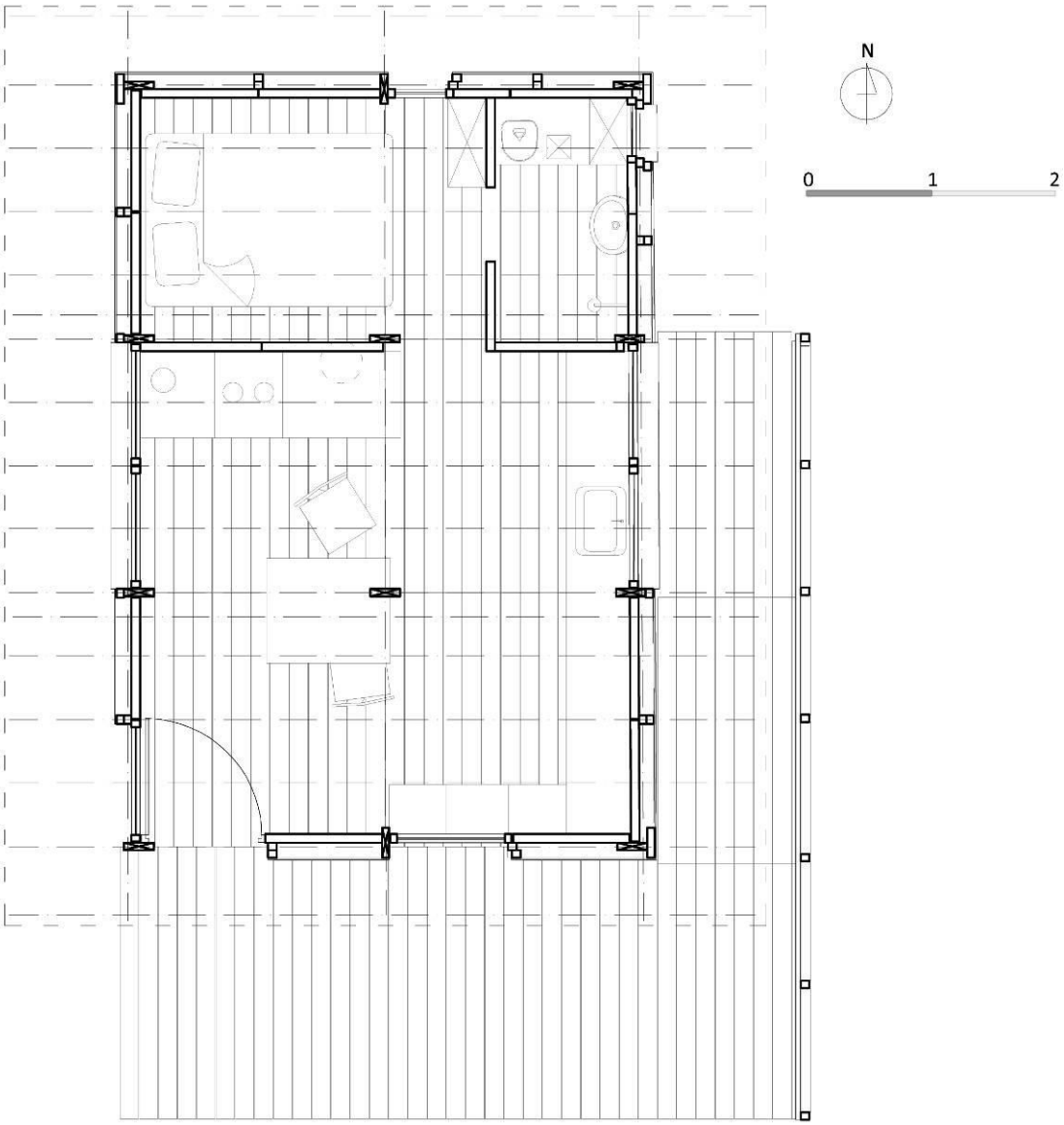


Chalé das Montanhas

Thiago Lopes Ferreira (ARCA Terra)
Anaïs Guéguen Perrin (ARCA Terra)

RESUMO

Localizado numa região de montanhas, na divisa entre os estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro, dentro dos limites do município de Itamonte, este chalé ecológico concebido e construído para atender o desejo de um espaço de repouso e lazer para um casal, teve como desafio construtivo a produção de uma arquitetura integrada a natureza local, realizada a partir da utilização de madeiras e terras disponíveis como materiais naturais de construção.



DESCRIÇÃO DA OBRA

Com as estruturas em madeira, o sistema de piso elevado do solo e a cobertura vegetalizada, o chalé possui suas paredes realizadas a partir de painéis pré-fabricados de madeira que, uma vez montados, receberam a trama de bambu e o barreamento feito a partir de uma argamassa de terra argilosa e fibras vegetais. Posteriormente, o lado interno da casa foi revestido com camadas de rebocos de terra na sala, cozinha e quarto, e rebocos de terra estabilizada com cal no banheiro.

Nas fachadas externas foram acrescentadas uma nova camada vertical composta por uma espécie de“colchão” de serragem e cal, revestidas por peças de madeira de recuperação, neste caso peças do assoalho de um antigo vagão de trem.

A nível térmico, as técnicas e materiais utilizados buscam assegurar um bom conforto interno, aproveitando da alta inércia térmica presente na terra, na parte interna da casa, e do potencial das fibras como material isolante, na parte externa das paredes e no piso. A cobertura vegetalizada também limita de maneira importante a perda de calor da casa pelo telhado.



01: Base estrutural em eucalipto roliço. Foto: ARCA Terra



02: Detalhe do encaixe da base. Foto: ARCA Terra



03: Estrutura em pranchas de eucalipto. Foto: ARCA Terra



04: Contraventamento da estrutura. Foto: ARCA Terra



05: Fixação dos painéis pré-fabricados. Foto: ARCA



06: Estruturas principal e segundária. Foto: ARCA Terra



07: Estrutura de piso elevado. Foto: ARCA Terra



08: Preenchimento com fibras e cal. Foto: ARCA Terra



09: Fechamento do piso com OSB. Foto: ARCA Terra

Acima, o sistema de piso elevado do solo, a partir de uma composição feita com placas de madeira de OSB, preenchidas em seu interior com uma mistura de fibras vegetais e cal, envoltas por uma manta geotextil. Abaixo, o sistema de cobertura vegetalizada a partir de uma base de placas de OSB impermeabilizada em sua face superior, acrescida de uma manta de drenagem, uma manta anti raízes, do substrato de terra e do material vegetal de cobertura.



10: Impermeabilização das placas de OSB. Foto: ARCA Terra



11: Manta de drenagem e manta anti-raízes.



12: Substrato de terra. Foto: ARCA Terra



13: Vegetalização da cobertura. Foto: ARCA Terra



14: Fixação das varas de bambu. Foto: ARCA Terra



15: Vista externa da trama de bambu. Foto: ARCA Terra



16: Vista interna da trama de bambu.Foto: ARCA Terra

As paredes são formadas por quadros de madeira pré-fabricados presos na estrutura principal, onde foram fixados bambus verticais de fechamento para o barreamento com argamassa de terra argilosa e fibras vegetais.



17: Barreamento da face externa. Foto: ARCA Terra



18: Barreamento interno do chalé. Foto: ARCA Terra



19: Barreamento finalizado. Foto: ARCA Terra



20: Testes para o emboço de terra. Foto: ARCA Terra



21: Reforço com tela de juta nas junções dos painéis



22: Emboço interno de terra finalizado. Foto: ARCA Terra



23: Testes para o reboco de acabamento, foto: ARCA Terra



24: Acabamento de terra clara local, foto: ARCA Terra



25: Acabamento de terra clara local, foto: ARCA Terra



26: Acabamento de terra clara local, foto: ARCA Terra



27: Acabamento de terra estabilizada com cal. Foto ARCA Terra



28: Acabamento de terra clara no quarto.

Os revestimentos internos da sala, cozinha e quarto foram realizados nas camadas de emboço e reboco a partir de argamassas produzidas com as terras claras locais. No banheiro foram feitos o emboço e reboco a partir de uma argamassa de terra estabilizada com cal.





29 e 30: Acabamento do banheiro com terra estabilizada com cal. Foto: ARCA Terra



31: Camada externa de serragem e cal. Foto: ARCA Terra



32: Barreira metálica contra entrada de bichos.



33: Fechamento externo com madeira de demolição.



34: Etapas dp fechamento externo. Foto: ARCA Terra

Do lado externo do chalé foi realizada uma camada vertical isolante com uma mistura de serragem e cal, protegidas por um geotextil e revestidas externamente com ripas de madeira de assoalho de demolição.



35: Fachada principal. Foto: ARCA Terra



36: Fachada com janelas abertas, foto: ARCA Terra



37: Vista do fechamento de madeira, foto: ARCA Terra

Fotos do chalé acabado - 01 ano e meio depois da obra concluída:



38: Vista do noroeste com as janelas abertas.



39: Cobertura vegetalizada. Foto: ARCA Terra



40: Sala com o fogão a lenha e sistema de aquecimento de água.



41: Porta do banheiro. Foto: ARCA Terra



43: Vista nordeste do chalé. Foto: ARCA Terra



42: Vista noroeste do chalé. Foto: ARCA Terra

Foto autor 1



Foto autor 2



Breve currículo autor 1

Arquiteto (UFRJ), com mestrado em Desenvolvimento Rural (CPDA/UFRRJ) e especialização em Arquitetura de Terra (CRAterre). Doutor em arquitetura pela Universidade de Grenoble (UPMF) e pela Universidade de São Paulo (IAU/USP/Brasil) e membro dos grupos de pesquisa Culturas Construtivas (AE&CC/ENSAG) e Habitação e Sustentabilidade (HABIS/IAU/USP), assim como das redes PROTERRA e TerraBrasil. Atua no Atelier de Realização e Criação de Arquitetura com Terra (ARCA Terra) na produção de arquiteturas ecológicas e sociais.

E-mail autor 1
thi.lopes.ferreira@gmail.com

Breve currículo autor 2

Arquiteta especializada em Arquitetura de Terra (CRATerre/ENSAG), atua no Atelier de Realização e Criação de Arquitetura com Terra (ARCA Terra) na produção de arquiteturas ecológicas e projetos sociais. Participa como pesquisadora, das atividades do grupo de pesquisa HABIS (IAU/USP) e da Unidade de pesquisa AE&CC (ENSAG, França) sobre as temáticas dos materiais naturais e sistemas construtivos associados, assim como na pesquisa-ação em comunidades rurais e indígenas.
É membro das redes Terra Brasil e PROTERRA.

E-mail autor 2
anaisgueguen@gmail.com

FICHA TÉCNICA

CHALÉ DAS MONTANHAS

PROJETO/OBRA RESIDENCIAL

Local: Município de Itamonte, Minas Gerais

Data de início do projeto: Julho 2015

Data da conclusão da obra: Dezembro 2016

Área construída: 25 m2

Projeto/Idealização: Atelier de Realização e Criação de Arquitetura com Terra (ARCA Terra)

Construção: ARCA Terra, Rafael Camargo, Natal e Agnaldo

Estrutura: Madeira com vedação em terra

Fotos: ARCA Terra

TerraBrasil 2018
Território e trabalho: a produção da arquitetura com terra no Brasil
VII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Rio de Janeiro-RJ (Brasil), 30 de outubro a 2 de novembro de 2018
http://redeterrabrasil.org

PROJETOS & OBRAS (P&O)



Revestimentos de terra

Thiago Lopes Ferreira (ARCA Terra)
Anaïs Guéguen Perrin (ARCA Terra)

REVESTIMENTOS DE TERRA

A realização de revestimentos internos e externos em arquiteturas e demais edificações consiste em uma técnica construtiva cujos objetivos atendem tanto às necessidades de proporcionar proteção às paredes, pisos e tetos, quanto às intenções de embelezamento e criação artística dessas construções.

Os revestimentos de terra acompanham a história da humanidade retratados nos variados patrimônios arquitetônicos, produzidos pelas mais diferentes sociedades que utilizaram a terra como material de construção. Eles podem ser entendidos como um sistema de proteção realizado a partir de diferentes camadas (emboços e rebocos), compostas de elementos e traços diferenciados, funções complementares e acabamentos variados.

Sua composição granulométrica abrange as areias e siltes, que atuam como agregados, e as argilas, atuando como a liga da mistura, que se faz com a adição de água até atingir seu estado plástico. Podem ser ou não estabilizadas com fibras vegetais, cal e outros elementos naturais, em função do tipo, localização e objetivo do suporte que irá receber os revestimentos.

Dentre os potenciais de sua utilização, os revestimentos de terra se apresentam como: excelente regulador higrométrico; natural; não tóxico e não nocivo à saúde; simples e agradável a trabalhar; geralmente econômico; encontrado localmente ou na região; apresenta grande potencial estético e artístico; de baixa demanda energética em seu processo produtivo, de elevada reversibilidade - quando não estabilizados - o que permite a sua reutilização e diminui os resíduos, tornando-os ecológicos e sustentáveis.

Os revestimentos a base de terra vêm sendo cada vez mais revalorizados e inseridos nos processos contemporâneos de produção arquitetônica. O Atelier de Realização & Criação de Arquitetura com Terra (ARCA Terra) vem participando e contribuindo com esse processo, realizando diversos trabalhos em diferentes situações e contextos, reafirmando o uso da terra como boa solução construtiva e com numerosas qualidades ambientais e sociais.

Revestimento artístico em restaurante

Local: Chapecó, SC
Ano: 2017
Tamanho do suporte:
1° parte = 5,20 metros de altura x 2,40 metros de largura
2° parte = 1,80 metros de altura x 7,60 metros de largura
Total = cerca de 27 m2.
Tipo do suporte:
Parede de bloco de concreto com chapisco de cimento.
Revestimento:
Aplicação de terras argilosas corrigidas com areias finas.
As cores foram misturadas a fresco.
Acabamento:
Óleo de linhaça.
Tempo de execução da obra: 04 dias a 02 pessoas.







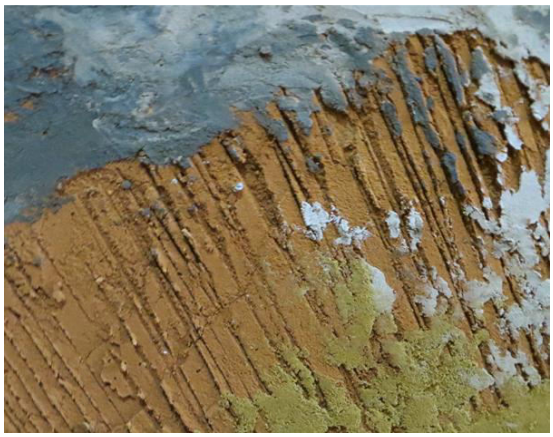

ARCA
Terra











Revestimento artístico em residência

Local: São Carlos, SP
Ano: 2016
Tamanho do suporte:
Total = 7 m2.
Tipo do suporte:
Parede de tijolo cozido com reboco de cimento e areia, e pintura de cal.
Revestimento:
Foram realizadas três camadas diferentes, sendo a primeira de cal e areia, e as duas seguintes em terra de tonalidades marrom e creme. Em seguida, os desenhos foram criados em baixo relevo a partir da técnica do sgraffito e a parte inferior da parede recebeu acabamento texturizado.
Acabamento final:
Óleo de linhaça.
Tempo de execução da obra: 03 dias a 02 pessoas.

















Revestimento artístico em Jardim de Infância

Local: São Carlos, SP
Ano: 2015
Tamanho do suporte:
4 painéis que somam 9m² de superfície. Os revestimentos somam mais 18m².
Tipo do suporte:
Painéis de madeira
Preenchimento:
Mistura de terra argilosa com palha de arroz. Etapa realizada em trabalho de grupo, com professores, responsáveis da escola e pais voluntários.
Revestimento:
Primeira camada realizada com terra e fibra para o nivelamento das superfícies dos painéis e preparação para os revestimentos decorativos. Em seguida, cada painel recebeu mais uma ou duas camadas de revestimento e técnicas diferentes de acabamento: sgraffito, raspagem, liso e texturizado, a partir de terras de diferentes cores.
Acabamento:
Óleo de linhaça.

















Revestimento artístico em residência

Local: Valinhos, SP
Ano: 2015
Tamanho do suporte:
Total = 15 m2.
Tipo do suporte:
Reboco convencional rugoso com pintura.
Revestimento:
Duas camadas de terras de tonalidades marrom e amarela, compostas de diferentes granulometrias de areias. A terra amarelada, proveniente do próprio terreno, recebeu os desenhos através da técnica do sgraffito em baixo relevo. Os acabamentos foram feitos intercalando círculos de superfícies lisas com o fundo raspado em linhas horizontais.
Acabamento final:
Óleo de linhaça.
Tempo de execução da obra: 04 dias a 02 pessoas.





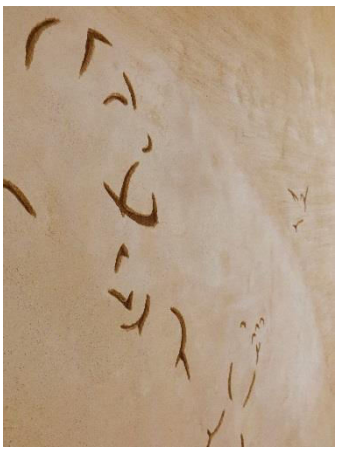




Foto autor 1



Foto autor 2



Breve currículo autor 1

Arquiteto (UFRJ), com mestrado em Desenvolvimento Rural (CPDA/UFRRJ) e especialização em Arquitetura de Terra (CRAterre). Doutor em arquitetura pela Universidade de Grenoble (UPMF) e pela Universidade de São Paulo (IAU/USP/Brasil) e membro dos grupos de pesquisa Culturas Construtivas (AE&CC/ENSAG) e Habitação e Sustentabilidade (HABIS/IAU/USP), assim como das redes PROTERRA e TerraBrasil. Atua no Atelier de Realização e Criação de Arquitetura com Terra (ARCA Terra) na produção de arquiteturas ecológicas e sociais.

E-mail autor 1
thi.lopes.ferreira@gmail.com

Breve currículo autor 2

Arquiteta especializada em Arquitetura de Terra (CRATerre/ENSAG), atua no Atelier de Realização e Criação de Arquitetura com Terra (ARCA Terra) na produção de arquiteturas ecológicas e projetos sociais. Participa como pesquisadora, das atividades do grupo de pesquisa HABIS (IAU/USP) e da Unidade de pesquisa AE&CC (ENSAG, França) sobre as temáticas dos materiais naturais e sistemas construtivos associados, assim como na pesquisa-ação em comunidades rurais e indígenas.
É membro das redes Terra Brasil e PROTERRA.

E-mail autor 2
anaisgueguen@gmail.com

FICHA TÉCNICA

REVESTIMENTOS DE TERRA

PRODUÇÃO E REALIZAÇÃO:

Atelier de Realização & Criação de Arquitetura com Terra (ARCA Terra)

Fotos: ARCA Terra

TerraBrasil 2018

Território e trabalho: a produção da arquitetura com terra no Brasil

VII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Rio de Janeiro-RJ (Brasil), 30 de outubro a 2 de novembro de 2018

http://redeterrabrasil.org

PROJETOS & OBRAS (P&O)



CASA JHP

Residência unifamiliar de taipa de pilão

Larissa Duarte Galvão
Mateus Sousa Pinheiro
Elis Marina Rigoni Perlini

RESUMO

A Casa JHP, localizada no Crato/CE, é uma residência de 247m² construída com paredes de taipa de pilão e uma parede central de pedra. Com demandas bem claras de uma construção sustentável, como paisagismo produtivo, energia renovável, utilização de mão de obra local e saneamento ecológico, encontramos soluções adequadas juntamente aos clientes e fornecedores, realizando um projeto e obra sincronizados com o sonho de morar em uma casa bioconstruída.

Residência unifamiliar, Crato/CE, Brasil



Figura 1: Perspectiva final do projeto aprovado

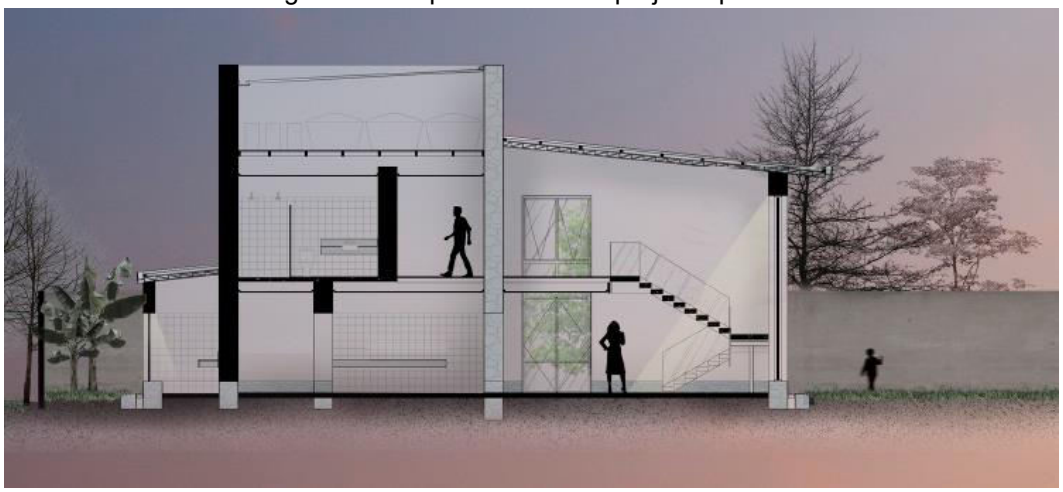


Figura 2: Corte Longitudinal mostrando o banho do casal no pavimento superior, cozinha, área de serviço no térreo e, à direita, sala de estar e mezanino

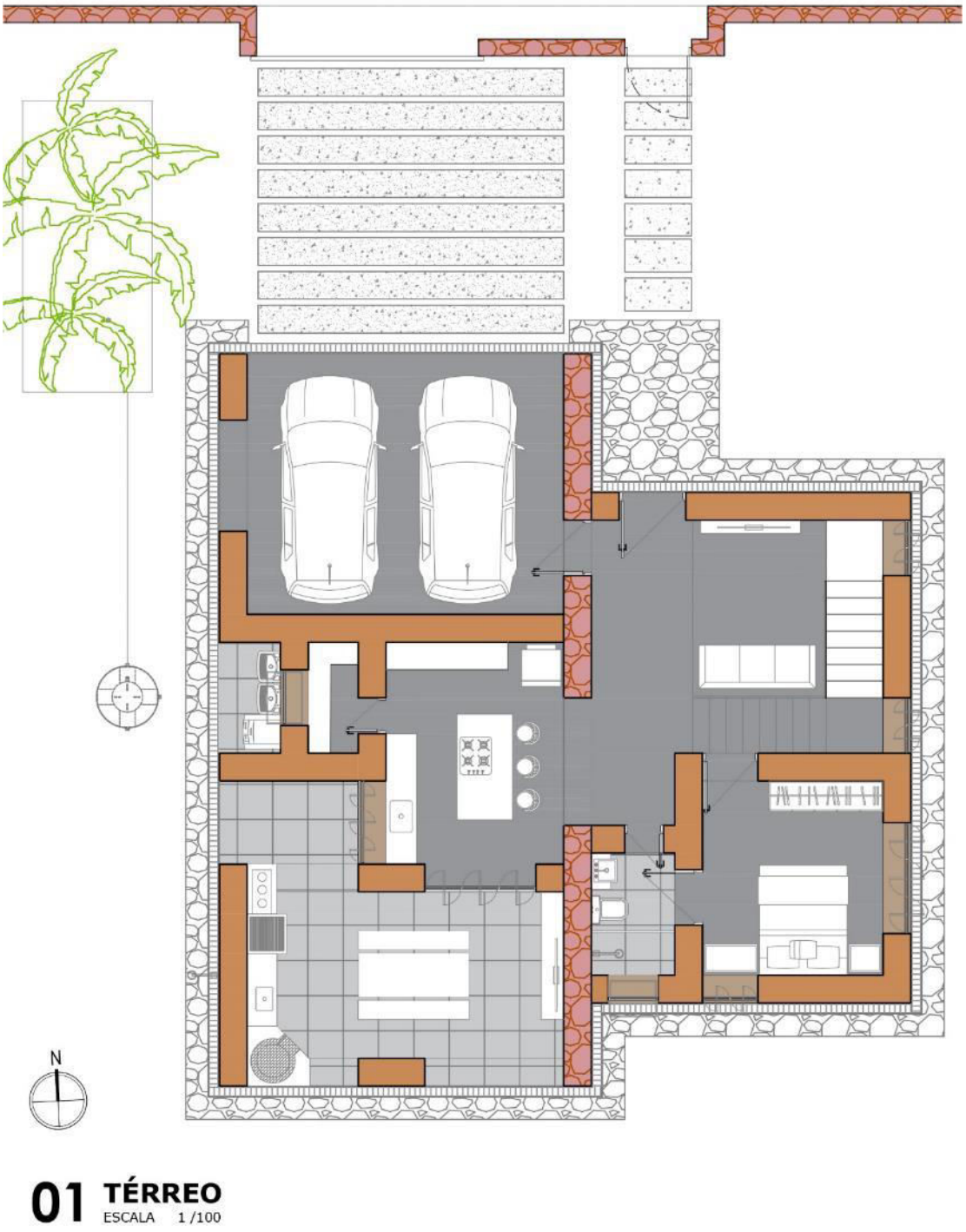


Figura 3: Planta baixa do térreo

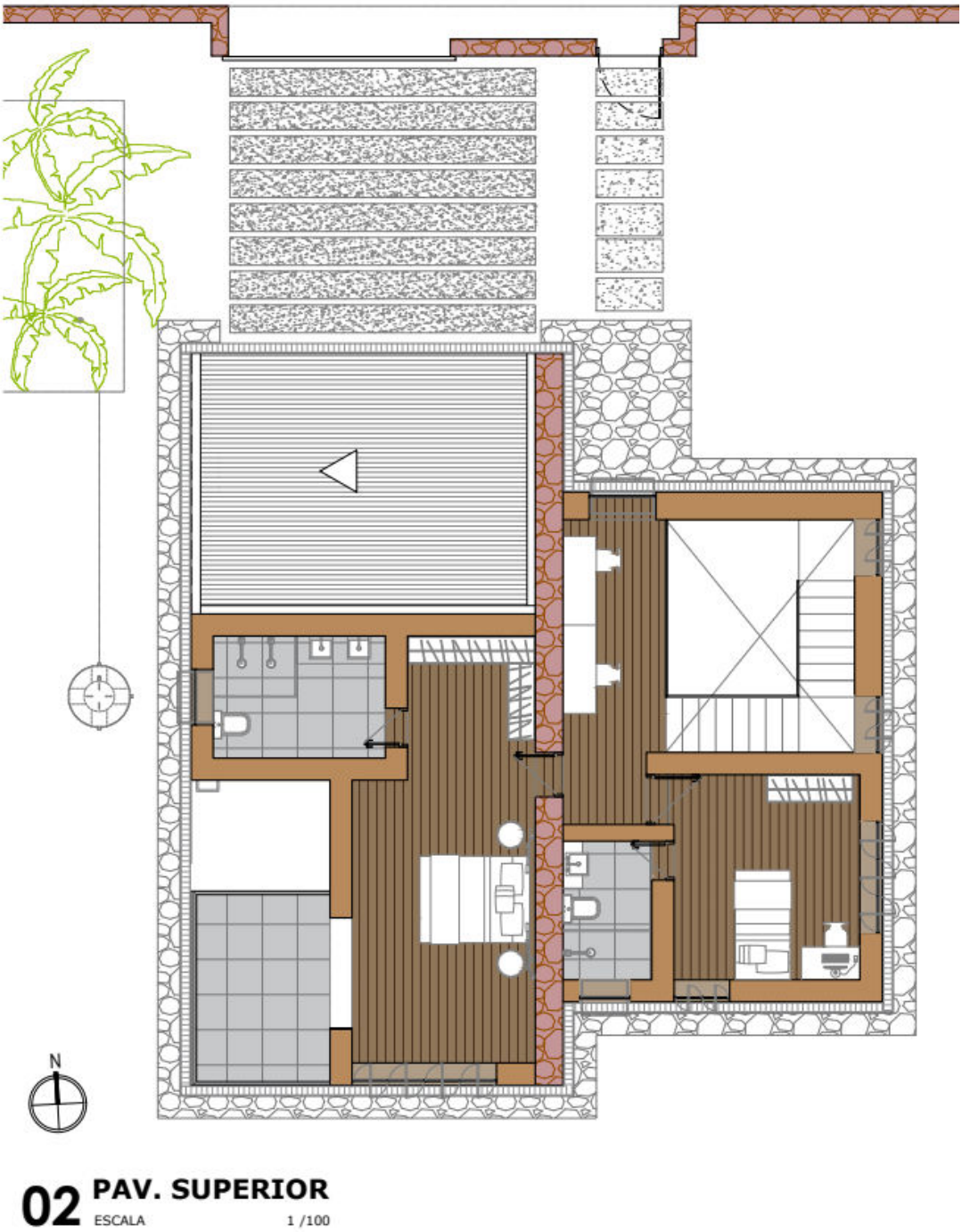


Figura 4: Planta baixa do pavimento superior



Figura 5: Etapa intermediária de construção, elaboração da taipa de pilão e assentamento da parede central de pedras - Novembro, 2017



Figura 6: Etapa intermediária de construção, desmontagem das formas da taipa de pilão e assentamento da parede central de pedras, atentando à tubulação da instalação elétrica que sobe juntamente com a taipa. - Novembro, 2017



Figura 7: Instalação dos andaimes para montagem das formas. Houveram complicação para a montagem/desmontagem de formas durante o processo, o que nos levou a conclusão de que devemos ter mais formas para trabalhar mais rapidamente. Também, foram necessários alguns testes para checar a viabilidade de usar betoneira no processo, no caso dando preferência para fazer a mescla de terra+cimento+água na mão, por não criar grumos de terra que atrapalhavam a desmontagem da forma.



Figura 8: Projeto de extensão de Permacultura – Módulo de bioconstrução ocorrendo com estudantes de vários cursos da UFCA na obra, primeiro contato prático com a técnica de taipa de pilão.



Figura 9: Etapa intermediária de construção após noite de chuva



Figura 10: Instalação da estrutura de ferro e das telhas termo acústicas da cobertura – Abril de 2018



Figura 11: Instalação de esquadrias de ferro, com as paredes e telhado já prontos – Junho de 2018



Figura 12: Obra finalizada em setembro de 2018.

A Casa JHP era um sonho dos clientes e do escritório também! Sendo a primeira residência bioconstruída do escritório na região, esse sonho está perto de ser finalizado. Através de muito diálogo e trocas com os clientes, fornecedores e o

escritório, pudemos chegar em pontos em comum para todos os lados, tendo a certeza de que o sonho deles foi escutado e projetado de maneira adequada!

Em um terreno de 900m², implantou-se a residência com as áreas íntimas e de estar para o leste e as molhadas e de serviço a oeste. São 247m², sendo sala de estar, banheiro reversível, suíte, cozinha integrada com uma varanda gourmet, área de serviço e garagem para dois carros. Na parte superior temos um mezanino e duas suítes, sendo uma com varanda. As soluções de projetos foram direcionadas pelos condicionantes do terreno aonde seria implantada a casa. Procuramos respeitar a implantação passiva, deixando as entradas e saídas de ventilação bem posicionadas, voltadas para o leste e sul, onde a ventilação é predominante, fazendo com que ela percorra toda a casa com as demais aberturas. Duas das suítes ficaram no nascente, sendo a do casal com a varanda para o poente, algo que não nos preocupou devido às dimensões robustas das paredes de taipa de pilão, que possuem 50cm na parte inferior e 40cm na superior, além da proteção do caramanchão na varanda. O alicerce é em pedra e cimento, também foi usada uma cinta de pedra no perímetro externo da casa para controle da umidade do terreno no alicerce em períodos de chuva, uma vez que o solo possui características de massapê, evitando assim o efeito de capilaridade. Foi implantado um radier de concreto armado de 20cm acima do alicerce para possibilitar a construção das paredes de taipa de pilão, evitando possíveis movimentações da taipa em função do terreno. Foram utilizadas nas paredes um traço de 9/1 de argila e cimento nas paredes inferiores e de 15/1 nas paredes superiores. A parede central da casa é toda em pedra e cimento, sendo um eixo estrutural de onde partem todas as outras paredes de taipa, fazendo com que a casa fique equilibrada no terreno.

A coberta utilizada foi uma estrutura de ferro e telhas termo acústicas, contendo calhas para a captação de água que as direcionam para uma cisterna de ferrocimento. Além de exigir pouca estrutura de suporte, as telhas utilizadas não comprometem o conforto acústico, evitando o uso de forro nas áreas sociais.

Uma das exigências principais era tornar a casa autônoma, produzindo sua própria energia e tratando seu próprio esgoto. A demanda energética é solucionada através da instalação de um sistema de placas fotovoltaicas e o tratamento de águas ocorre através da instalação de um biodigestor Aqualimp e um círculo de bananeiras, tornando a água possível de ser reutilizada. Outro ponto principal foi a necessidade de ser implantado um paisagismo produtivo através de sistemas agroflorestais, com pomares e hortas orgânicas, e um trecho do terreno foi destinado à área de mata nativa ciliar, pois é próximo a um rio intermitente. Concluindo, buscamos minimizar os gastos energéticos no processo da construção, utilizando, por exemplo, mão de obra e material local, e igualmente incentivando as tradições e culturas locais no emprego de ladrilhos hidráulicos para revestimento de cozinha e banheiro e da utilização da pedra cariri cinza nas áreas externas molhadas.

Referências bibliográficas:

ARAUJO, H. Gurgel. Manualização de construções em Adobe. Fortaleza: Departamento de Engenharia e construção civil, UFC, 2009.

GALBIATI, Adriana F.. Tratamento domiciliar de águas negras através de tanque de evapotranspiração. Campo Grande: UFMS, 2009

LENGEN, Johan Van. Manual do Arquiteto Descalço. São Paulo: B4, 2014.

MINKE, Gernot. Manual de Construção com Terra. São Paulo: B4, 2015.

_____. Muros de Barro. Barcelona: Icaria editorial, 2015.

RIBEIRO, J. Werneck; ROOKE, J.M. Scoralick. Saneamento básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública. Juiz de Fora: UFJF, 2010.







Arquiteta e Urbanista pela FMU, especialista em Docência do Ensino Superior, estudante do curso de especialização em Reabilitação Ambiental Sustentável Arquitetônica e Urbanística pela UnB. Experiência com arquitetura como auxiliar de renomados arquitetos, desenvolvendo desenhos técnicos, orçamentos e acompanhamento de obras de arquitetura de interiores em São Paulo. Em 2014, mudou-se para São Carlos/SP onde cooperou como lobista da Associação Veracidade - A Casa Ecológica na Cidade - e iniciou projetos de arquitetura e para adequação da construção sustentável. Participa de encontros sobre conforto no ambiente construído (ENCAC) desde 2001. Hoje tem um escritório de projetos arquitetônicos e gerenciamento de obras totalmente voltado para a construção sustentável na região do Cariri/CE empregando métodos de bioconstruções, dentre outras soluções. Orienta alunos em atividades de extensão servindo à população do Cariri/CE através de projetos urbanísticos e arquitetônicos que sirvam seu propósito em harmonia com a natureza. É professora do curso de arquitetura e urbanismo da Faculdade de Juazeiro do Norte.
larissaurb@gmail.com

Estudante de arquitetura na Faculdade Juazeiro do Norte (Juazeiro do Norte/CE) e estagiário no escritório de arquitetura Larissa Duarte Galvão.

mateusspinheiro10@gmail.com

Artista visual formada pela UDESC/SC, sente a urgência em recriar paisagens sustentáveis. Especialista em Permacultura pela Universidade Federal do Cariri (UFCA), desenvolvendo sua pesquisa em saneamento focado em recursos; técnica em Agroecologia pelo SERTA /PE com experiência em comunidades e assentamentos rurais; trabalhou na construção Cidade-Escola Ayni em Guaporé/RS em 2016; participou de quatro PDCs e mobilizadora dos Quintais de Floripa, coletivo de agricultura urbana, entre 2015/16. Atualmente professora na URCA/CE, desenvolvendo projetos pelo sertão do Brasil e facilitando cursos e oficinas com o Instituto de Permacultura Ná'Lu'Um na região.
rigoni.elis@gmail.com

FICHA TÉCNICA

CASA JHP

Residência

Local: Crato/ CE

Data de início do projeto: Junho de 2017

Data da conclusão da obra: Julho de 2018

Área do terreno: 900 m2

Área construída: 247 m2

Projeto/Idealização: Larissa Duarte Galvão

Construção: CMN Construções

Estrutura: CMN Construções

Hidráulica: CMN Construções

Fotos: Mateus Sousa Pinheiro

Fornecedores: Denis Escavadeira; Josué Estruturas Metálicas; Josué Jr. Portas e Esquadrias; Madeireira Nossa Senhora da Penha

TerraBrasil 2018

Território e trabalho: a produção da arquitetura com terra no Brasil

VII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Rio de Janeiro-RJ (Brasil), 30 de outubro a 2 de novembro de 2018

http://redeterrabrasil.org

PROJETOS & OBRAS (P&O)



Sítio São Pedro

Oficina de apoio à Permacultura

Parte 1 – Projeto e Obra

Arq. Márcio Holanda

RESUMO

Localizado na zona rural de Maranguape/CE - Brasil, o Sítio São Pedro desenvolve atividades de permacultura recebendo grupos para compartilhamento de experiências práticas em sustentabilidade, as quais são agora apoiadas por esta edificação, composta de sanitários, chuveiro, quarto/oficina e varanda/copa.

Além da alvenaria estrutural de adobes, nesta obra utilizamos outras técnicas ecoeficientes no revestimento, cobertura, saneamento e esquadrias, dentro de um contexto socioeconômico e pedagógico gerado para viabilizar a execução profissional em regime de empreitada global e ao mesmo tempo proporcionar oportunidade de capacitação de mão de obra local, de estudantes de arquitetura/engenharia e da própria equipe de construtores contratada.



Figura 1 – Tecnologias sustentáveis utilizadas – alvenaria estrutural de adobe, reboco de terra, areia e cal, pintura à base de cal; pinus autoclavado no piso suspenso da varanda e nos fechamentos do teto vivo, o qual foi estruturado com eucalipto roliço autoclavado.

PARTIDO ARQUITETÔNICO E IMPLANTAÇÃO DA OBRA

A premissa inicial deste projeto foi justamente a solicitação por parte do cliente de uma construção em adobe, cuja encomenda surgiu na ocasião de sua participação em nosso curso sobre a tecnologia de construção com terra.

A partir daí iniciamos o projeto de sua residência e dois anexos - um abrigo de veículos e uma oficina de apoio - no Sítio São Pedro, já levando em consideração no partido arquitetônico e no sistema construtivo o uso de alvenaria estrutural de adobes e da cobertura em teto vivo com madeiramento de eucalipto roliço tratado.

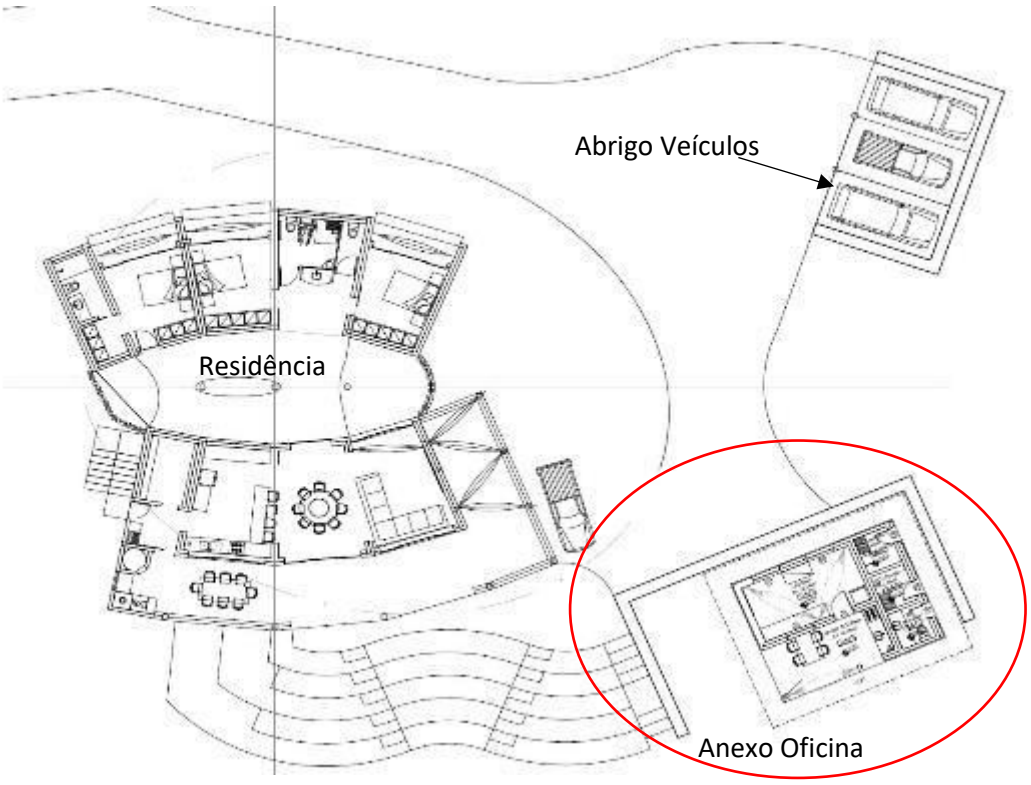


Figura 2 – Implantação do Anexo/oficina em relação à Residência Principal.

Devido a questões práticas foi decidido executar primeiro a construção do Anexo /Oficina, por ser uma obra menor, ideal para se ter a noção real do custo por metro quadrado deste padrão construtivo, antes de partir para a obra maior, da residência principal.

A obra aqui demonstrada é justamente o Anexo/Oficina de apoio às atividades de permacultura no sítio e que futuramente servirá também de apoio à residência principal, quando esta for construída.

Em função de sua localização bem próxima à casa principal, numa porção do terreno com declive acentuado, optamos por implantar este Anexo/Oficina numa cota de nível inferior para não obstruir a bela vista das montanhas a partir da varanda da residência e com isso gerar um mirante no teto vivo.

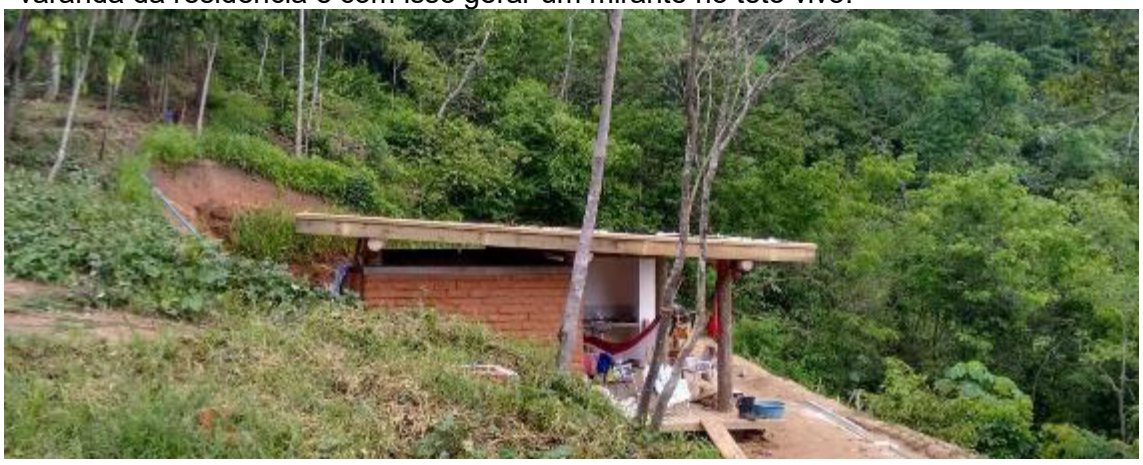


Figura 3 – Edificação implantada em patamar de cota inferior, criado no terreno em declive.

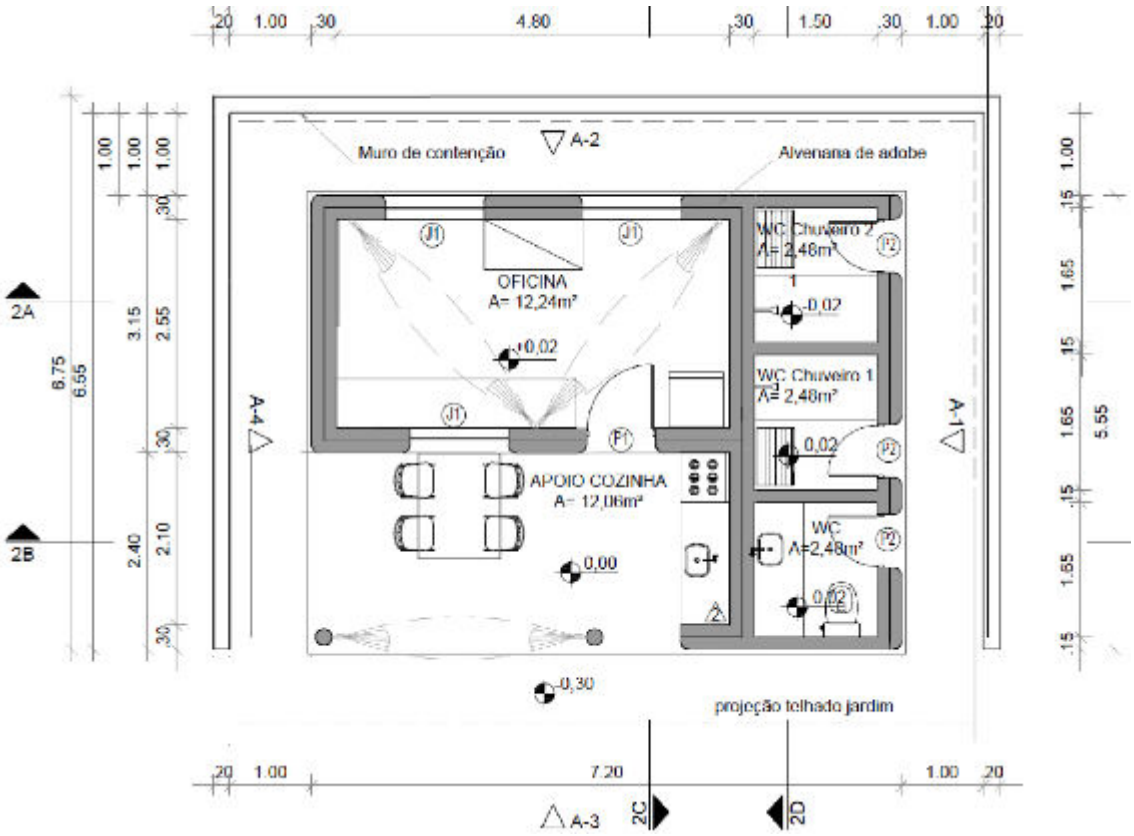


Figura 4 – Planta Baixa do Anexo / Oficina.

O programa de necessidades deste anexo/oficina, apesar de simples, solicitou flexibilidade dos espaços para funcionar como abrigo da família até que a casa principal esteja construída. Neste primeiro momento, a oficina de marcenaria com bancada de trabalho e armários de ferramentas receberá redes e geladeira; a varanda, com pia de lavagem de utensílios servirá também como copa/cozinha. Os banheiros foram divididos em boxes individuais para multiplicar o atendimento e com portas voltadas ao exterior para atender também ao camping.

SISTEMA CONSTRUTIVO

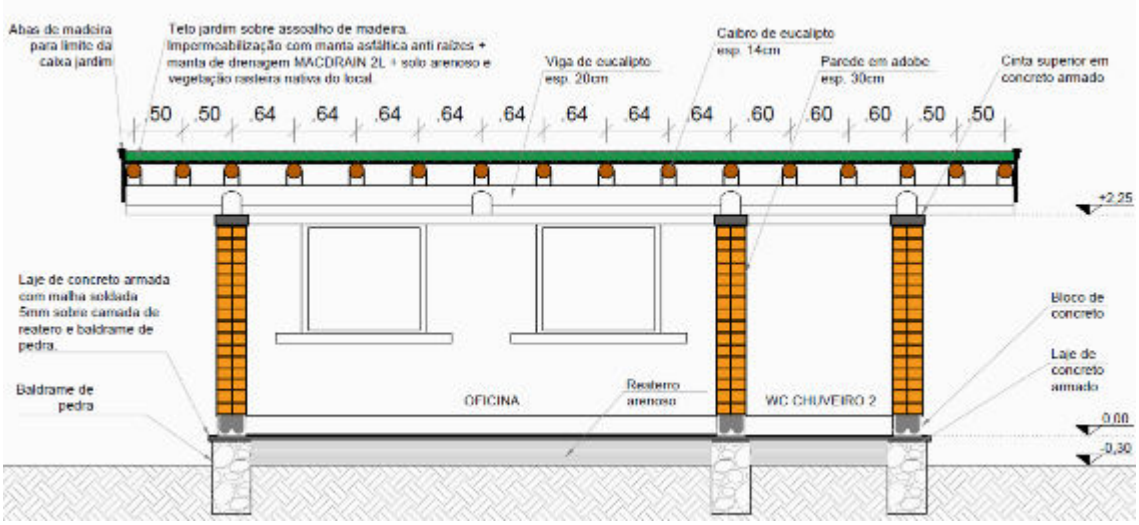


Figura 5 – Corte Longitudinal A

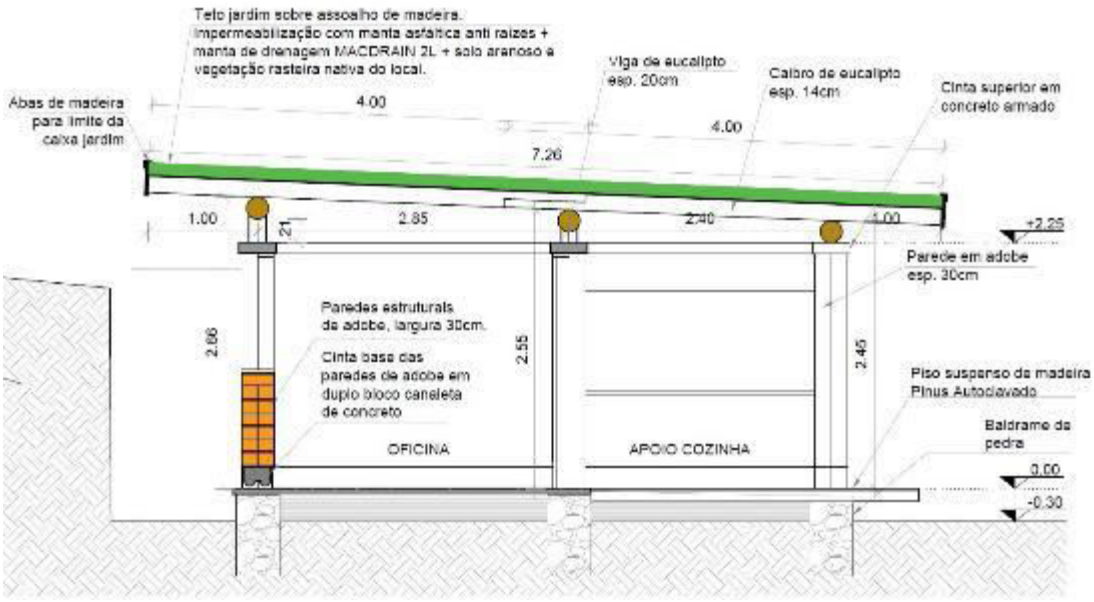


Figura 6 – Corte Transversal C

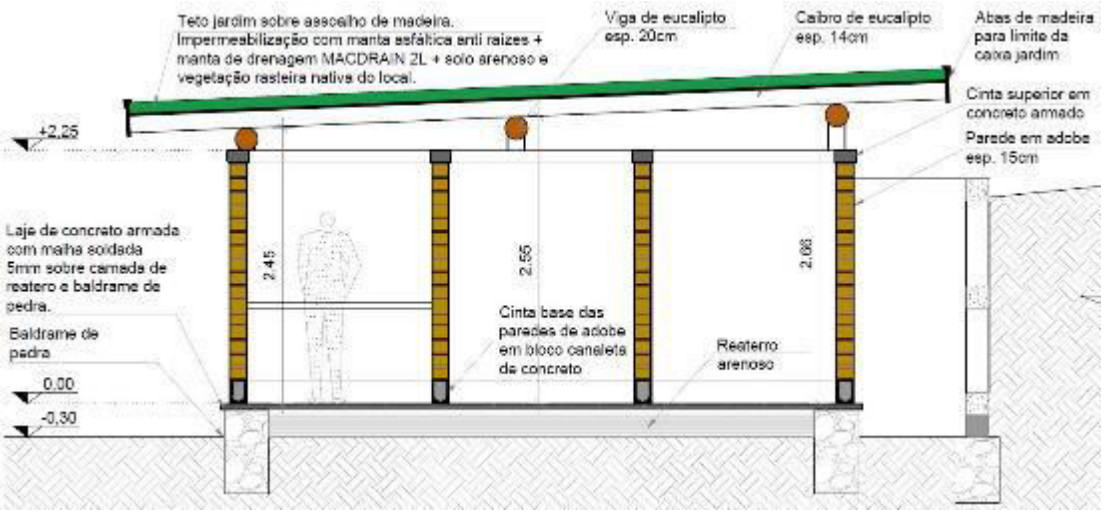


Figura 7 – Corte Transversal D

Os cortes de projeto acima mostram os elementos do sistema construtivo adotado e abaixo seguem os detalhes e fotos da execução de cada etapa:

Fundação



Figura 8 – Escavação das valas para os baldrames em pedra.



Figura 9 – Baldrames em pedra e reaterro apiloado dos vãos dos ambientes com parte da terra arenosa resultante da escavação das valas de fundação.

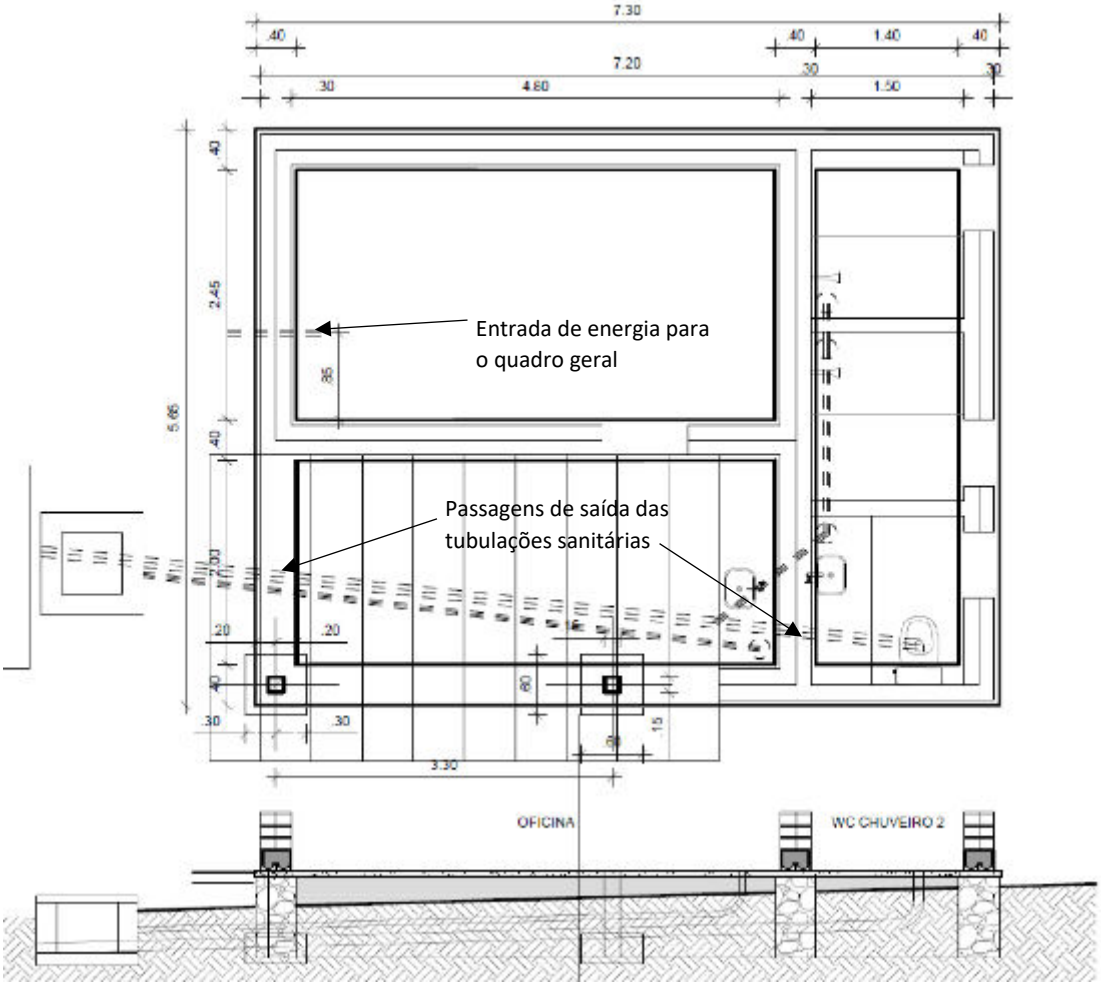


Figura 10 – Planta e Corte da Fundação - baldrames em pedra e sapata dos pilares – mostrando as passagens de saída da tubulação sanitária e entrada de energia para o quadro geral na oficina, assim como a relação com o contrapiso armado que coincide com a cinta de regularização e acabamento de topo do baldrame de pedra argamassada. No corte, acima do contrapiso, a cinta base e as primeiras fiadas da alvenaria estrutural de adobes.

Contrapiso e Cinta Base das Paredes



Figura 11 – Planta baixa e foto obra - Contrapiso de concreto armado, com 5cm de espessura, sobre o reaterro apiloado, integrado com a cinta de nivelamento e acabamento do baldrame de pedra. À direita na foto, o espaço sem contrapiso reservado para o piso da varanda em madeira pinus autoclavado.

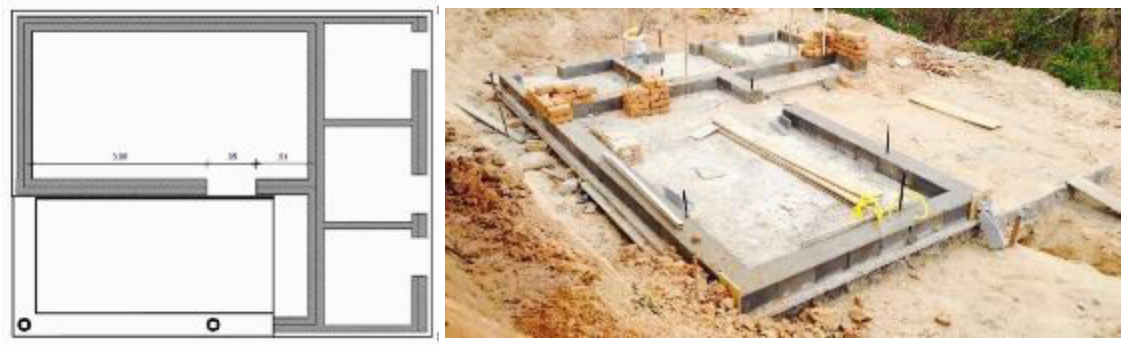


Figura 12 – Plata baixa e foto obra - Cinta base das paredes (h=20cm), feita em canaletas pré-moldadas de concreto

Alvenaria Estrutural de Adobes

Sobre a cinta base de concreto, devidamente impermeabilizada em sua face superior para cortar a ascensão da capilaridade, os primeiros adobes assentados são os de canto para garantirem a amarração estrutural da alvenaria e guiarem as linhas de nivelamento das fiadas conforme o projeto detalhado (figuras 13, 14 e 15).



Figura 13 – Da esquerda para direita - Início do assentamento nos cantos da primeira fiada, régua vertical de prumo e nivelamento das fiadas e amarração em “T” na transição entre parede dupla e parede simples.

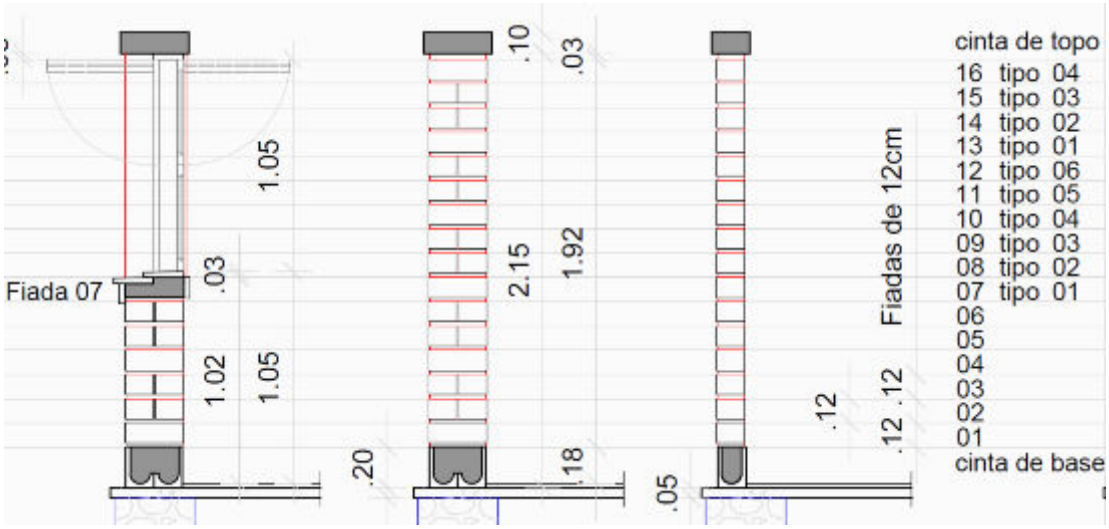


Figura 14 – Detalhe do gabarito de altura das fiadas, cinta base, peitoril janelas e cinta de topo.

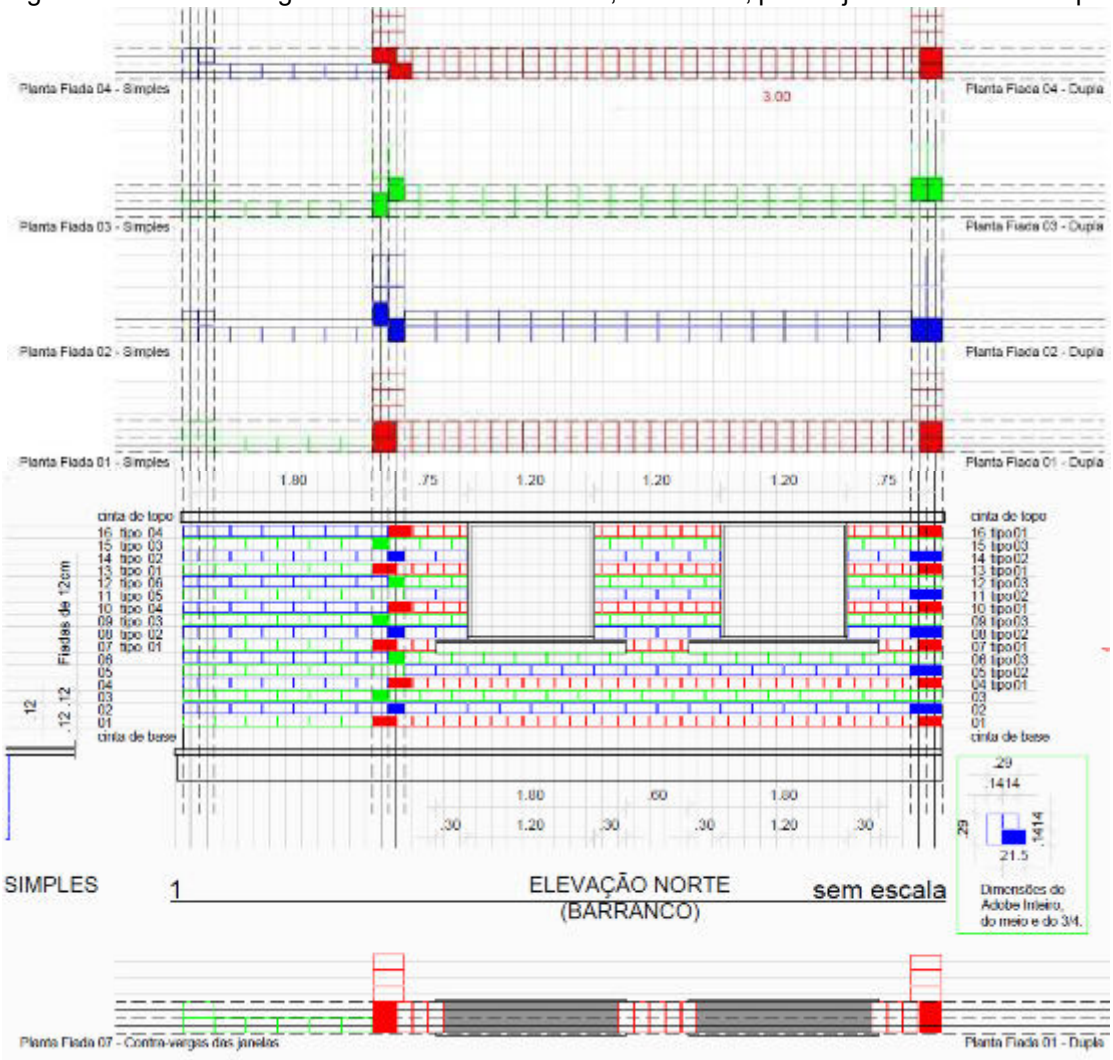


Figura 15 – Planta baixa e elevação das fiadas subsequentes para garantia de amarração estrutural com desencontro de juntas na vertical.



Figura 16 – Etapas de elevação da alvenaria estrutural de adobes, suas interfaces com os demais elementos construtivos (piso, esquadrias, instalações, telhado) e seus acabamentos (reboco, pintura e revestimento cerâmico.

Cobertura – Teto Vivo



Figura 17 – Madeiramento, impermeabilização, drenagem e preenchimento do teto vivo.

Foto autor



FICHA TÉCNICA

SÍTIO SÃO PEDRO

OFICINA DE APOIO À PERMACULTURA

Local: **Maranguape /CE, Brasil**

Data de início do projeto: **fevereiro 2017**

Data da conclusão da obra: **maio 2018**
Área construída: **39,96m2**
Projeto/Idealização: **Arquiteto Márcio Holanda**
Construção: **Arquiteto Márcio Leandro**

Fotos: **Márcio Holanda e Wilton Matos**

Breve currículo do autor
Márcio Holanda Cavalcante
Arquiteto e Urbanista pela Universidade Federal do Ceará – UFC em 2001

Especializado em Permacultura, pelo IPEC e pelo Instituto de Permacultura da Bahia no ano 2000.
Especializado em Bioconstrução, pelo Instituto de Tecnologia Intuitiva e Bioarquitetura - Tibá no ano 2000.
Trabalha profissionalmente com bioarquitetura desde 2003.
De 2008 a 2016 foi sócio proprietário do escritório Baixo Impacto Arquitetura, em Florianópolis/SC. De 2015 a 2016 foi sócio proprietário, produtor de adobe e prestou serviço de construções com terra na empresa Adoberia, em Florianópolis/SC.
Atualmente realiza projetos e consultoria de bioarquitetura e sustentabilidade de empreendimentos, palestras, vivências, cursos, capacitação de mão de obra em técnicas de bioconstrução e gerencia a execução de seus projetos em todo o Brasil, com sua empresa Natural Arquitetura, sediada em Fortaleza/CE, Brasil.

E-mail autor
naturalbioarquitetura@gmail.com

TerraBrasil 2018
Território e trabalho: a produção da arquitetura com terra no Brasil
VII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Rio de Janeiro-RJ (Brasil), 30 de outubro a 2 de novembro de 2018
http://redeterrabrasil.org

PROJETOS & OBRAS (P&O)



Sítio São Pedro

Oficina de apoio à Permacultura

Parte 2 – Canteiro Escola

Arq. Márcio Holanda

RESUMO

Localizado na zona rural de Maranguape/CE, o Sítio São Pedro desenvolve atividades de permacultura recebendo grupos para compartilhamento de experiências práticas em sustentabilidade, as quais são agora apoiadas por esta edificação, construída em alvenaria estrutural de adobes.

Esta segunda parte da apresentação de nosso projeto/obra, na qual a terra é o material principal, demonstra o processo de execução profissional em regime de empreitada global transformado em um contexto pedagógico – canteiro escola - viabilizando a capacitação dos construtores contratados, ao mesmo tempo em que proporcionou oportunidade de capacitação de mão de obra local (adobeiro) e de jovens aprendizes, estudantes de arquitetura e engenharia.



Figura 1 – Tecnologias sustentáveis utilizadas – alvenaria estrutural de adobe, reboco de terra, areia e cal, pintura à base de cal; pinus autoclavado no piso suspenso da varanda e nos fechamentos do teto vivo, o qual foi estruturado com eucalipto roliço autoclavado.

.

CONTEXTO SOCIOECONÔMICO E PEDAGÓGICO

Utilizar a terra enquanto material e técnica construtiva, não é apenas uma especificação arquitetônica como outra qualquer do projeto, e sim, uma verdadeira imersão do projetista na essência conceitual da obra e um movimento de resgate cultural a favor da sustentabilidade, da eficiência no conforto higrotérmico da edificação e do bem-estar do usuário.

Entendemos o ato de construir com terra atualmente como um evento a ser valorizado e enfatizado como tal, exaltando seus valores e benefícios em todos os âmbitos. Temos como prática habitual em nossos projetos e obras promover o máximo aproveitamento de cada ação, no sentido da multiplicação dos resultados obtidos e dos benefícios gerados, reunindo diferentes públicos interessados e de preferência que sejam complementares.

Em nosso caso reunimos neste processo construtivo e pedagógico três atores diferentes – cliente, empresa de construção e estudantes/pesquisadores aprendizes.

O cliente consciente e solicitante das construções sustentáveis é o elemento chave e inicial de todo este processo. É quem viabiliza a realização deste resgate cultural, desta disseminação tecnológica e quem comanda a gestão futura do espaço criado.



Figura 2 – (à esquerda) Cliente Wilton Matos com o arquiteto Márcio Holanda na montagem do teto vivo e (à direita) família e amigos criando uma horta mandala ao lado da obra realizada.

Enquanto resgate de uma cultura ancestral e sustentável de construção, a cada nova equipe de construção com a qual nos deparamos surge o mesmo desafio de conscientização do empreiteiro sobre os benefícios da técnica e capacitação sobre os processos práticos operacionais.

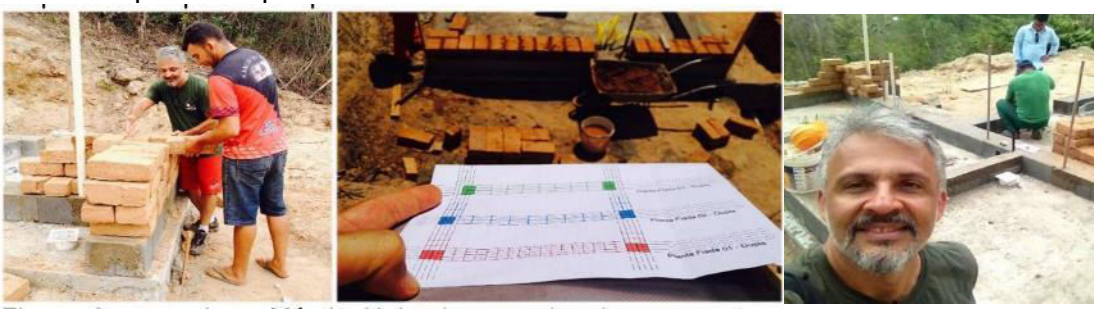


Figura 3 – arquiteto Márcio Holanda capacitando os construtores sobre as amarrações estruturais da alvenaria de adobes.

Ao mesmo tempo, utilizamos as nossas obras como laboratório para bolsistas do IFCE e estudantes de arquitetura e engenharia vivenciarem a realidade do canteiro, dentro do curso semestral que criamos em nossa empresa, o PRANA – Programa Aprendiz Natural Arquitetura.



Figura 4 – Turma do PRANA 2017, testando as amostras de terra, aprendendo a fazer adobes e colaborando com a produção para a obra no Sítio São Pedro, cujo adobeiro principal foi o caseiro do sítio.

PREPARAÇÃO DO TERRENO E AQUISIÇÃO DE TERRA PARA OS ADOBES

O terreno montanhoso onde foi localizada a obra apresentava um declive considerado e que deveria ser nivelado nos dois pontos de implantação dos anexos - do abrigo de veículos e da oficina de apoio. Como a edificação da Oficina deveria estar num nível inferior para manter a vista a partir da Casa Principal, tivemos que fazer um corte de terraplanagem no terreno, com manejo e aproveitamento da terra retirada.

A opção em usar a retroescavadeira para este serviço, apesar de gerar uma transformação maior da paisagem natural por necessidade de acesso e manobra do equipamento, obtém um resultado extremamente mais rápido e com menor custo do que o processo manual de escavação.



Figura 5 – Vista inferior do terreno (acima) antes e (abaixo) depois da terraplanagem.



Figura 6 – Vista superior do terreno (esquerda) antes e (direita) durante a terraplanagem.

A nossa expectativa em relação à logística da aquisição de matéria prima para as paredes de adobe, era que a movimentação de terra na escavação do patamar para a implantação do Anexo/Oficina gerasse a terra suficiente para a nossa produção de 3 mil adobes. No entanto, o material extraído desta escavação foi bastante arenoso e foi utilizado apenas para reaterro e adequação de relevo.

Já o material extraído da escavação do abrigo de veículos foi o ideal e o suficiente para a nossa produção de adobes.



Figura 7 – Escavações para preparação dos terrenos do Anexo / Oficina, que resultou em solo arenoso e do abrigo de veículos, cujo solo adquirido resultou na terra da nossa obra.

CONFECÇÃO DAS AMOSTRAS PARA TESTES DOS SOLOS

Realizamos no canteiro de obras as primeiras percepções dos solos disponíveis – duas amostras de solo extraídas no Sítio São Pedro (A e B) assim como outras duas amostras (E e F) coletadas em uma jazida próxima, no caminho da cidade ao sítio – as quais em seguida foram caracterizados no laboratório do IFCE de Fortaleza, onde também os adobes confeccionados com este material foram submetidos ao ensaio de resistência à compressão.

Os testes tátil-visuais e de coesão (queda da bola) já nos permitiram eliminar um dos solos do sítio (B) por ser muito arenoso, justamente o extraído do local da obra, que imaginávamos utilizar. Ainda assim o levamos junto com os demais solos para análise de laboratório para confirmação quantitativa das nossas percepções e pela possibilidade de usá-lo como estabilizante do solo argiloso.

Fizemos primeiro os compósitos com os solos mais argilosos puros e depois os outros misturando solos arenosos para melhorar a trabalhabilidade da massa de barro que apresentava muita liga e dificuldade de sair da forma.
Por termos o objetivo de usar os adobes à vista nesta obra, optamos em testar também os solos estabilizados com esterco de cavalo, insumo disponível em abundância na vizinhança da obra, pois percebemos que este confere maior coesão superficial ao adobe, mesmo sabendo que isso poderia reduzir a resistência mecânica, como demonstrado nos ensaios de laboratório.



Figura 8 – (Da esquerda para direita e de cima para baixo) Solo extraído do sítio, esterco sendo desfloculado, mistura seca de solo e esterco; e moldagem das amostras para teste.



Figura 9 – Bolachas e adobes para testes:
Amostras 1 e 2 = mistura de solos arenoso (F) e argiloso (E) de jazida próxima ao sítio + esterco (G), com proporções diferentes;
Amostra 3 = solo “A” (areno-argiloso puro) do sítio; Amostra
4 = solo “A” (80%) + esterco “G” (20%).

Ao procedermos os cortes dos adobes para formar os cubos de 10x10cm para o ensaio de compressão, já percebemos que os compósitos com os solos mais argilosos apresentavam maior resistência e dificuldade de serem cortados.



Figura 10 – Cortes dos cubos para Ensaio de Resistência à Compressão, com serrote e com serra circular. Ao lado o perfil do bloco cortado expondo a variação granulométrica do solo.

ENSAIOS DE LABORATÓRIO PARA SELEÇÃO DA TERRA PARA OS ADOBES



Figura 11 – Estudantes do PRANA participando dos ensaios de caracterização de solos e de resistência à compressão dos adobes, junto com bolsistas do laboratório do IFCE / Fortaleza.

Conforme o relatório do professor Levi Teixeira, do IFCE – Instituto Federal do Ceará, os dados encontrados com os ensaios de laboratório foram os seguintes:

RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO

Antes de realizar a amostra de solos, escolheu-se intuitivamente 3 compósitos de adobe para realizar a resistência a compressão. Assim, os compósitos produzidos foram:

- Cp.1 – Solos da Jazida = 1 de argiloso (E) + 1 de arenoso (F) + 0,25 de esterco(G);
- Cp.3 – Solo argiloso do terreno (A) puro;
- Cp.4 – 4 de solo do terreno (A) + 1 de esterco (G).

Os compósitos Cp.3 e Cp.1 foram os que atingiram os melhores resultados. Quando avaliados a média, estes adobes se apresentam dentro do esperado pela norma. Porém, quando se coloca o desvio padrão há uma decaída do resultado. Acredita-se que esse desvio padrão ocorreu devido a qualidade dos corpos de prova, pois tivemos muita dificuldade de manter uma geometria adequada durante e após sua extração.

	Fcam (Mpa)	Sd	Fcak (Mpa)
Cp.1	1,51	0,28	1,05
Cp.3	1,65	0,25	1,23
Cp.4	1,36	0,23	0,98

CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS

De modo a compreender melhor os resultados dos compósitos, realizou-se a análise dos solos. Durante a análise verificou-se a necessidade de avaliar também o solo arenoso do terreno (B), que poderia contribuir para o excesso de retração do solo (A), ao invés do esterco ou do solo (F), que teria que ser comprado.

Os solos A e E não atendem diretamente a todos os parâmetros recomendados, mas se aproximam bastante. Solo A não atende ao índice de plasticidade e teor de compactação, ficando um pouco abaixo do recomendado deste. O solo E apresenta o teor de argila e o limite de liquidez um pouco abaixo do recomendado. Por sua vez o solo B fora escolhido por se apresentar como um solo mais arenoso, que poderia ser usado, se necessário para correção do solo, caso apresentasse muita retração.

GRANOLUMETRIA					
PARÂMETROS	SOLO A	SOLO B	SOLO E	Parâmetros	Fonte
Areia (%)	44	78	56	45 e 65	Norma de adobe
Silte (%)	31	22	33	até 30	Norma de adobe
Argila (%)	24	0	12	20 e 35	Norma de adobe
LIMITES DE ALTEMBERG					
Limite de Liquidez (%)	36	Não Plástico	24,9	31-50%	Houben and Guillaud 1994
Índice de Plasticidade (%)	13	Não Plástico	24	16-33%	Houben and Guillaud 1994
COMPACTAÇÃO					
Teor de humidade ótimo (%)	17,5	13,5	16,707	7% - 13%	Houben and Guillaud 1994
Densidade máxima (kg/m3)	1780	1560	1802	1800 kg/m3	Houben and Guillaud 1994

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Sobre as amostras do Sítio São Pedro, a análise dos resultados nos mostrou que o solo A, original do Sítio São Pedro, felizmente foi o que apresentou as melhores características granulométricas e cuja amostra produziu os adobes de maior resistência mecânica para a confecção dos nossos adobes para a obra do Anexo / Oficina. O solo B, que não foi usado em nenhum compósito por ser visualmente

bastante arenoso, confirmou quantitativamente suas características no ensaio granulométrico, sendo classificado como possível estabilizante do solo A.
Sobre as amostras da jazida, o solo visualmente mais arenoso (F) não foi analisado por questões de logística do laboratório e o solo E, aparentemente mais argiloso, apresentou maior quantidade de areia e não necessitaria a adição do solo F ao compósito 1, por eles formado.

CONFECÇÃO DOS ADOBES

Em função de uma certa incompatibilidade entre o cronograma do empreiteiro e a disponibilidade da logística de laboratório para realizar todos os ensaios e termos os resultados antes de iniciarmos a produção efetiva dos adobes desta obra, decidimos utilizar apenas os solos disponíveis no sítio e a receita final do nosso barro foi composta de três partes do solo A, já percebido em campo como adequado, acrescentado de uma parte do solo B, percebido como arenoso e uma parte de esterco de cavalo. Este traço foi resultado da nossa percepção sobre a necessidade de reduzir a aderência do solo argiloso e assim melhorar a produtividade conseguida pela facilidade de desmoldar os adobes.
A produção dos três milheiros de adobe ficou ao encargo do adobeiro, caseiro do sítio São Pedro, capacitado pelo arquiteto Márcio Holanda no momento de confecção das amostras de teste.
Aproveitando a estrutura de produção já instalada, levamos ao sítio estudantes de arquitetura e engenharia que estavam em processo de formação no nosso Programa Aprendiz Natural Arquitetura (PRANA) para uma experiência vivencial na obra, onde participaram ativamente de todas as etapas, desde o preparo de insumos para a argamassa de barro, até a confecção dos adobes.



Figura 12 – Estudantes do PRANA participando da produção de adobes no Sítio São Pedro.

Mesmo uma edificação tão pequena como esta, quando a essência de sua criação é a sustentabilidade, consegue mover tantas atividades integrativas dentro de um contexto ao mesmo tempo comercial e pedagógico de interconexão Canteiro – Escola, em busca de excelência no resultado profissional da execução em si e da aproximação entre o arquiteto e a obra; entre ensino, pesquisa e extensão; entre a universidade e o mercado da construção civil.
Este é o maior sentido do nosso trabalho com a empresa Natural Arquitetura.



Foto autor



FICHA TÉCNICA

SÍTIO SÃO PEDRO
OFICINA DE APOIO À PERMACULTURA

Local: Maranguape /CE, Brasil

Data de início do projeto: fevereiro 2017

Data da conclusão da obra: maio 2018

Área construída: 39,96m2

Projeto/Idealização: Arquiteto Márcio Holanda

Construção: Arquiteto Márcio Leandro

Fotos: Márcio Holanda, Levi Teixeira, Igor Gonçalves e Tainara Santos.

Breve currículo do autor
Márcio Holanda Cavalcante
Arquiteto e Urbanista pela Universidade Federal do Ceará – UFC em 2001

Especializado em Permacultura, pelo IPEC e pelo Instituto de Permacultura da Bahia no ano 2000.
Especializado em Bioconstrução, pelo Instituto de Tecnologia Intuitiva e Bioarquitetura - Tibá no ano 2000.
Trabalha profissionalmente com bioarquitetura desde 2003.
De 2008 a 2016 foi sócio proprietário do escritório Baixo Impacto Arquitetura, em Florianópolis/SC. De 2015 a 2016 foi sócio proprietário, produtor de adobe e prestou serviço de construções com terra na empresa Adoberia, em Florianópolis/SC.
Atualmente realiza projetos e consultoria de bioarquitetura e sustentabilidade de empreendimentos, palestras, vivências, cursos, capacitação de mão de obra em técnicas de bioconstrução e gerencia a execução de seus projetos em todo o Brasil, com sua empresa Natural Arquitetura, sediada em Fortaleza/CE, Brasil.

E-mail autor
naturalbioarquitetura@gmail.com

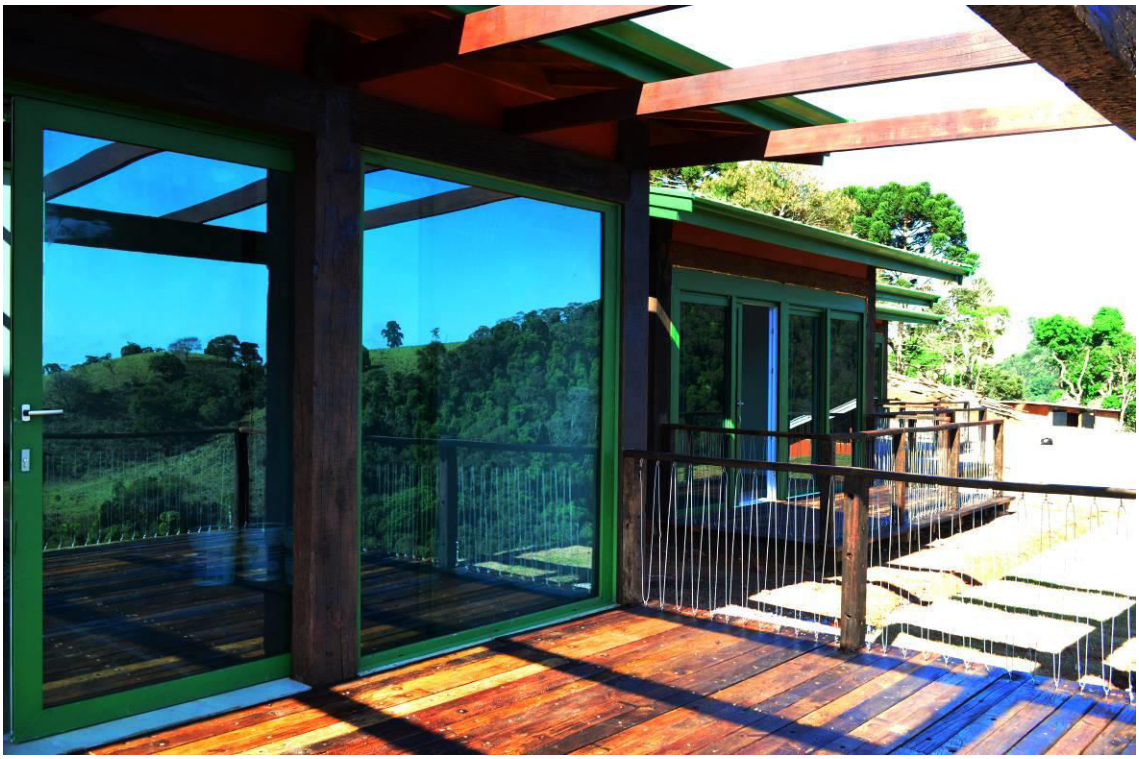
TerraBrasil 2018

Território e trabalho: a produção da arquitetura com terra no Brasil

VII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Rio de Janeiro-RJ (Brasil), 30 de outubro a 2 de novembro de 2018

http://redeterrabrasil.org

PROJETOS & OBRAS (P&O)



Casa Solare

Edificação Unifamiliar

Maria Marques

RESUMO

A edificação localizada na cidade de Gonçalves–MG, região de clima tropical de altitude, foi projetada seguindo princípios de sustentabilidade. A permacultura e a geobiologia nortearam algumas escolhas tecnológicas tendo sido utilizados sistemas construtivos como: aquecimento solar para piso e águas, captação de água de chuva e do terreno, reaproveitamento de águas cinzas e biodigestor. A construção foi feita em sistema estrutural misto: concreto armado, adobe (ambos impermeabilizados com DS-328, Baba de Cupim sintética); madeira de demolição. Outros materiais incluindo, esquadria de PVC e vidro insulado termorregulador, foram utilizados complementando as soluções relativas ao conforto térmico, bastante enfatizada nesta obra.

Edificação Unifamiliar, Gonçalves, Minas Gerais, Brasil.

O partido arquitetônico foi inspirado nas paisagens da Serra da Mantiqueira e em algumas características da arquitetura contemporânea. Possui aberturas e grandes vãos em vidro, convidando a natureza a fazer parte da edificação. Com um corredor de vidro integrando o social ao íntimo, que proporciona sensações diversas ao decorrer do dia e da noite. Sendo assim, temos uma casa diferente diariamente, com o controle térmico garantido e ampla visão para a bela vista do entorno.



Figura 1 - Foto final da Edificação Unifamiliar (Ariani Caninéo 2017)

Situada na região de clima tropical de altitude Köppen-Geiger (2007), o projeto foi implantado baseado nos princípios da geobiologia, “ ciência que estuda a relação entre energias procedentes da gea, terra e bios, vida de todos os seres vivos que a habitam” Bueno (1997), aplicado na casa, como: posição do sol, ventos predominantes, intensidade pluviométrica, pontos magnéticos do terreno e oscilação de temperatura, para o melhor aproveitamento das condições naturais no interior da edificação.

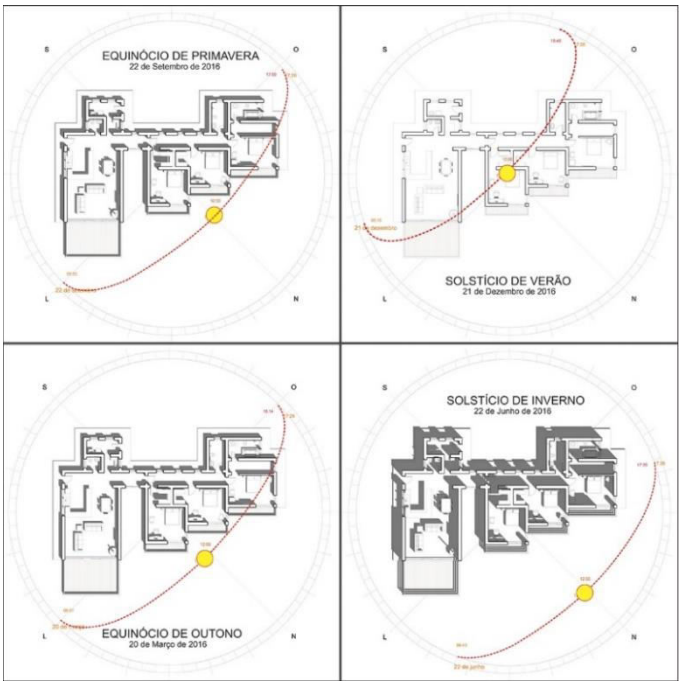


Figura 2 – Estudo Solar da implantação da edificação (Projeto Instituto Etno)

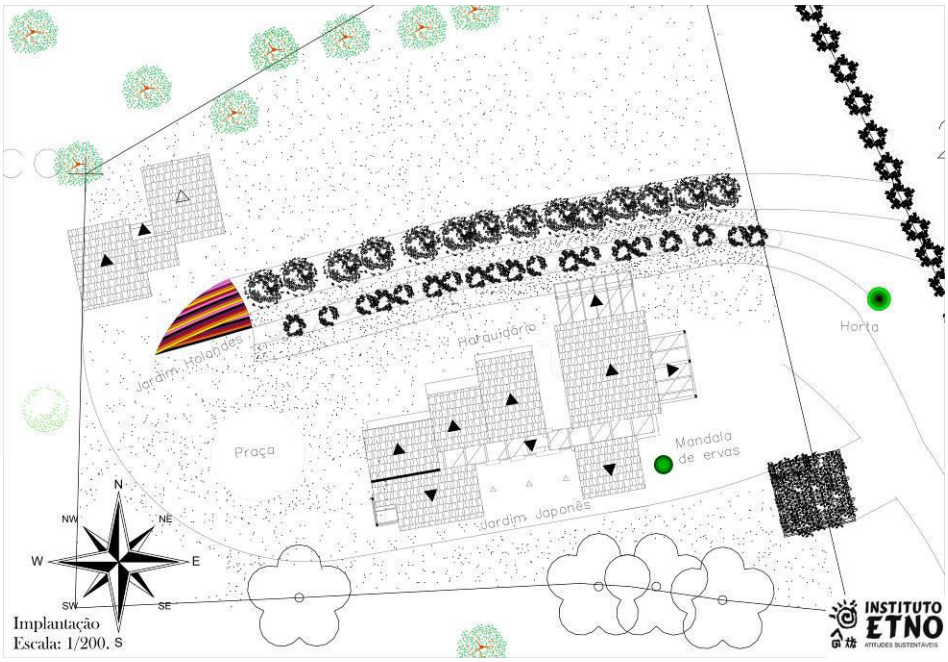


Figura 3 – Implantação Casa Solare (Projeto Instituto Etno)

A área social da edificação possui pé direito duplo, com paredes em adobe, assentados a chato 1 vez, contribuindo desta forma para a melhoria do conforto térmico.

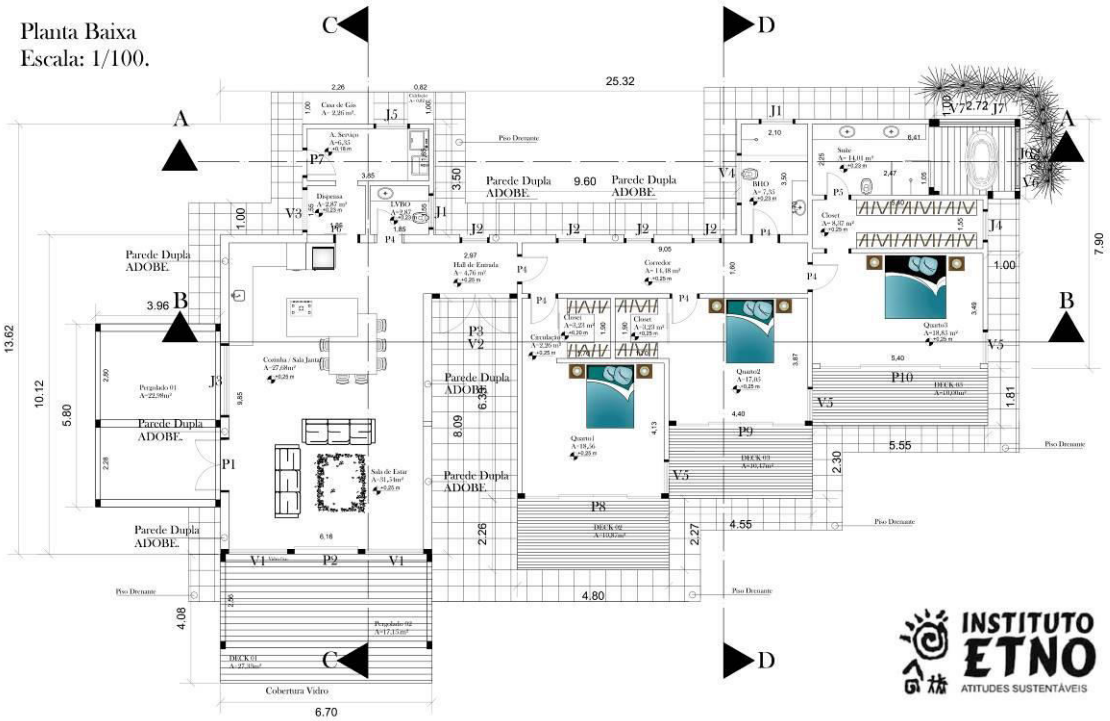


Figura 4 - Edificação Unifamiliar, especificação parede dupla de Adobe (Projeto Instituto Etno)

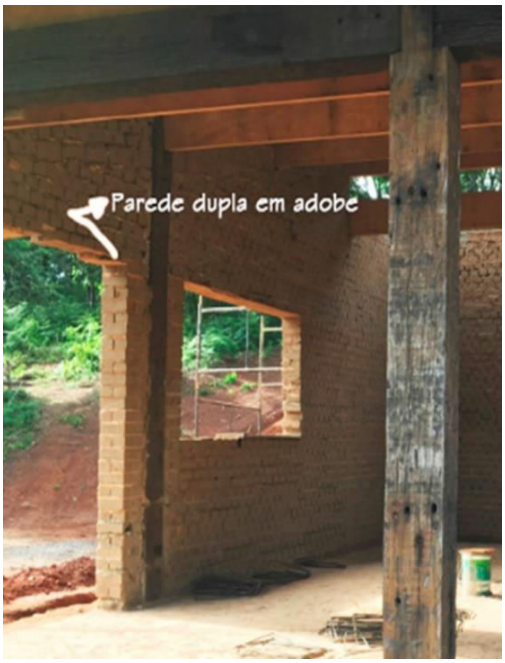


Figura 5 - Duplicidade do adobe na parede externa na Edificação Unifamiliar (Maria Marques 2017)

O corredor é composto por um teto de vidro insulado termorregulador, demostrado no Manual Técnico de Build With Light pág 8, (2010), ajudando no controle solar e eficiência energética da edificação, este pensado estrategicamente para que no outono/inverno o sol seja projetado na parede dupla, servindo assim, como elemento de refração solar. Já na primavera/verão as aberturas dos vãos, são utilizados para resfriamento do ambiente.

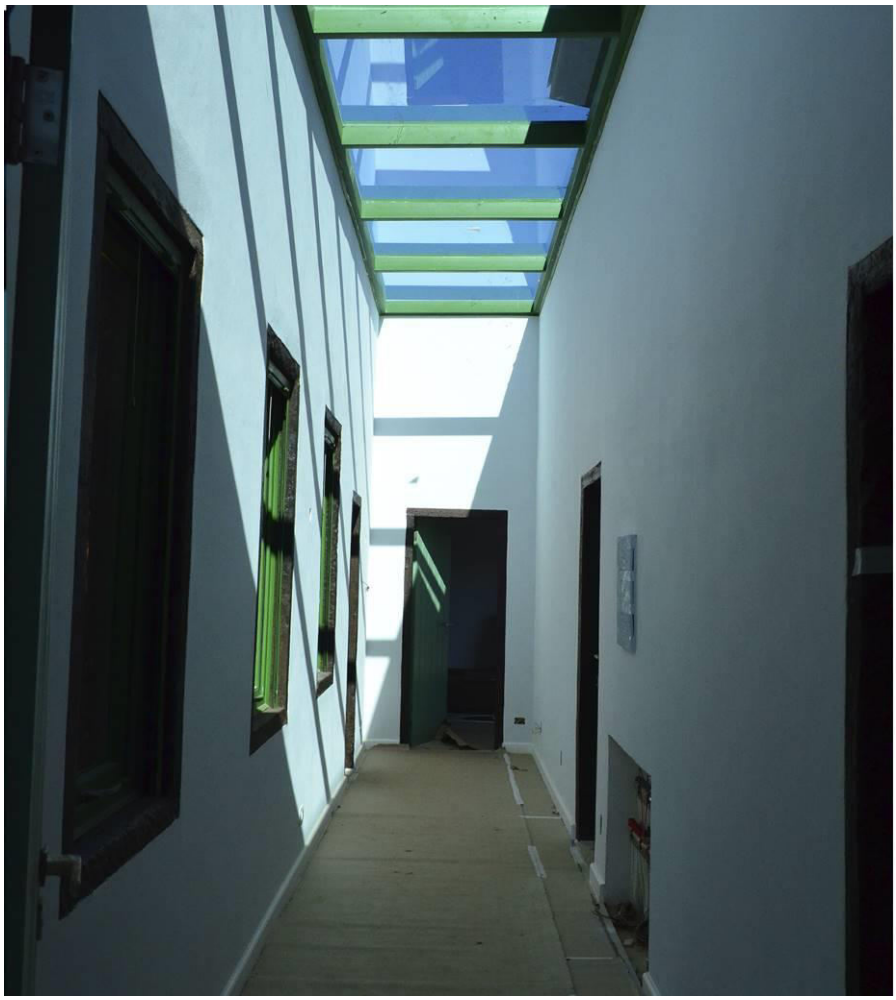


Figura 6 - Corredor com teto de vidro na Edificação Unifamiliar (Ariani Caninéo 2017)

Em relação as aberturas, o vento frio não só entra nos cômodos, mas também tira o calor ao passar pelas frestas, portanto é importante que todas as portas e janelas tenham um bom sistema de vedação, para que o ar quente não escape.
No estudo em questão foi definido o uso da esquadria de PVC, apesar de tradicionalmente ser usado na arquitetura de terra esquadrias de madeira. Porém a esquadria de PVC figura 6, possuem gaxetas especiais (formulação ATPK ou de TEFLON), conferindo maior vedação do ambiente por suas características de aderência superficial.

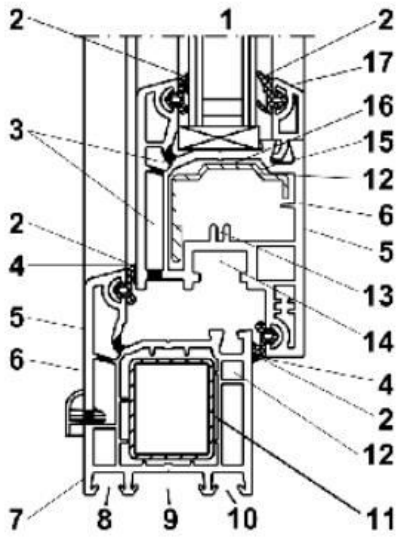


Figura 7 – Esquadria Oscilobatente (Catálogo Técnico Weiku, 2017)

2- Borrachas sintéticas EPDM, resistentes e interpéries do meio ambiente, com alta resistencia ao envelhecimento, com a vantagem de estar aparente apenas nos 3 mm entre os perfis.
4 - Duplo isolamento com borracha entre o caixilho e a folha (Esquadria Oscilobatente e Maxim-ar).

A forma do projeto foi pensada, para o aproveitamento do sol em todas as estações. No outono/inverno a insolação é plena e na primavera/verão o sol incide no poente, por meio das aberturas laterais, cumprindo assim, sua função de higienização na edificação.



Figura 8 - Lateral da Casa Solare (Ariani Caninéo 2017)

Em todas as aberturas e vãos da edificação, foram utilizadas o vidro insulado termorregulador, para manter 23ºC anual constante. Aproveitando ao máximo a iluminação natural.

O sistema de calefação solar, é aplicado pelo piso radiante desenvolvido para oferecer vantagens sobre outros tipos de aquecimento. Sattari e Farhanieh (2006), defende “a utilização do piso radiante para aquecimento no âmbito de atingir um eficiente conforto térmico para os ocupantes em conjunto dos objetos que se encontra em contato. Geralmente indicado para espaços de grandes dimensões, qualificando sensação a fisiologia humana. Este sistema pode ser executado por cabos eletricos ou tubos de água incorporados diretos na laje impermeabilizada.

No projeto unifamiliar, foi utilizado o modelo de piso radiante hidráulico, por tubos de água incorporados diretos na laje impermeabilizada, em toda edificação (sala conjugada, sanitários, lavabo, despensa lavanderia, corredor e dormitorios), conferindo assim uma distribuição de temperatura homogênea, impedindo que o calor escape pelo solo, melhorando o bem-estar dos habitantes.



Figura 9 - Instalação do Sistema de piso radiante hidráulico

Lengen (1995) afirma que o “piso funciona como um intercâmbio de calor”, pois ele recebe, guarda e transmite do calor. ”

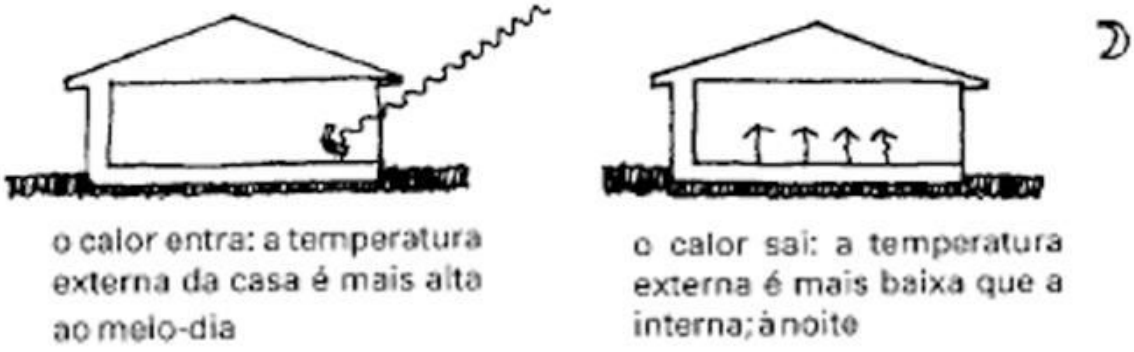


Figura 11 - Intercâmbio de Calor (LENGEN 1997)

A estrutura do projeto foi executada por um sistema misto, baldrames e sapata corrida em concreto armado, adobe, ambos impermeabilizados com DS-328, um aditivo a base de óleos e resinas vegetais; pilares e vigas de madeira de demolição (dormente).

Abaixo alguns cortes da edificação e representação da fundação:

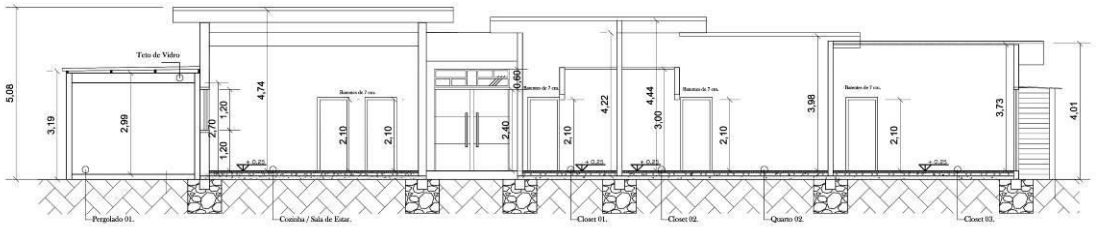


Figura 10 - Corte B-B (Projeto Instituto Etno)

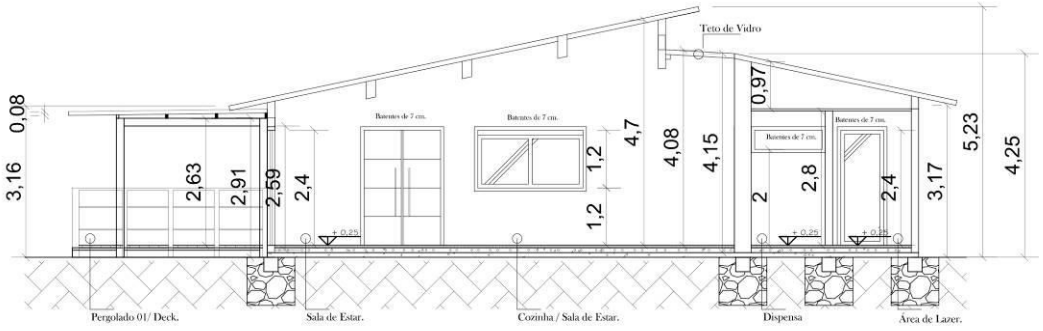


Figura 11 – Corte C-C (Projeto Instituto Etno)



Figura 12 – Perspectiva Casa Solare (Marcela Ary 2016)

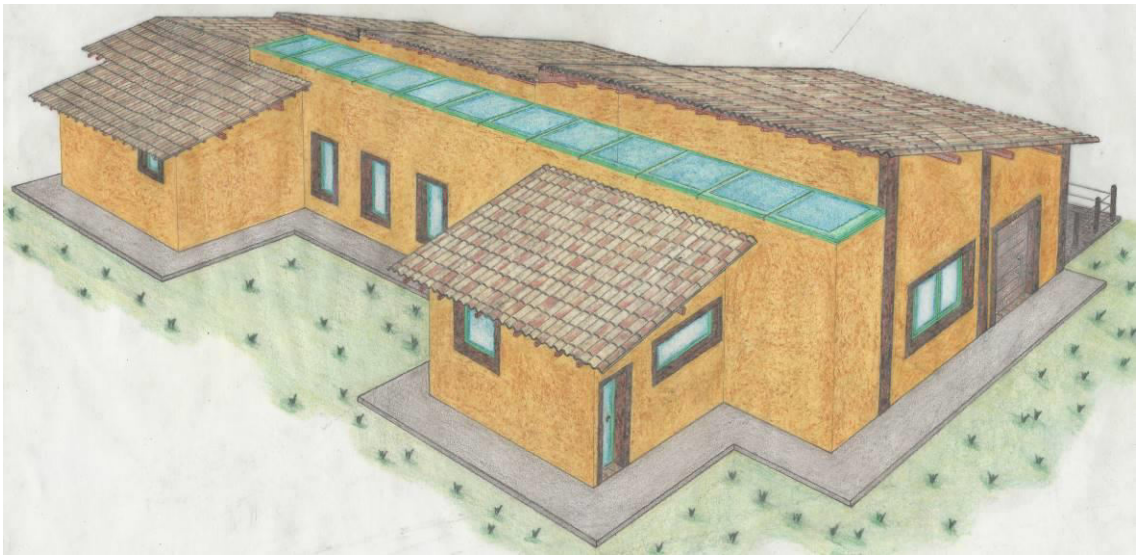


Figura 13 - Perspectiva Posterior da Casa Solare (Marcela Ary 2016)

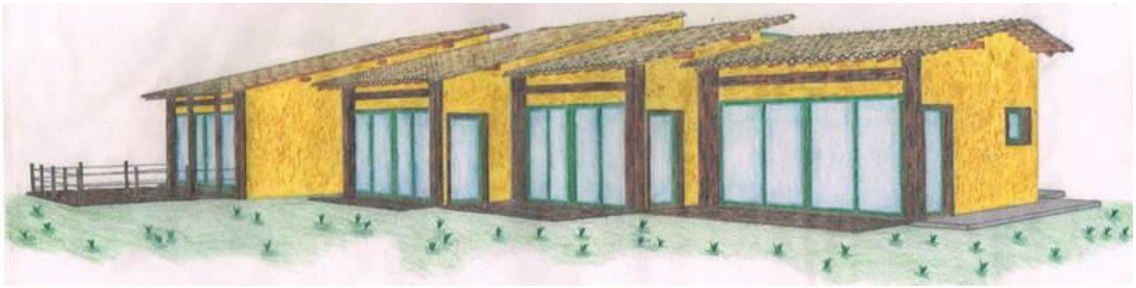


Figura 14 – Perspectiva lareral da Casa Solare (Marcela Ary 2016)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CUPIM, Baba de. Disponível em: <http://dynasolo.com.br/ds328s.htm>

BUENO, Mariano. O Grande Livro da Casa Saudável. São Paulo: ed. Roca, 1997.

WEIKU, Catalogo Técnico. (2017). Disponível em: < file:///C:/Users/Maria/Downloads/1004171550240WEIKU_CATALOGO_TECNICO_2017.pdf>

LIGTH, Build With. Manual Técnico. (2010). Pág 13 e 14. Disponível em: < file:///C:/Users/Maria/Desktop/vidro.pdf>

LENGEN, J.V. Manual do arquiteto descalço. Rio de Janeiro e Papeis e copias de Botafogo e TIBÁ-Instituto de Tecnologia Intuitiva e Bio-Arquitetura,1997.

Sattari, S., Farhanieh, B., A parametric study on radiant floor heating system performance, Tehran, Iran, Technical note, Renewable Energy, Elsevier, Department of Mechanical Engineering, Sharif University of Technology, 2006.



FICHA TÉCNICA

CASA SOLARE

Edificação Unifamiliar

Local: Gonçalves

Data de início do projeto: Maio de 2016

Data da conclusão da obra:

Área do terreno: 2. 408,00 ha

Área construída: 228,84 m2

Projeto/Idealização: Maria Inês Marques da Cunha

Construção: Maria Inês Marques da Cunha

Estrutura: Maria Inês Marques da Cunha

Hidráulica: Maria Inês Marques da Cunha

Fotos: Maria Inês Marques da Cunha e Ariani Caninéo da Costa

Fornecedores: Weiku (Esquadrias e janelas em PVC), Sanitrit (Sanitário Ecológico), Arte Rústica (Madeira de demolição), Portobelo shop (Porcelanatos e Revestimentos Cerâmicos), Ladrilhos Brasil Imperial, Build With Light (Vidro insuladoTermorrelugador), ABV Sistemas de Aquecimento (Calefação de Piso Solar), Acqualimp Biodigestores.

Maria Marques, arquiteta e urbanista; Presidente do Instituto Etno – bioarquitetura, educação e cultura; foi instrutora pelo Tibá (Tecnologia intuitiva e Bioarquitetura); Conselheira da Secretaria do Patrimônio Histórico da cidade de Paraisópolis – MG; Arquiteta de Terra; Mestranda pela Universidade de Taubaté em Ciências Ambientais; Membra da ABMTENC.

etno.bioarquitetura@gmail.com

TerraBrasil 2018
Território e trabalho: a produção da arquitetura com terra no Brasil
VII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Rio de Janeiro-RJ (Brasil), 30 de outubro a 2 de novembro de 2018
http://redeterrabrasil.org

PROJETOS & OBRAS (P&O)



PAREDE DE TORRÃO DE LEIVA DE GRAMA

Resgate de técnica autóctone

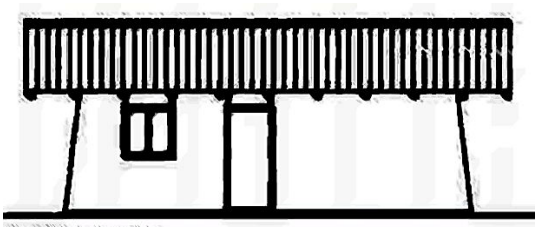
Letícia Thurmann Prudente
André Caveron Ripoll
Fernando Campos Costa

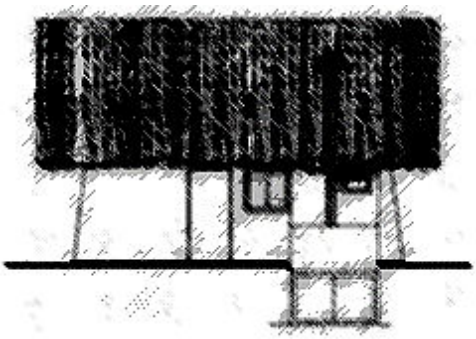
RESUMO

A parede de torrão de leiva de grama é uma técnica construtiva autóctone da biorregião do Pampa Gaúcho e foi resgatada e adaptada a dois projetos de casas bioconstruídas em um dos assentamentos da reforma agrária no Rio Grande do Sul, a pedido de duas das famílias beneficiárias do Programa de Habitação Social Rural de um convênio estabelecido entre o Instituto de Colonização e Reforma Agrária e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Apresenta-se a pesquisa e o processo de projeto participativo, destacando essa técnica, e parte da execução de uma das casas através de mutirão construtivo piloto.

Habitação Social Rural em Assentamento da Reforma Agrária, Herval/ RS, Brasil

CASA MARÍLIA E CASA MÔNICA









INTRODUÇÃO

Os projetos das “Casas Bioconstruídas de Herval”, como ficaram denominadas dentro do Programa de Habitação do Instituto de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) / RS, foram desenvolvidas por pesquisadores, técnicos e estudantes de Arquitetura e Urbanismo do Núcleo de Estudos em Assentamentos Humanos (NUC) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), através de um convênio entre ambas as duas instituições federais. Esse convênio tinha como objetivo a qualificação de um projeto convencional da habitação e a fiscalização da execução de obras desse projeto em assentamentos rurais da reforma agrária no Rio Grande do Sul (RS), financiados pelo INCRA e pela Caixa Econômica Federal (CEF). Porém, no Assentamento Vista Alegre/ Tamoios, no município de Herval – região sul do Estado, duas das seis famílias beneficiadas negavam esse projeto, exigindo que houve um outro projeto diferenciado por família, de caráter ecológico e mais apropriado ao ambiente sociocultural local, como haviam sido desenvolvidos em outros assentamentos do Estado. Depois de cinco anos pressionando o INCRA, que nunca tinha financiado um projeto desse tipo, e com o apoio e a pressão política do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Teto (MST), ambas as famílias conseguiram inserir os projetos das casas bioconstruídas no convênio INCRA/ UFRGS como um processo piloto para futuros financiamentos. Em 2008, os dois projetos foram finalizados e um deles construído, junto com a qualificação e a construção dos seis projetos convencional, todos voltados à execução de obras em regime de mutirão entre as famílias. Todo o processo, desde a pesquisa, os projetos e a execução das obras, foi denominado “Mutirão Piloto”.

PROCESSO PARTICIPATIVO – MUTIRÃO PILOTO

O Mutirão Piloto compreende todas as etapas dos processos projetuais e construtivos das habitações do assentamento Vista Alegre/ Tamoios, definido como experimental para o Programa de Habitação Rural do INCRA no RS, tanto pela inserção de projetos mais ecológicos quanto pelo processo de construção de casas em regime de mutirão. Ao todo, foram três etapas gerais de trabalho desenvolvidas em quatro anos: Pesquisas, Projetos e Obras. As duas últimas foram desenvolvidas no último ano, quando foi encerrado o convênio, sem o término total das obras. A gestão de trabalho buscou conciliar o projeto técnico a um projeto socialmente integrado, visando à atuação dos beneficiários nas tomadas de decisões em cada etapa de trabalho, através de reuniões mensais de planejamento com todas seis famílias beneficiárias. Os técnicos envolvidos tiveram um papel de interface entre o grupo de beneficiários e o processo pré-definido pelo Programa de Habitação Rural do INCRA. A figura 1 mostra o fluxograma de etapas.

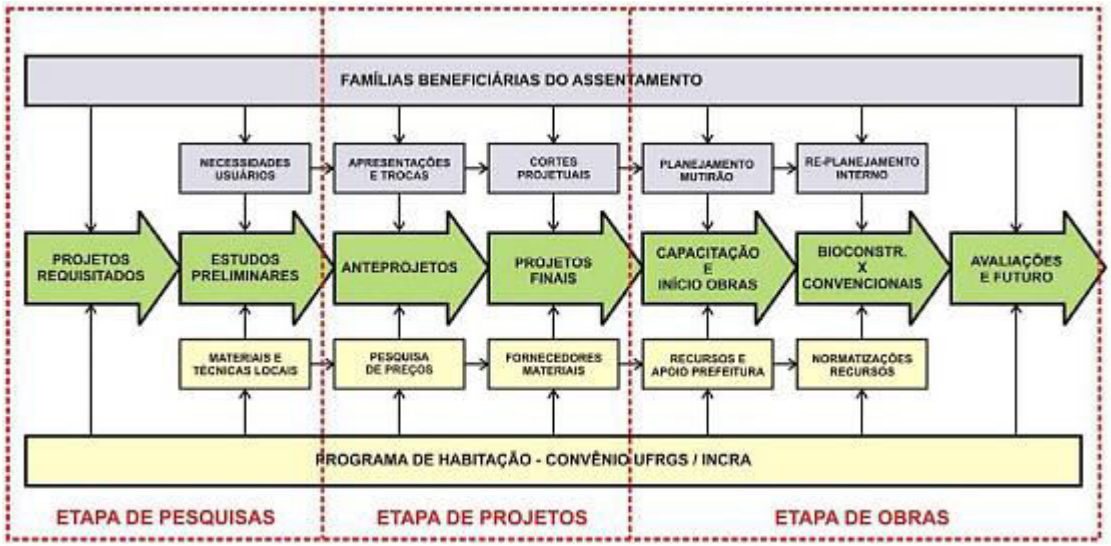


Figura 1 - Fluxograma de etapas de trabalho

CASAS BIOCONSTRUIDAS

As casas bioconstruídas foram denominadas “Casa Marília” e “Casa Mônica”, conforme o nome das responsáveis pelos lotes. Ambas foram projetadas em torno da técnica de paredes de torrão de leiva de grama, tendo como referência os ranchos tradicionais da região da fronteira do Brasil com o Uruguai, mas especificamente no município de Bagé/ RS. As diferenças entre os dois projetos referem-se basicamente ao tipo de cobertura (telha cerâmica ou palha) e ao tratamento de efluentes (separação de águas ou sanitário seco). Por questões em relação à otimização de formas, limitação de recursos, tamanhos de peças estruturais e também a uma certa uniformização dos projetos frente ao INCRA, ambas têm os mesmos sistema e modulação estruturais, com o objetivo de padronizar o processo e serem simples de executar. A escolha de materiais levou em consideração o máximo uso de recursos naturais, com mínimo impacto ambiental e custo energético de produção, ao invés de materiais industrializados.

PESQUISAS: SUPERADOBE + RANCHOS DE TORRÃO

Foram desenvolvidas pesquisas sobre tecnologias existentes na região e/ou conhecidas pelos beneficiários. Algumas pessoas já tinham conhecimentos sobre bioconstrução por terem participado de um curso no Instituto de Permacultura do Pampa (Bagé/ RS) – IPEP. Uma das primeiras ideias propostas pelas famílias era construir as casas com a técnica de parede portante de terra ensacada, pois no próprio assentamento foi construída uma casa com essa técnica. Porém, durante a etapa de pesquisa, houve um redirecionando para as técnicas utilizadas em construções tradicionais da região denominadas “ranchos”. Tais habitações são construídas com paredes portantes de torrões (blocos) de leiva de grama e cobertura de capim santa-fé – todos os materiais retirados do próprio terreno. Foram realizadas pesquisas de campo no município de Bagé, na fronteira com o Uruguai, para a compreensão da técnica ainda existente em alguns exemplares e na memória das pessoas que seguem utilizando tais construções. A figuras 2 mostra dois dos ranchos de torrão visitados na fronteira.



Figura 2 - Ranchos de torrão na fronteira Bagé/ RS – Uruguai

Para tanto, também foi realizada pesquisa de campo na própria casa de terra ensacada do assentamento para a troca de informações sobre o tipo de solo existente, bem como alguns testes iniciais em um dos terrenos onde seria construída uma das casas. Tanto as informações sobre a construção de terra ensacada quanto os testes com torrões de leiva de grama in loco foram satisfatórios para a decisão final de construir as paredes com esse tipo de técnica. Porém, ao invés de ser um sistema de paredes portantes, optou-se por utilizar os torrões como parede de vedação. A figura 3 mostra uma imagem da casa de terra ensacada do assentamento e uma das amostras de torrões de leiva de grama na área da obra onde seria a Casa Marília.



Figura 3 - Casa de terra ensacada no assentamento e torrão de leiva de grama na área da obra.

Nos estudos preliminares, as primeiras propostas previam um pré-dimensionamento para ambas as casas de aproximadamente 70m², com um programa de necessidades que abrangia: 3 dormitórios, sala de estar, cozinha com fogão a lenha, banheiro e espaço de acesso secundário para entrada direta do campo, por onde as pessoas poderiam lavar suas botas e deixar equipamentos – área não prevista na casa convencional. Além disso, inicialmente, havia uma série de técnicas de bioconstrução e sustentabilidade, como o uso de terra crua nas paredes, sanitário seco, cobertura verde ao norte e cobertura cerâmica ao sul para a captação de água da chuva, as quais, ao longo do processo foram sendo reduzidas. A figura 4 mostra as primeiras propostas de planta, fachada e corte da Casa Mônica.

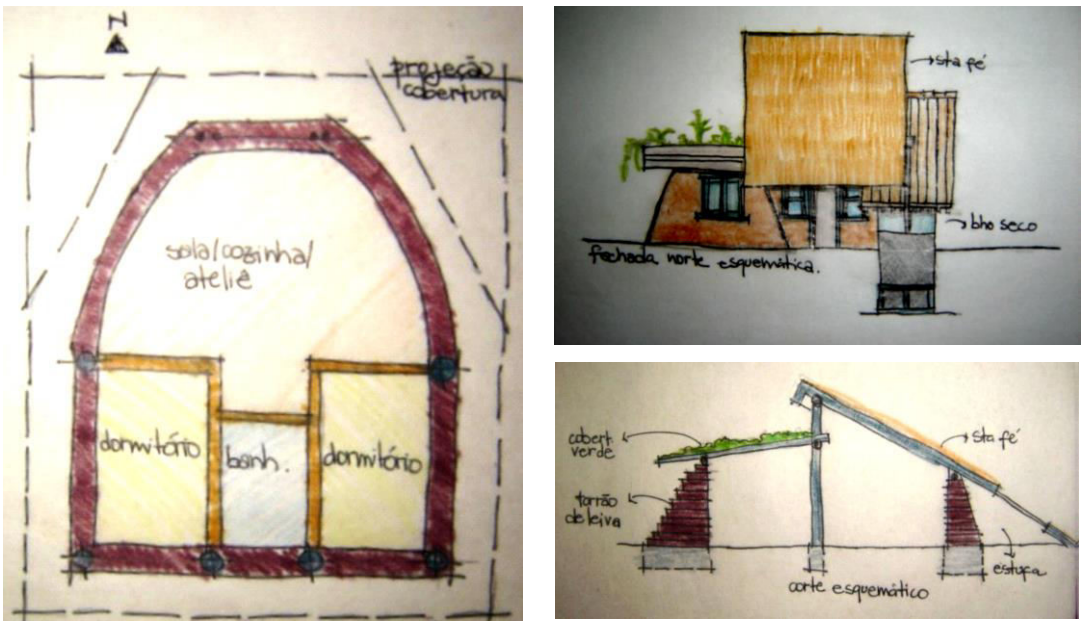


Figura 4 – Primeiras propostas de planta baixa, fachada e corte esquemático.

No anteprojeto, a partir de reavaliações desses estudos preliminares, considerando aspectos técnicos, estéticos, funcionais e financeiros em contrapartida aos recursos disponíveis, foram redimensionadas as áreas e definido um mesmo sistema estrutural em madeira roliça com paredes portantes de torrão. Além de desenhos esquemáticos, também foram utilizadas maquetes volumétricas e estruturais como instrumentos que auxiliaram na melhor compreensão sobre as possibilidades projetuais, qualificando a participação dos beneficiários nas tomadas de decisão sobre as alterações técnicas. A figura 5 mostra as maquetes volumétrica e estrutural, respectivamente, da Casa Mônica e da Casa Marília.

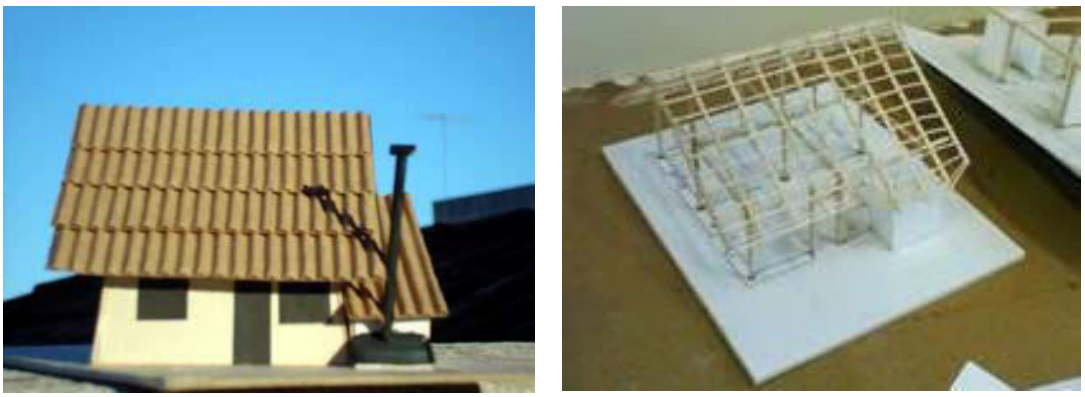


Figura 5 – Maquete volumétrica da Casa Mônica e maquete estrutural da Casa Marília.

A Casa Mônica ficou projetada para ter cobertura de palha, necessitando de maior inclinação do telhado, bem como ter um banheiro seco voltado à orientação Norte. A Casa Marília, por sua vez, a cobertura seria de telha cerâmica e o tratamento de efluentes seria realizado com a separação das águas cinzas e negras.

DESCRIÇÃO DOS PROJETOS

As plantas de ambos os projetos consistem em uma forma quase quadrada, dividida em quatro partes: duas partes de dormitórios e duas de sala de estar, cozinha e banheiro. Esses últimos cômodos foram aproximados para otimizar a infraestrutura de água e esgoto. Em relação à cobertura, a telha cerâmica tem inclinação de 30% na Casa Marília, enquanto a inclinação da cobertura de palha da Casa Mônica tem 45%. Essa inclinação maior é necessária para favorecer um rápido escoamento de

água e proteger o material e acabou por permitir uma altura que poderá comportar, no futuro, um mezanino. As figuras 6 e 7 apresentam, respectivamente, os projetos da Casa Marília e Casa Mônica, através de desenhos técnicos de plantas baixas, cortes transversais e fachadas.

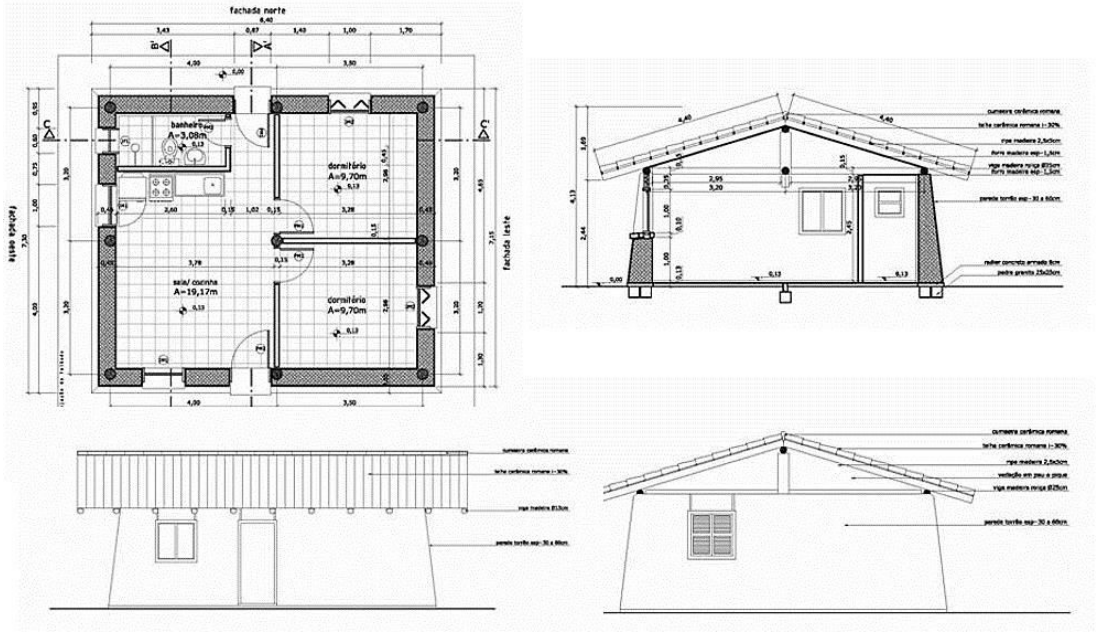


Figura 6 – Casa Marília: Planta Baixa, Corte CC, Fachada Norte e Fachada Leste.

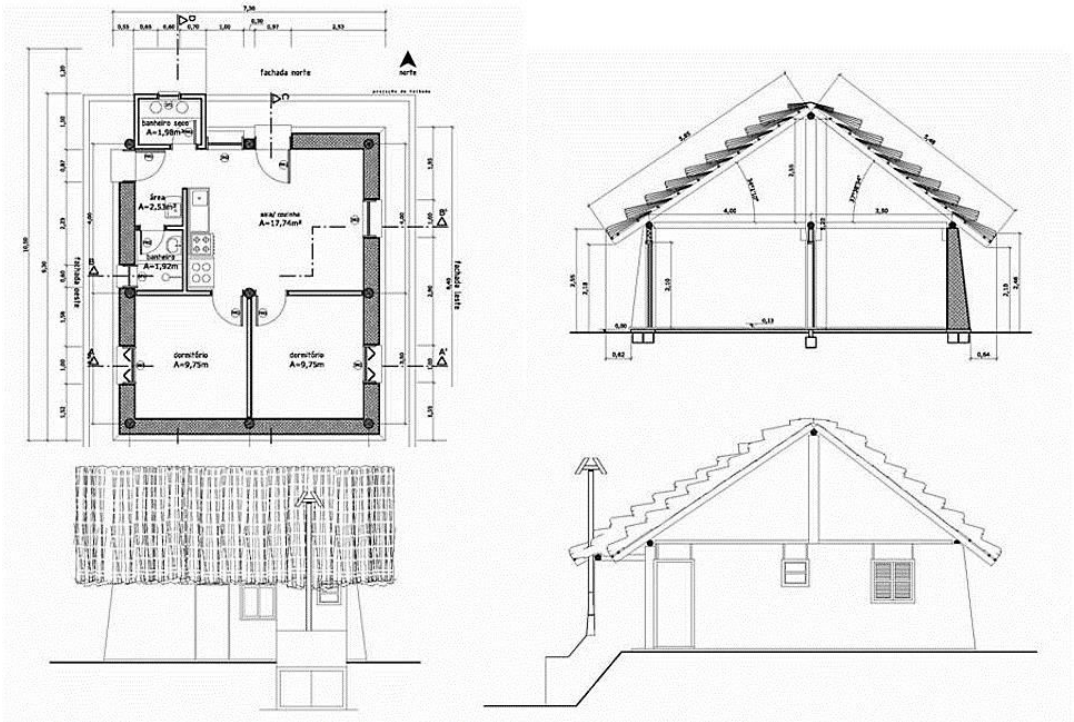


Figura 7 – Casa Mônica: Planta Baixa, Corte CC, Fachada Norte e Fachada Leste.

As fundações dos pilares de ambas as casas consistem em sapatas de concreto armado para o apoio e fixação, sendo introduzidos dentro das sapatas para garantir a sua estabilidade. Como fundação das paredes externas foi projetada uma malha de concreto armado (radier) com largura igual à base das paredes (60cm), com altura mínima (8cm), o qual é amarrado na fundação dos pilares. As paredes internas, por sua vez, correm por sobre uma viga simples de 15x30cm. A base dessas fundações é de pedras de granito também reaproveitadas de ruína existente no assentamento.

O sistema estrutural consiste em uma estrutura independente de pilares e vigas de madeira roliça, que é montada com poucos encaixes e apoios simples de peças pequenas reaproveitadas dos próprios pilares ou vigas roliças (fixadas aos pilares para o sustento das vigas). As vigas de cobertura também são de madeira roliça, tendo ripas apoiadas diretamente sobre tais vigas, dispensando o uso de terças e caibros. As telhas cerâmicas da Casa Marília são apoiadas sobre as ripas e, no caso da cobertura de palha da Casa Mônica, foi previsto o uso de bambu para a fixação entre a palha e as ripas. A figura 8 mostra imagens da fundação e da estrutura de pilares da Casa Marília (todas as imagens são dessa casa).



Figura 8 – Fundação e estrutura de pilares e vigas de madeira roliça da Casa Marília.

As paredes externas são de torrão de leiva de grama. Os blocos maciços de leiva de grama (torrões), retirados diretamente do solo, são empilhados como grandes tijolos de aproximadamente 20x15x60cm, com a parte de grama voltada para baixo, segundo Morgado e Costa (2007). A base da parede tem 60cm, terminando com 30cm ao topo, sendo pouco menores que os ranchos tradicionais que tinham suas paredes com base com 90cm e topo de 60cm – redução em função de não serem paredes portantes como são os ranchos. A figura 9 mostra um dos torrões de leiva de grama retirados no próprio terreno e a sua colocação como parede de vedação.



Figura 9 – Torrão de leiva de grama do terreno e parede de vedação com torrões.

Na construção da Casa Marília, os torrões foram utilizados como vedação até a altura de 90cm, aproximadamente a altura do peitoril das janelas. Acima dessa altura as paredes foram feitas como o pau-a-pique, com o aproveitamento de espécies vegetais existentes no local, e o seu respectivo reboco com a técnica de taipa-de-mão (terra crua). As paredes internas foram construídas de com os tijolos de alvenaria reaproveitados, assentados com terra crua. As esquadrias são de madeira, de baixo custo, por se ter encontrado o mesmo custo de esquadrias metálicas – normalmente empregadas nas construções de programas habitacionais nos demais assentamentos – em um fornecedor local. A figura 10 mostra uma visão externa da casa, com uma das esquadrias de madeira instalada sobre a base da parede externa de torrão, entre

a estrutura da parte de pau-a-pique, e uma visão interna, com a estrutura de pau-a-pique da parede externa e parte da parede interna de tijolo de alvenaria assentado e rebocado com terra crua.



Figura 10 – Torrão e de pau-a-pique na parede externa e tijolo com terra crua na parede interna.

Em relação aos custos, o recurso total para cada casa foi de apenas R$ 7.500,00 (sete mil e quinhentos reais), referente somente ao recurso do INCRA, pois a CEF não iria contribuir para esse tipo de construção (as casas convencionais tinham cerca de R$ 15.000,00 somando o INCRA e a CEF). Não houve a previsão de remuneração de mão-de-obra para a execução das casas, pois a proposta sempre foi a do regime de mutirão entre as seis famílias beneficiárias. Mas houve o apoio da Prefeitura Municipal de Herval com a disponibilização de mão-de-obra de dois pedreiros, algumas máquinas e transporte de materiais para a construção das seis casas (duas bioconstruídas e quatro convencionais), durante o prazo previsto inicialmente para a execução das casas - seis meses, até dezembro de 2008.

Devido a complicações burocráticas do Convênio UFRGS/ INCRA-RS, ocorreu uma descontinuidade do acompanhamento técnico em campo. Porém, em função da organização interna das famílias as obras das casas continuaram com um acompanhamento técnico à distância. Após esse fato, um replanejamento interno orientou a prioridade da construção das casas convencionais para que pudessem otimizar ao máximo o tempo de trabalho dos pedreiros da prefeitura, em detrimento ao andamento das casas bioconstruídas. Essas acabaram com pendências ao final do encerramento desse convênio, quando foi realizado uma última reunião de avaliação e encaminhamentos sobre a continuidade do processo e finalização das casas. Surgiram algumas propostas sobre um novo apoio de apoio da prefeitura para conclusão das obras. No caso das casas bioconstruídas, as famílias seguiram buscando informações e adaptando-as ao novo contexto, com auxílio técnico voluntário à distância.

Foto autor 1



Foto autor 2



Foto autor 3



Breve currículo autor 1
Letícia Thurmann Prudente: professora substituta no Departamento de Projeto de Arquitetura da UFRJ e no Departamento de Desenho Técnico da UFF; Arquiteta Urbanista (2000), com doutorado em Planejamento Urbano e Regional (2017) e mestrado em Engenharia Civil/ Área Sustentabilidade (2007) pela UFRGS.

E-mail autor 1: lelearq@hotmail.com

Breve currículo autor 2
André Cavedon Ripoll: Arquiteto Urbanista (2012) pela UFRGS e doutorando em Planejamento Urbano e Regional no IPPUR-UFRJ, com mestrado em Planejamento Urbano e Regional (2016) pela UFRGS.

E-mail autor 2: ac.ripoll@gmail.com

Breve currículo autor 3
Fernando Campos Costa: Bioconstrutor e Permacultor do CasaTierra; presidente da ONG Núcleo Amigos da Terra Brasil e estudante de Arquitetura e Urbanismo na Universidade Luteran do Brasil (ULBRA).

E-mail autor 3: ferccosta22@gmail.com

FICHA TÉCNICA

CASAS BIOCONSTRUÍDAS DE HERVAL - RS

HABITAÇÃO SOCIAL RURAL EM ASSENTAMENTO DA REFORMA AGRÁRIA

Local: Assentamento Vista Alegre/ Tamoios - Município de Herval - RS - Brasil

Data de início do projeto: janeiro de 2008

Data da conclusão da obra: dezembro de 2008

Área do terreno: 40 ha/ cada

Área construída: 43,70 m2 e 45,90 m2

Projeto/Idealização: Letícia Thurmann Prudente, André Cavedon Ripoll e Fernando Campos Costa

Construção: mutirão da comunidade

Estrutura: Letícia Thurmann Prudente e Fernando Campos Costa

Hidráulica: Letícia Thurmann Prudente, André cavedon Ripoll e Fernando Campos Costa

Fotos: Letícia Thurmann Prudente, Fernando Campos Costa e Marília Gutierres Gonçalves

Fornecedores: materiais naturais (torrão de leiva de grama) e reciclados de edificações desativadas (pedras e tijolos) locais; e materiais comprados em lojas do município (madeiras, cimento, areia, brita, telhas etc)

TerraBrasil 2018

Território e trabalho: a produção da arquitetura com terra no Brasil

VII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Rio de Janeiro-RJ (Brasil), 30 de outubro a 2 de novembro de 2018

http://redeterrabrasil.org

PROJETOS & OBRAS (P&O)



CASA BUNKER

Taipa contemporânea

Rodrigo Rocha

RESUMO

O projeto foi direcionado a uma jovem família, que teve como requisito a ampliação do espaço coletivo, três quartos e um banheiro. Propôs-se a ampliação ao norte da edificação existente, com as áreas coletivas ao leste e áreas íntimas a oeste. Situada em um bairro residencial, o desafio foi prover privacidade aos usuários sem comprometer a estética. Na fachada frontal foram posicionadas janelas em uma altura que permite a entrada de luz natural e a vista para as copas das árvores. Com paredes de taipa de pilão estabilizada e isolamento térmico adequado, a residência requer o mínimo de climatização artificial.

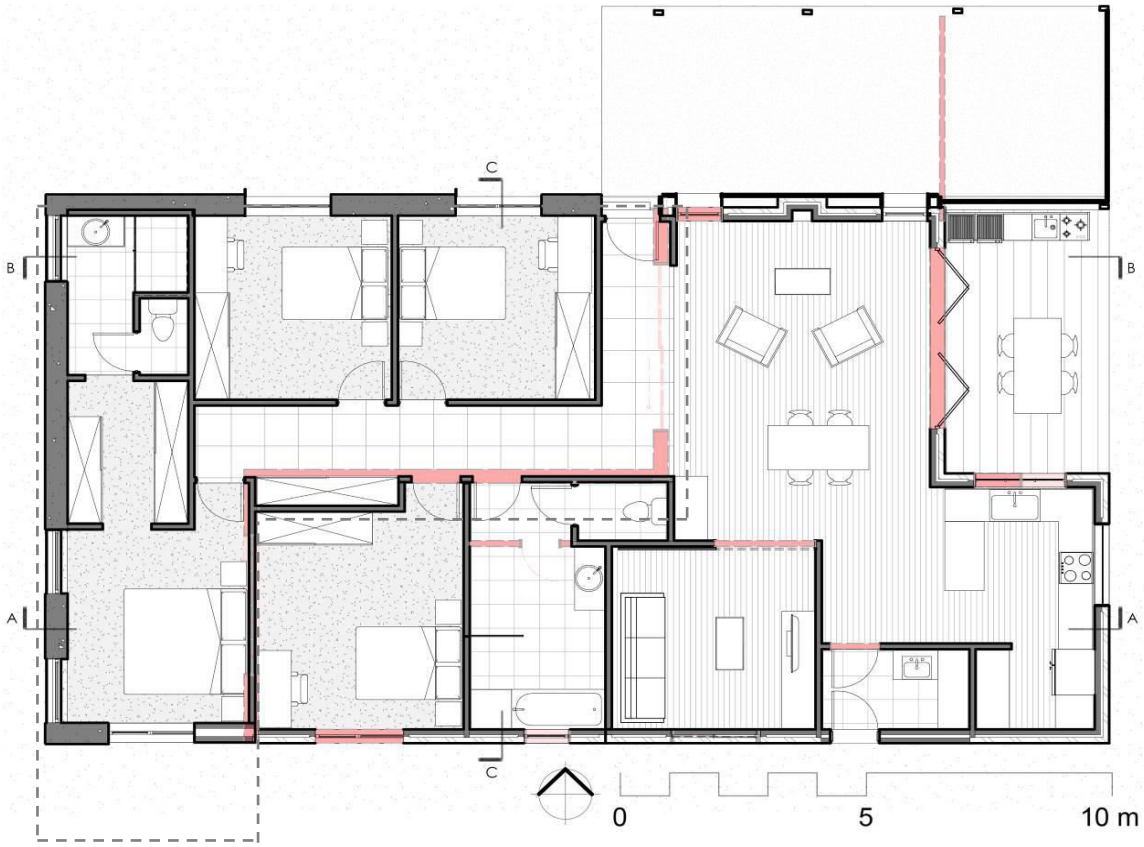
Residência, Melbourne, Austrália



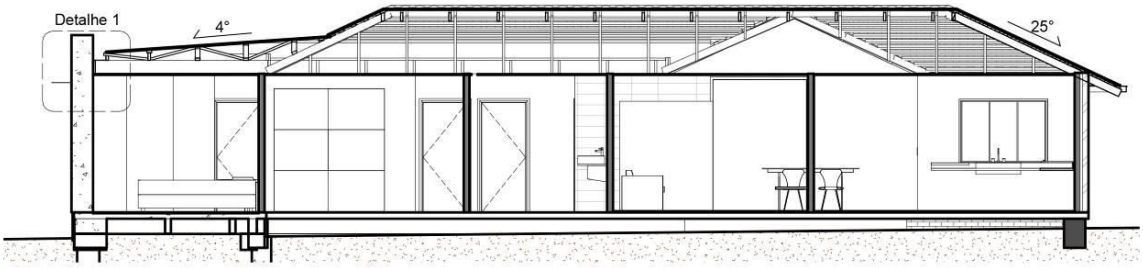
1. **Perspectiva da residência.**

De maneira simplificada, a execução da taipa de pilão estabilizada pode ser descrita em duas etapas. Na primeira etapa é feita a montagem das formas para todo o material de preenchimento ser colocado em camadas, que serão apiloadas até uma altura de 20 centímetros sucessivamente, até atingir a altura final da parede. Percebe-se que a altura das camadas define a quantidade de linhas de compactação evidentes na face da parede, conforme ilustra a Figura 1. A segunda etapa ocorre no dia seguinte, quando é realizada a retirada das formas, ou a desforma, que marca o início do processo de cura da parede. Após esta última etapa, não há a necessidade de fazer qualquer acabamento nas paredes, apesar de atualmente ser recorrente a aplicação de duas demãos de hidrofugante transparente em suas faces acabadas.

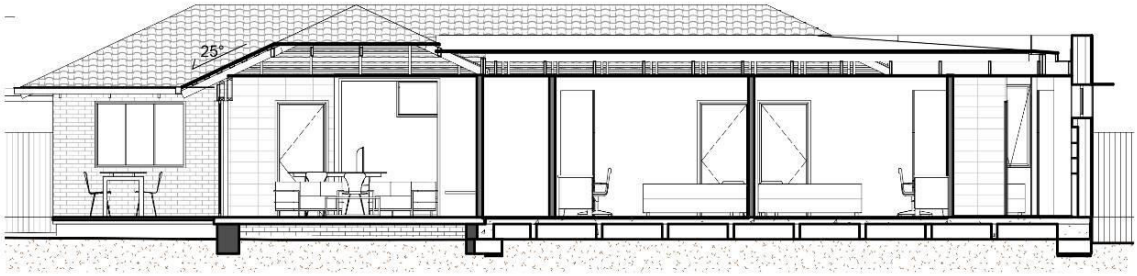
Foram demolidas as paredes de tijolo e madeira nas fachadas norte e oeste, todos os tijolos foram retirados de tal forma que pudessem ser reutilizados ou vendidos. Parte do telhado em telhas cerâmicas existentes foi retirado a fim de conectar as vigas da estrutura do telhado da extensão da residência. O trabalho de carpintaria se deu em reforçar e substituir as paredes existentes. Foram retiradas todas as placas de gesso acartonado para a substituição de novas placas e gesso posteriormente. Todas as paredes, excluindo as paredes de taipa de pilão estabilizada, são wood frame, técnica corrente utilizada na Austrália, algumas com colunas duplas ou quádruplas para reforço da estrutura segundo o projeto estrutural. Toda a estrutura do telhado foi feita in loco e projetada com inclinações de 3 ou 4 graus.



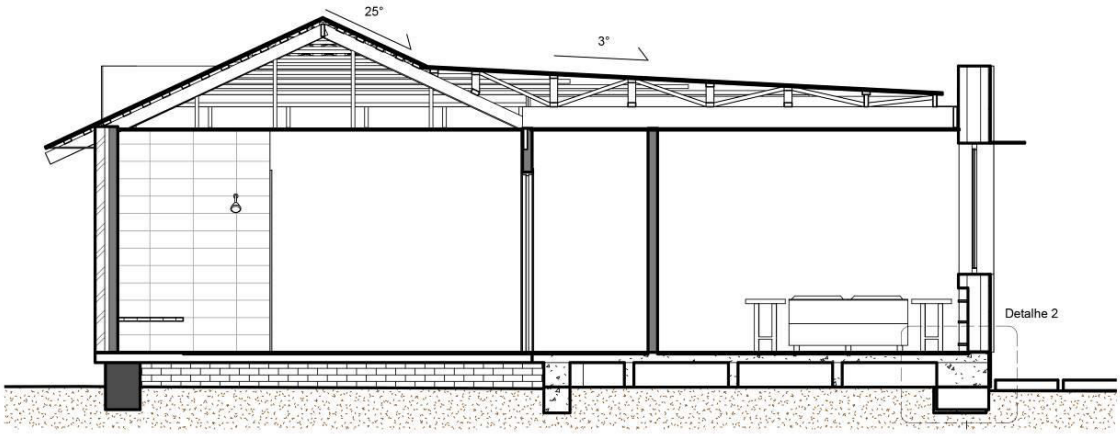
2. Planta baixa de reforma da residência, com a ampliação em tracejado e em vermelho as paredes demolidas.



3. Corte longitudinal AA



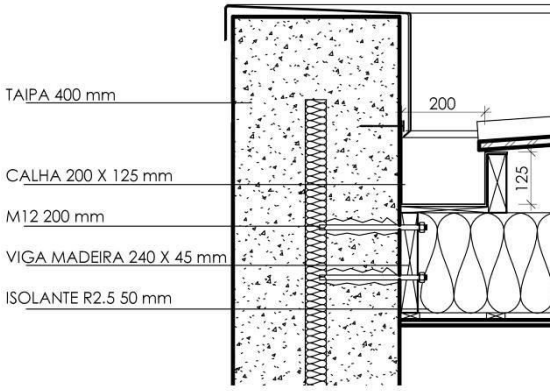
4. Corte longitudinal BB



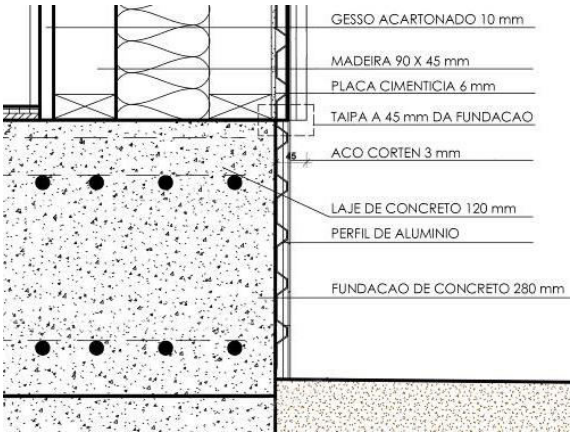
5. Corte transversal CC

A fundação da residência executada em radier, com vigas baldrames de 600 mm nas extremidades onde as paredes de taipa de pilão estabilizada se encontram e 300 mm na junção com a estrutura do piso em madeira existente, baldrames de 110 mm nas duas direções formam vãos de 1190 x 1190 mm. Desta forma, após a execução, tem-se um piso rígido acabado como um contra piso para aplicação de carpete e azulejos cerâmicos, neste caso.

As paredes em taipa de pilão estabilizadas com cimento foram executadas em 12 dias, com uma produtividade de 15 m2 diários. Em sua mistura foram utilizados 7% de cimento branco, além de adição de água para umidade ideal para compactação e uma pequena quantidade de hidrofugante, regularmente utilizado nas construções em taipa de pilão estabilizada na Austrália. Nesta obra as paredes foram executadas a 45 mm da fundação, com a intenção de ressaltar essas paredes das paredes externas em wood frame.



6. Detalhe 1



7. Detalhe 2

As paredes externas foram revestidas com chapas de 3 mm de aço corten, definindo as aberturas de esquadrias, dando ritmo às fachadas norte e leste. Chapas do mesmo aço também foram instaladas na fundação, parte inferior das paredes externas, com a intenção de criar leveza às paredes monolíticas de taipa de pilão estabilizada. Foram instalados chapas de 3 mm de ferro pintadas de preto com brilho, acima das janelas como proteção a insolação excessiva dentro dos ambientes adjacentes.



8. Residência original



9. Execução da fundação radier



10. Execução das paredes em taipa de pilão estabilizada



11. Execução das paredes em wood frame



12. Detalhe da taipa de pilão estabilizada a 45 mm da fundação



13. Execução da taipa de pilão

Sobre a obtenção do material de construção, a terra, é importante pontuar que não se restringe apenas àquela presente no canteiro de obras. Na Austrália os fornecedores de solo e agregados de construção, geralmente empresas com função de fornecer material para pavimentação de vias e rodovias, localizadas nas intermediações entre campo e cidade, são responsáveis também por providenciar material para a produção da taipa de pilão estabilizada. Essas empresas fornecem diferentes tipos de agregados, geralmente tipos de cascalho, sedimentos de rochas, barro arenoso e argiloso com diversas granulometrias, além de triturarem e reutilizarem concreto e tijolos maciços. A diversidade e disponibilidade de solos e agregados são fundamentais para a produção e difusão das paredes de taipa de pilão estabilizada. Neste caso utilizou-se 50% de concreto reciclado triturado e 50% de areia fina.

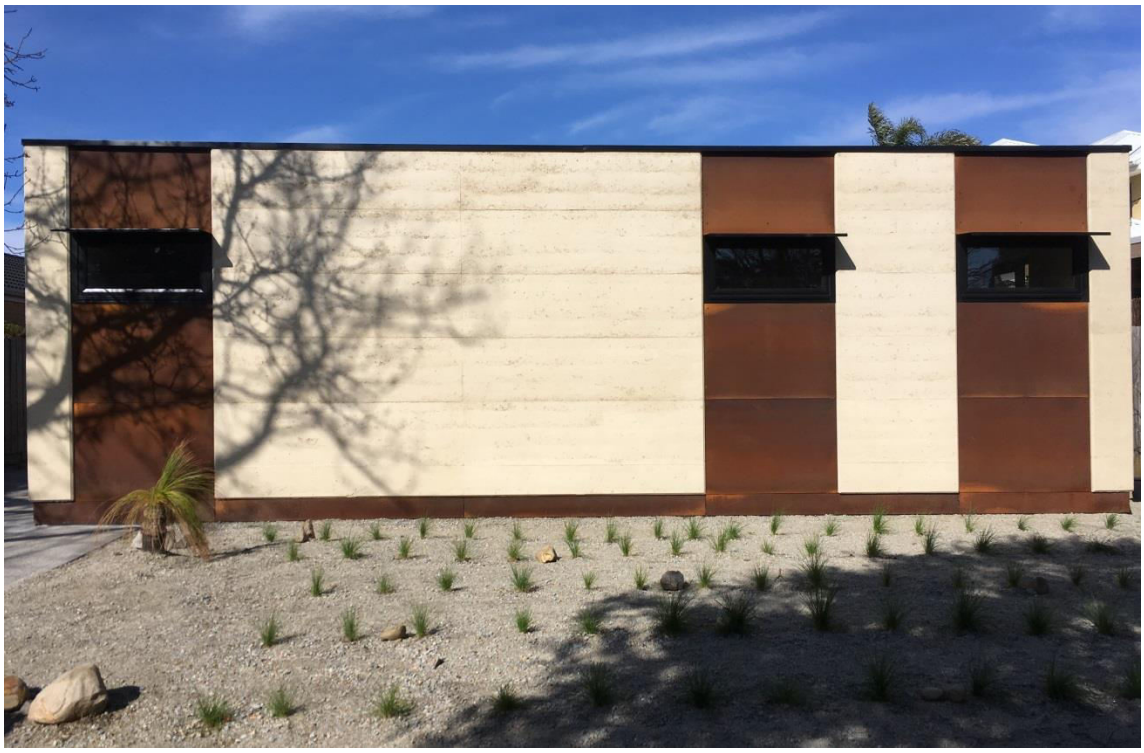


14. Processo de construção



15. Detalhe da taipa e estrutura da cobertura

A entrada pela lateral da casa ao norte possibilitou ampliar a sala e transformar um antigo quarto numa ampliação, deste ambiente a partir de uma porta de correr, o formato da cozinha possibilita um contato maior com a sala, através de uma janela há o contato com a área externa também. Um largo corredor conecta as áreas íntimas da casa, onde foram criados dois quartos e uma suíte com roupeiro. O banheiro teve o layout reformulado e todas as paredes e pisos substituídos assim como no quarto existente. Com o desenho, orientação e escolha dos materiais de construção, foi possível obter o dobro de eficiência energética do edifício original, atingindo assim a expectativa dos clientes em utilizar o mínimo de climatização artificial para a utilização do edifício com conforto.



16. Fachada frontal ao oeste



17. Entrada ao norte



18. Vista da cozinha



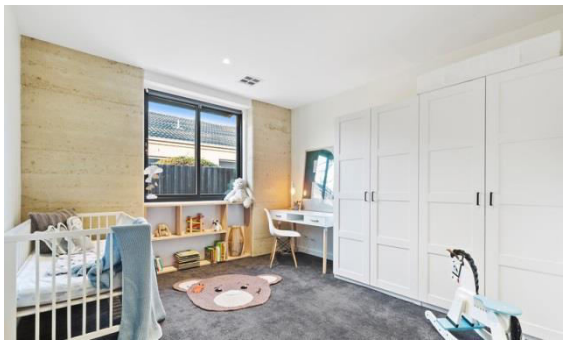
19. Vista do jardim e sala ampliada



20. Vista da área externa



21. Vista interna da suíte



22. Vista interna de um dos quartos



23. Detalhe da taipa no banheiro da suíte



24. Perspectiva da residência em seu estado atual



Brasileiro, Arquiteto e urbanista, atua como arquiteto projetista na *Earth House Australia e Olnee Constructions* em Melbourne, Austrália desde 2015. É um dos fundadores do Coletivo arquitetônico Internacional REARQ, com sede na cidade de Goiânia, que desde 2009 atua em diversas escalas de intervenção: desde edificações e o planejamento de macro áreas. Desde 2010 leciona em cursos de tecnologia de construção no sitio Beira Serra em Botucatu-SP, além de diversas obras e projetos com o uso da terra como principal material de construção, assim como bambu e madeira, com o foco em desenvolver uma arquitetura contemporânea de qualidade social e ambiental. Formado pela Associação de Ensino de Arquitetura e Urbanismo de São Paulo – Escola da Cidade em 2011, com intercambio universitário na Universidade de Los Andes, Bogotá, Colômbia em 2010. Possui formação complementar em Permacultura, PDC realizado na UNESP em Botucatu em 2011.
arqrodrigoamaral@gmail.com

FICHA TÉCNICA

CASA BUNKER

RESIDENCIA

Local: Melbourne, Austrália

Data de início do projeto: 2016

Data da conclusão da obra: 2017

Área do terreno: 600 m^2

Área construída: 177 m^2

Projeto/Idealização: Rodrigo Amaral Rocha

Construção: Earth House Australia

Estrutura: Deery Consulting

Hidráulica: Westernport plumbing

Fotos: Buxton e Rodrigo Rocha

Fornecedores:
Taipa de pilão estabilizada: Olnee Constructions (http://www.olneerammedearth.com.au)
Cozinha: Cantilever interiors (http://www.cantileverinteriors.com)
Janelas: Trend Windows (http://www.trendwindows.com.au)

TerraBrasil 2018
Território e trabalho: a produção da arquitetura com terra no Brasil
VII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Rio de Janeiro-RJ (Brasil), 30 de outubro a 2 de novembro de 2018
http://redeterrabrasil.org

PROJETOS & OBRAS (P&O)



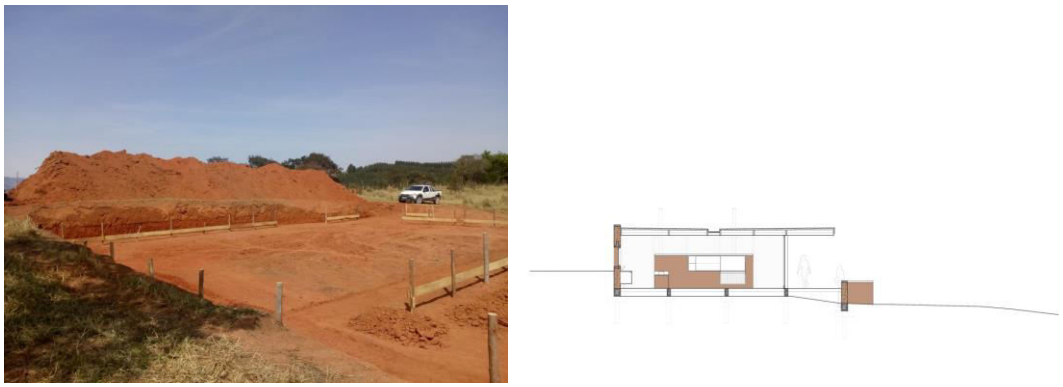
CASA CUNHA

Luís Tavares e Marinho Velloso
Arquipélago Arquitetos

RESUMO

Inserida no planalto de Cunha, São Paulo, a casa usufruiu da cultura artesanal da cerâmica da região e adota a taipa como principal expressão construtiva. O objetivo foi fazer um corte de terra no terreno de 90cm para preservar a casa dos ventos fortes vindos do Sul e gerar insumo para a construção dela própria. A taipa foi também escolhida por acolher ao conforto térmico diante dessa região serrana de baixas temperaturas. Para esse objetivo, foi desenvolvido um sistema construtivo de fôrmas que viabilizasse a obra no menor tempo possível de trabalho.

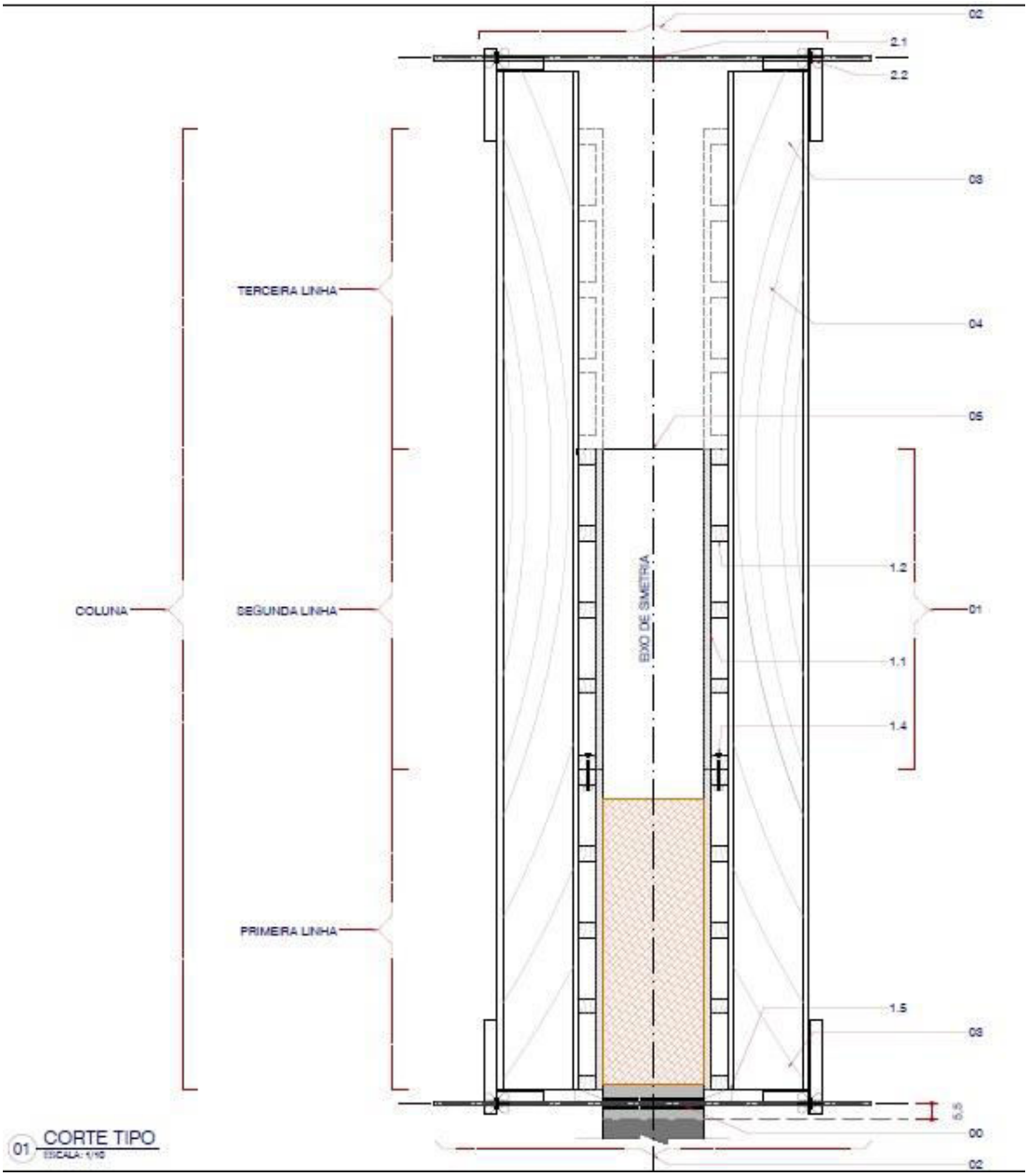
Residência unifamiliar, Cunha-SP, Brasil



Corte de terra feito no terreno original de 90cm e corte transversal ilustrando a ideias do projeto.

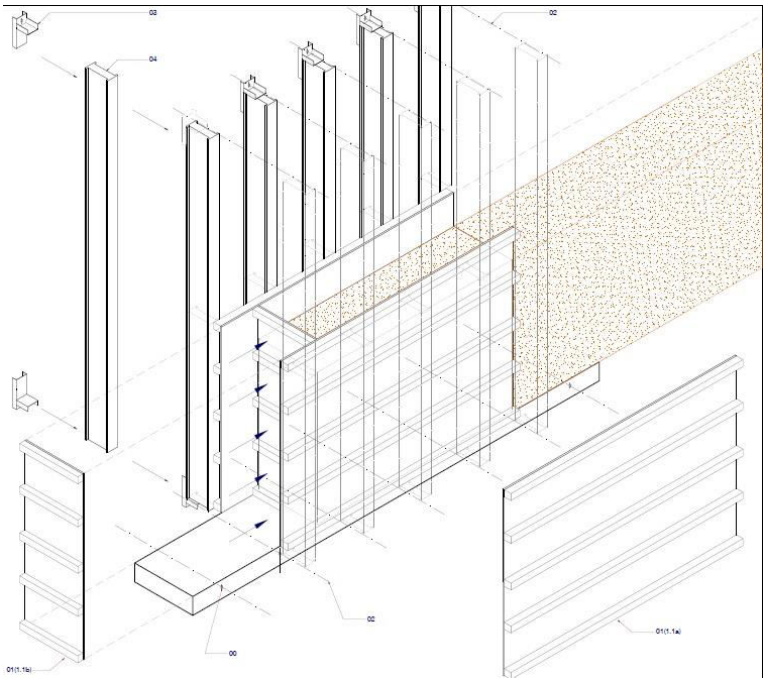


Maquete volumétrica da proposta e a planta da residência com as paredes em taipa destacadas na cor marrom.



O sistema de fôrmas foi especialmente desenvolvido para esse projeto em caráter experimental: para evitar as marcas dos furos na taipa gerada pelos cabodás no processo construtivo tradicional, ensaiamos esse sistema que previa furos inferiores nos baldrames a cada 50cm onde fixava-se a estrutura auxiliar em “gigantes” de madeira por meio de bases metálicas e uma barra roscada, estes eram novamente unidos na parte superior por outra barra roscada. Entre esses “gigantes” de madeira (peças de 25x5cm) eram contidas três fileiras de painéis de compensado naval de 1,10m de altura estruturado por caibros pregados, montados um sobre o outro em três etapas de execução da taipa.

Esse sistema também permitiu maior velocidade na montagem e desmontagem das fôrmas em relação ao sistema tradicional, grande gargalo na execução da taipa, pois ao desrosquear os “gigantes” os painéis soltavam-se com facilidade e a fôrma era então transferida para a próxima sequência de furos nos baldrames.



Isométrica do sistema construtivo proposto.
Com os furos dos baldrames a cada 50cm, o processo de taipa correu linearmente pelas paredes a medida que os gigantes eram desrosqueados e rosqueados no próximo trecho de parede a ser preenchido com terra.



Sistema construtivo em execução com dois dos três painéis de compensado plastificado posicionados.
É possível observar as peças metálicas de união inferior e superior dos “gigantes” de madeira.





Fotos da execução do trecho da janela e os três painéis de compensado estruturados, sendo desmontados após a retirada dos “gigantes” de madeira: eles se soltavam unidos com facilidade, ao contrário do sistema convencional em que é necessário soltar cabodá por cabodá com dificuldade.



Foto dos fundos mostrando a altura em que a casa será enterrada. Para essa execução, as paredes de taipa serão transformadas em muros de arrimo, a partir da impermeabilização e detalhe que foi desenvolvido apresentado a seguir.

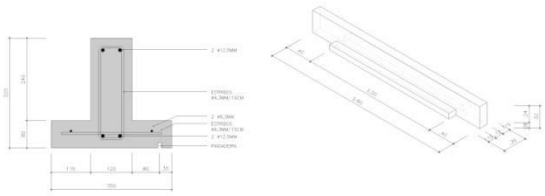


Plano de taipa da sala cozinha – 12 metros de comprimento com janela de 2 metros. A parte inferior será soterrada seguindo a topografia original do sítio.



Execução do detalhe desenvolvido para a impermeabilização no trecho onde a taipa servirá de muro de arrimo.
Um corte em diagonal e um corte perpendicular à parede com uma serra circular faz o correto arremate de proteção do material impermeabilizante com a face plana da taipa, fazendo com que o mesmo não descole da superfície da taipa no término de sua camada, além do próprio corte gerar uma pingadeira para a água que escorre superficialmente pela parede.





Desenvolvemos uma viga de concreto pré-moldada embutida na taipa em formato de T para poder realizar uma abertura de 2 metros na parede, aproveitando o vão para marcar as juntas de dilatação necessárias. O trecho superior à viga foi taipado por cima da viga escorada.





Detalhe de proteção mecânica nos topos das paredes de taipa:
Concretamos um rufo de concreto pigmentado com uma junta de arremate entre a superfície de taipa e o concreto para evitar desgastes nas muretas frontais que servirão de bancos para quem está na varanda da casa:





Fotos atuais da obra: a espera dos caixilhos.





Luís Tavares é graduado pela FAU-USP em 2013, com intercâmbio estudantil pela FA Lisboa. Atualmente é mestrando pela FAU-USP.
Sócio da Arquipélago desde 2013.

luis@arquipelago.co

Marinho Velloso é graduado pela FAU-USP em 2013, com intercâmbio estudantil pela FAUP Porto.
Sócio da Arquipélago desde 2013.

marinho@arquipelago.co

FICHA TÉCNICA

(CASA CUNHA)

(RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR)

Local: Cunha-SP

Data de início do projeto:08/2017

Data da conclusão da obra: previsão 11/2018

Área do terreno: 8500m2

Área construída: 200m2

Projeto/Idealização: 04/2017

Construção: Carlos (construtor local)

Estrutura:

- taipa: Matéria Base + Muta Arquitetura
- Fernando Minto, Domitila Almenteiro, Pablo de las Cuevas
- madeira: Carpinteria estruturas

Hidráulica: Autores

Fotos: Autores

Fornecedores: tijolos Taubinha, manta tpo Soludimper, madeira Mato Dentro

TerraBrasil 2018

Território e trabalho: a produção da arquitetura com terra no Brasil

VII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Rio de Janeiro-RJ (Brasil), 30 de outubro a 2 de novembro de 2018

http://redeterrabrasil.org

PROJETOS & OBRAS (P&O)



Muralismo com tintas minerais e à base de terra

Paredes como cenário de expressão artística, cultural e ecológica

Arquiteta Ana Carolina Veraldo

RESUMO

Este projeto trata da requalificação de uma pousada turística no pantanal sul-matogrossense, que teve início no ano de 2012, com a pintura mural de dois blocos de apartamentos. Após 5 anos complementados com a pintura de mais dois blocos, totalizando 4 blocos. A experiência confirmou a eficiência das tintas `a base de terra aplicadas em fachadas expostas `a intempéries, assim como as limitações da técnica e detalhes de sua aplicabilidade.

Pintura Mural para requalificação de uma pousada turística, Miranda-MS, Brasil

As paredes inicialmente cinzas, em um local que recepciona e acomoda turistas nacionais e internacionais, não diziam muita coisa, até que os proprietários resolveram aproveitar o conteúdo cultural disponível e inovar em soluções criativas para a requalificação do espaço, o que acabou gerando maior interatividade entre os usuários e a transmissão de valores ecológicos aos usuários.

A estória se iniciou no ano de 2012, época em que a arquiteta Ana Carolina Veraldo transferiu o conhecimento sobre as tintas de terra ao proprietário do estabelecimento e seus pintores, que com suas habilidades, recolheram a matéria-prima, elaboraram os desenhos e produziram as tintas. Apenas dois blocos receberam a pintura `a base de terra, aplicada diretamente sobre as paredes de blocos de concreto, sem aplicação de reboco ou fundo preparador nas fachadas (ver figura 1).



Figura 1: Blocos 1 e 2 pintados com tintas de terra. Fonte: autor, 2012.

Após 5 anos, a arquiteta retornou ao local para realizar a pintura dos dois novos blocos e pode observar que a pintura realizada anteriormente, apresentava ainda boas condições (ver figura 2).

Desta forma, no ano de 2017 outros dois blocos do mesmo estabelecimento foram pintados, sendo agora os desenhos e as tintas produzidas pela arquiteta em parceria com os proprietários da pousada.



Figura 2: Bloco 1 (esquerda) - pintura realizada em 2012. Bloco 3 (direita) pintura realizada em 2017. Fonte: autor, 2017

A produção das tintas foi feita com um misturador dos pigmentos acoplado `a uma furadeira, misturador este desenvolvido pelo Projeto Cores da Terra, da UFV – Universidade Federal de Viçosa. Para garantir a qualidade e diversidade de tonalidades, realizou uma busca pela região de pigmentos disponíveis. A matéria-prima (solos) foram recolhidos, destorroados e peneirados, para estar livre de matéria orgânica. A água foi sendo incorporada aos poucos, conforme o pigmento foi sendo dissolvido na mistura. O aglutinante adotado, do tipo Bianco, foi adicionado após a mistura apresentar a consistência adequada (figura 3).



Figura 3: Matéria-prima- solos disponíveis (esquerda) e preparo de pigmentos (direita). Fonte: autor, 2017

Sabe-se que para a tinta de terra ter uma boa durabilidade, a superfície tem que estar livre de impurezas e ter porosidade. Essa tinta não é apropriada para aplicações em madeira, MDF ou pintura acrílica, esmalte, apenas sobre tinta látex. No entanto, os novos blocos haviam recebido uma pintura provisória, do tipo emborrachada (novacor) e não permitiu a aderência da tinta de terra.

Novas tintas, então, foram produzidas, com cal e pigmentos do tipo xadrez líquido, a fim de complementar o trabalho já realizado.



Figura 4: Pintura emborrachada tipo novacor de fundo. Fonte: autor, 2017

Sobre a execução da Arte Mural



Figura 5: Projeção do desenho sobre fotografia (esquerda) e pintura acabada (direita). Fonte: autor, 2017

Os desenhos foram transferidos para a parede pelo método de malha (quadriculada), desenhada primeiramente sobre a imagem fotográfica (figura 4) e inspirados em grafismos indígenas, de etnias regionais como Kadiwéu, Terena e também Aborígenes Australianos.

A mesma malha foi transferida para a parede, em escala real e o desenho feito com giz para em seguida receber a aplicação das tintas. Foi necessário o uso de andaimes e dois ajudantes para a realização do trabalho.



Figura 6: Aplicação da pintura no bloco 3 com tinta mineral. Fonte: autor, 2017.



Figura 7: Pintura do bloco 4 `a base de cal. Fonte: autor, 2017.

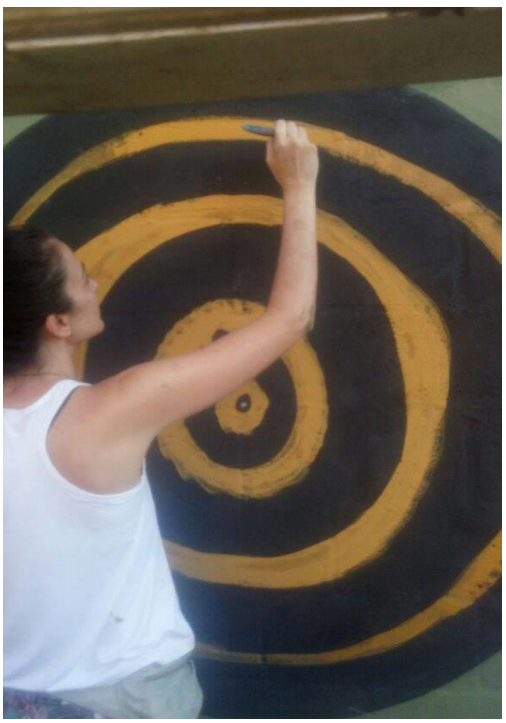




Figura 8: Pintura do bloco 4 `a base de cal. Fonte: autor, 2017.

Foto autor 1



Breve currículo autor 1

Arquiteta e Urbanista, mestre em Engenharia Civil pelo programa Eficiência Energética e Sustentabilidade (UFMS), membro da Rede Terra Brasil. Atua com elaboração de projeto arquitetônico, produção de paredes de taipa-de-pilão e muralismo com tintas artesanais `a base de terra, assim como capacitação de projetistas, construtores e consultoria em arquitetura e construção com terra.

E-mail autor 1
anaveraldo@casadeterra.com

FICHA TÉCNICA

Muralismo com Tintas Artesanais

(FUNÇÃO DA OBRA/PROJETO)

Muralismo urbano

Local: Miranda-MS

Data de início do projeto: 2012

Data da conclusão da obra: 2017

Área do terreno: não tem

Área construída: não tem

Projeto/Idealização: Ana Veraldo

Construção: não

Estrutura: não

Hidráulica: não

Fotos: autora

Fornecedores: natureza

TerraBrasil 2018

Território e trabalho: a produção da arquitetura com terra no Brasil

VII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Rio de Janeiro-RJ (Brasil), 30 de outubro a 2 de novembro de 2018

http://redeterrabrasil.org

PROJETOS & OBRAS (P&O)



Casa ecológica

Arquitetura orgânica

Arq. Irina Biletska

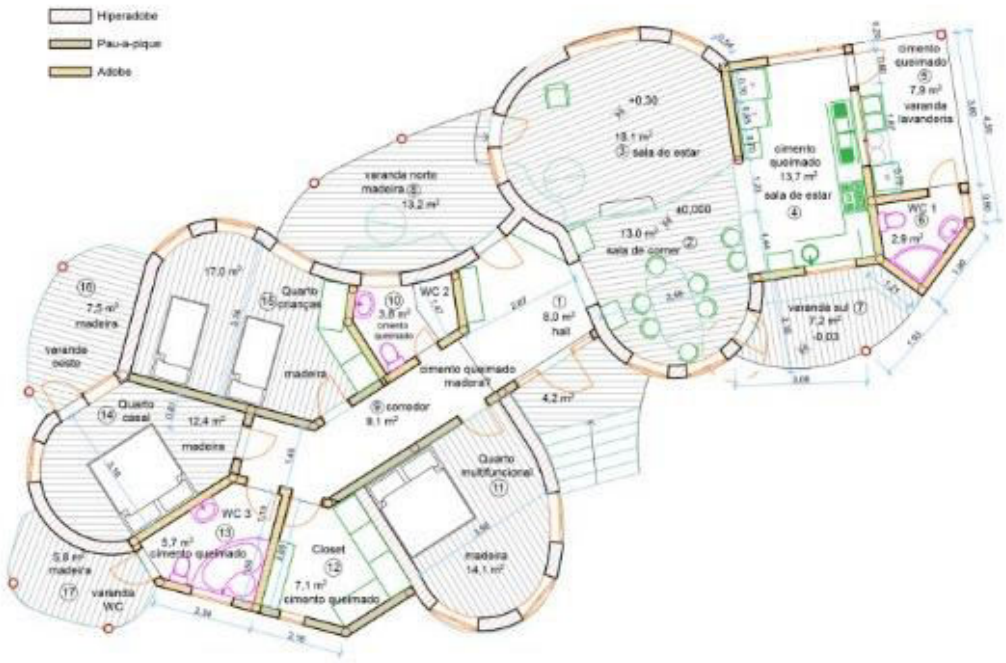
RESUMO

A obra foi erguida utilizando bambus, terra compactada e madeira reaproveitada. Teto verde, coletores de energia solar e reaproveitamento de água cinza são outros recursos utilizados no imóvel destinado a uma família que fez questão de respeitar os princípios sustentáveis do início ao fim.

Serra Grande, Bahia, Brasil.



A casa está localizada em uma fazenda que segue princípios sustentáveis. Foi desenhada para uma família com dois filhos. Duas áreas bem definidas e separadas foram projetadas: pública e privada, ligadas por um hall de entrada. A área pública é um espaço aberto, atendendo às necessidades da família com uma vida social ativa, contendo cozinha, hall e sala de jantar. Varandas espaçosas são conectadas em uma bela vista para a floresta, com o jardim localizado de forma a aproveitar ao máximo o sol, satisfazendo assim a demanda dos pais de acompanhar as crianças brincando lá fora e dentro.



Paredes autoportantes criam curvas, com espaços internos e externos bem aproveitados e frescos embaixo do telhado verde.



O desenho foi feito com metodologia de arquitetura orgânica. O foco foi unir esse método a soluções de baixo impacto na construção civil, concretizando o sonho de uma família fazer uma moradia que respeite o ser humano e todo o meio ambiente do entorno. Assim, as escolhas de materiais e técnicas utilizadas passaram por esta visão, desde a chegada dos insumos até o manejo dos resíduos da obra.

As paredes da casa são mistas entre terra ensacada – além de ser um elemento estrutural e térmico, isso facilitou as formas curvas da casa – e tijolos de solo-cimento (fornecido pela Eco Vila Blocos Ecológicos) comprados de uma pequena fábrica familiar, fortalecendo a economia local.



Boa parte do madeiramento da casa foi obtido de material demolido (fornecido pela Luzeiro Criação em Madeira, que também deu assessoria técnica na marcenaria da casa, toda executada no próprio local), e o restante através do manejo de árvores caídas dentro da propriedade, respeitando a legislação ambiental neste quesito.





Outra escolha de material sustentável foi o uso de bambu Guadua (fornecido pela Bambugrama) nas colunas e vigas do telhado, trazendo singular beleza e leveza para suportar a carga exercida pelo teto verde.



Por sua vez, o teto verde permitiu transformar a cobertura da casa em um lindo jardim, diminuindo a área de impermeabilização da residência, que está situada próxima a uma área de proteção ambiental. Outra vantagem deste tipo de telhado é diminuir o aquecimento e perda de umidade no local, ajudando a manter uma temperatura agradável na casa. Todo o telhado capta as águas da chuva, que é conduzida e armazenada em uma cisterna de 40 mil litros cúbicos, sendo depois reutilizada para irrigação do próprio jardim do telhado e do sistema agroflorestal implantado no lote.



Já o aquecimento da água de banho foi feito com coletores solares e armazenado em boiler, diminuindo significativamente o consumo de energia elétrica.

Dispensando o chuveiro elétrico foi possível fazer a charmosa ducha com raízes (rizoma) de bambu no banheiro do casal. O cuidado com a água foi central nesse modelo construtivo. Por isso ás águas geradas em esgoto foram divididas em dois sistemas diversos.



A água dos vasos sanitários é destinada a uma bacia de evapotranspiração, método que não permite a infiltração do esgoto no solo, já que o tanque receptor é impermeabilizado. Ela é filtrada e absorvida por bananeiras na superfície, que irão consumir e evaporar a água com suas grandes folhas, gerando ainda um alimento perfeitamente comestível. Já a água cinza (banhos, pias e tanques) é destinada a dois círculos de bananeiras, passando antes por pequenos biodigestores.

O ponto chave destes dois métodos de tratamento é que boa parte da água é evaporada, entrando no ciclo das águas de chuva e restabelecendo todo sistema novamente. Além, é claro, das bananas são geradas e servem de alimento à família.

Análise estrutural

A análise estrutural da cobertura teve o objetivo de descobrir qual o vão máximo que poderia ser adotado pelos elementos estruturais do telhado.

São dois tetos vivos, sendo um com cerca de 122, metros quadrados e outro com 132. Sua estrutura foi projetada com colmos de bambu tratado da espécie Guadua Angustifolia com diâmetro externo de 12 centímetros e parede de 20 milímetros.



Como não dispúnhamos de laboratórios para análise de ruptura dos corpos de prova, utilizei uma estimativa de resistência característica dos elementos de bambu através das proporções apresentadas pelo coeficiente K, que foram retiradas de bibliografia especializada:

UMIDADE	COMPRESSÃO	FLEXÃO	CISALHAMENTO
Seco (12%)	0,094	0,14	0,021
Verde (úmido)	0,075	0,11	–

Apesar da norma técnica de construção com bambu estar em trâmite junto à ABNT, até o presente momento não temos nenhuma rotina de cálculo em vigência, por isso os cálculos foram baseados na norma peruana (diseño y construcción con bambu), e um paralelo com a NBR 7190 (projeto de estruturas de madeira) foi estabelecido por meio de uma adaptação das análises de Estado Limite Último e Estado Limite de Serviço.

Ao fim, o resultado permitiu que a obra tivesse uma estrutura mais enxuta e segura.



Região geográfica e paisagismo

O território do litoral sul da Bahia se destaca pela sua grande biodiversidade. A Floresta Atlântica lá situada é referida como um contínuo de distribuição de espécies de árvores estratificadas e tem uma das mais importantes e ameaçadas biotas de floresta tropical do mundo, também conhecida como hotspot (Myers, 2000; Joly et al., 2014). Nesse contexto, ações de Restauração Florestal são realizadas para reverter o quadro de degradação resultante de empreendimentos impactantes nessas paisagens (Piovesan et al., 2013). O projeto de paisagismo para o terreno, de 6.000 m², foi pensado como um modelo para promover os processos ecológicos em escala local e de paisagem.



A contextualização espacial do empreendimento possibilitou identificar os fragmentos mais próximos e de melhor qualidade (maior heterogeneidade de habitat) para estabelecimento de corredores ecológicos local, ou faixa de corredores de vegetação,

na escala do empreendimento para futuras conexões entre habitats. A conexão entre os fragmentos de habitat e a permeabilidade das matrizes são atributos da paisagem que permitem fluxo de animais entre os fragmentos, possibilitando que populações de diferentes fragmentos atuem como populações contínuas, favorecendo o fluxo gênico e reduzindo a chance de extinção local (Piovesan et al., 2013).

Foi realizado o manejo na área da mata ciliar da lagoa com a remoção de dendezeiros (Elais guineensis) predominantes, substituídos por 19 espécies vegetais nativas (ex.: olandi – Callophyllum brasiliensis; pequi preto – Caryocar edulis; buranhem – Garcinia sp., jenipapo – Genipa americana; etc.) para atração da fauna local, além da poda da copa das árvores para induzir mudanças de fase no estágio sucessional dentro da manchas de habitat no empreendimento. Para ampliar cobertura florestal das áreas foi criado um sistema agroflorestal para aumentar a cobertura vegetação na área e suprir com alimentos os moradores residentes no empreendimento.



Para as ações de restauração ecológica através do paisagismo como ferramenta metodológica, tem-se focado na provisão de processos ecológicos (reestabelecimento da regeneração natural e dispersão de sementes) que fazem parte das etapas reprodutivas (polinização, dispersão de sementes e recrutamento de propágulos) de muitas espécies vegetais, incluindo a migração e fluxo gênico dentro das populações de vegetais e animais (Piovesan et al., 2013) na área em questão. Importante notar que processos ecológicos importantes para manutenção de ecossistemas viáveis dependem da mobilidade de animais, pólen, sementes e propágulos através da paisagem, ou seja, ocorrem em escalas mais amplas (Piovesan et al., 2013).





Natural da Ucrânia, em suas extensas viagens e pesquisas pelo mundo aprendeu e compartilhou sobre arquitetura orgânica, permacultura, bioconstrução e co-criação dos projetos. Desde a sua chegada no Brasil em 2011 reside em vila Piracanga no sul da Bahia e nessa região realizou mais de 30 projetos integrando várias técnicas de terra, bambu, telhado verde e sistemas de engenharia sustentáveis. Trabalha com arquitetura orgânica e técnicas de bioconstrução desde 2005. Se formou com métodos de arquitetura orgânica em Goetheanum (Basel, Swiça), seminários de “International Forum of man and Architecture” (IFMA, Alemania) e “International forum of applied intuition” (Berlin, Alemania), desenho participativo em Damanhur (Itália), bioarquitetura com Johan van Legen no Tibá (Brasil). Criou projetos no Brasil, Ucrânia, Turquia, México e Argentina.

E-mail irabiletska@gmail.com

FICHA TÉCNICA

Casa ecológica

Habitação familiar

Local: Serra Grande, Bahia, Brasil

Data de início do projeto: Maio 2016

Data da conclusão da obra: Setembro 2017

Área do terreno: 6.000 m2

Área construída: 154 m2

Projeto/Idealização: Arq. Irina Biletska

Construção: Jefferson Cruz

Estrutura: Consultoria sobre telhado do bambu IBIRÁ Engenharia Estrutural e Bioconstrução

Hidráulica: Jefferson Cruz

Paisagismo: Annamaria Binazzi, arquitecta, Jonatas Santos Santana, biólogo, Lucas Daneo, técnico

Fotos: Irina Biletska

Fornecedores: Citropack, Sacos de terra ensacada, lona para telhado verde Neoplast

TerraBrasil 2018
Território e trabalho: a produção da arquitetura com terra no Brasil
VII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Rio de Janeiro-RJ (Brasil), 30 de outubro a 2 de novembro de 2018
http://redeterrabrasil.org

PROJETOS & OBRAS (P&O)



1 – Vista interna sala jardim de infância feita com pau a pique e terra ensacada (Wasi - 2018).

Cidade Escola Ayni

Flávio Duarte e Bruno Azevedo

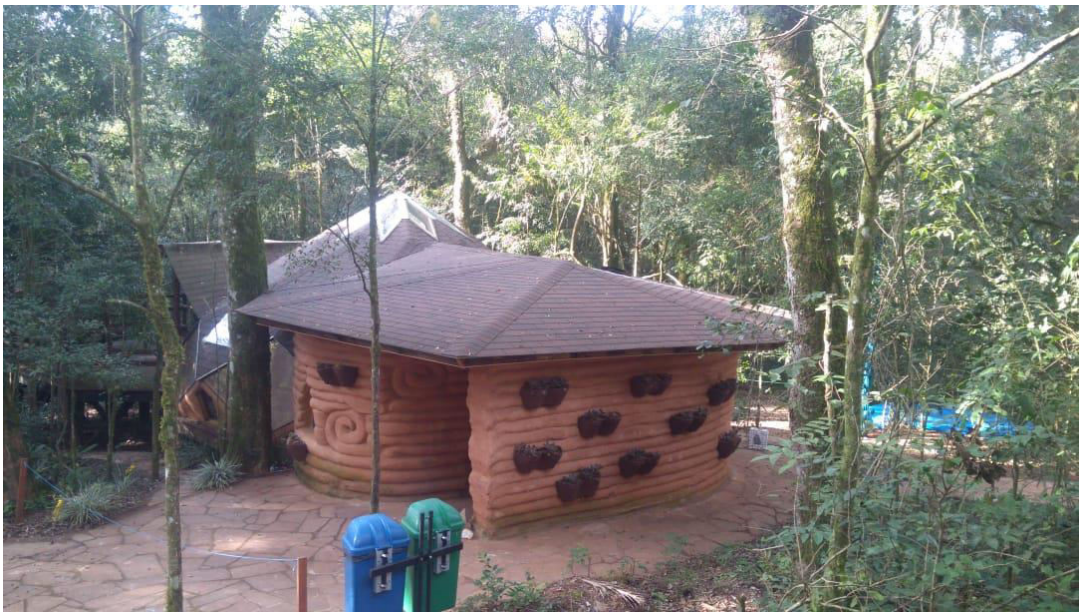
RESUMO

A Biohabitate foi convidada em 2016 para capacitar equipe de construtores da Cidade Escola Ayni localizada em Guaporé - RS.

A partir de uma demanda específica para construir toda a estrutura da escola com o mínimo de impacto e com materiais saudáveis e locais, a escola iniciou suas obras de maneira experimental com materiais naturais, incluindo paredes de terra.

Apesar da instrução e acompanhamento de profissionais com alguma experiência em obras de baixo impacto, as edificações apresentaram patologias. Os principais problemas identificados foram a escolha inadequada e inexistes estabilização e correção granulométrica dos solos utilizados nas paredes.

Cidade Escola Ayni, Guaporé – RS, Brasil.



2 – Jardim de Infância feito de terra ensacada e cúpula zome de pau a pique, coberturas de telhas asfálticas (Wasi 2018).

As atividades da Biohabitate na Cidade Escola Ayni foram realizadas através de cursos de capacitação e monitoramento presencial e a distância das atividades realizadas em técnicas construtivas com terra e outras técnicas como específicas como teto vivo e sanitário compostável.



3 – Curso capacitação da equipe local e pessoas interessadas (Biohabitate 2016).

Os projetos e as etapas das obras foram desenvolvidos intuitivamente pela equipe local de construtores e gestores. Os detalhes construtivos e muitas soluções foram decididos na própria obra. As principais técnicas de construção com terra escolhidas por eles foram a terra ensacada e o pau a pique. A equipe foi capacitada incialmente com teoria, prática e procedimentos para escolha, estabilização e correção granulométrica dos solos da região para cada uma das obras. Na sequência começamos a capacitação de execução das paredes de terra ensacada, pau a pique e rebocos de terra.



4 – Capacitação, escolha e estabilização solos. (foto Biohabitate 2016).



5 – Capacitação, escolha e estabilização de solos (foto Biohabitate 2016).

Um dos desafios do contexto foi o clima do local, que é úmido e frio o ano todo, o que aumentou muito o tempo de secagem das paredes executadas na escola antes do inicio das atividades de Biohabitate nas obras.

Detectamos paredes de pau a pique executadas a mais de 4 meses e ainda úmidas e com forte cheiro de mofo e deterioração. Uma das obras de terra ensacada que já tinha sido executada a mais de 8 meses e ainda estava com as paredes úmidas, pouco rígidas, com forte cheiro de matéria orgânica e plantas nascendo na superfície dos sacos.
Nessa parede detectamos também problemas nas vergas das aberturas, no prumo e também esmagamento de fiadas ainda muito úmidas. Nossa sugestão foi desconstruir as obras problemáticas e refaze-las corretamente, utilizando terra

corrigida granulometricamente e estabilizada quimicamente para diminuir o tempo de cura.



6 – Parede de terra ensacada com mofo e plantas executada antes da capacitação (Biohabitate 2016)



7 – Parede com problemas no prumo e verga (Biohabitate 2016)

Para as novas paredes de terra ensacada usamos mistura na proporção de 12 partes de areia, 6 de terra local e 1 de cimento. Chegamos a essa proporção na massa testando diferentes proporções de terra com areia, e terra com areia com e sem estabilizantes químicos, incluindo testes com solo cal.

O tempo total de secagem para essas paredes, com media de 35 cm de espessura, foi de 35 dias, sendo que com a nova massa foi possível subir mais de 4 fiadas por dia sem risco de esmagamento das fiadas e consequentemente outras manifestações patológicas como perda de prumo e trincas de retração.



8 – Execução terra ensacada (Biohabitate 2016).



9 – Terra ensacada sendo finalizada e já rebocada (Wasi 2017).

Para pau a pique, refizemos a trama com madeira tratada, substituindo toda madeira, que já se encontravam deterioradas e mofadas, nas paredes ainda úmidas depois de 3 meses de executadas. Usamos trama de madeira de pinos, tratadas no local com óleo queimado. O barreamento foi feito em camada única, com cura total em 25 dias, sem que apresentasse trincas e fissuras de retração.



10 – Capacitação e execução pau a pique (Biohabitate 2016).

Sobre essa camada foi executado reboco liso usando a mesma massa do barreamento, porem com umidade para conferir consistência viscosa, mais úmida que massa do barreamento. Sobre reboco foi aplicada tinta de terra feita com pigmentos minerais e cola PVA.

Para barreamento e reboco foram utilizadas massa de calfitice (massa de Cal-Fibra-Terra-Cimento), com 7 de terra, 3 de areia, 2 de pasta de cal, 0,5 de cimento e 10 de fibra de sisal (usada no comercio local para execução de forros de gesso).



11 – Barreamento pau a pique executado aguardando reboco e pintura (Biohabitate 2016).

Durante a capacitação da equipe local também foram ensinados e executados detalhes construtivos como a fixação de chumbadores de portas, janelas, prateleiras, e também a execução de instalações elétricas e hidráulicas nas paredes de terra.



12 – Instalação chumbador para marco de porta (Biohabitate 2016).



13 – Instalação hidráulica parede terra ensacada (Biohabitate 2016).

As obras na Cidade Escola Ayni ainda estão em execução, sendo construídas e finalizadas com assessoria a distancia e periódica da Biohabitate e também de acordo com as instruções das capacitações presenciais já realizadas. Desde junho de 2016, tivemos um total de mais de 25 dias de capacitação presencial divididos em 1 visita inicial de diagnostico geral das obras até então executadas, 3 cursos de capacitação da equipe local, e 1 consultoria técnica presencial.

Com esses dois anos, de capacitação e acompanhamento da Biohabitate, a equipe local de construtores, gerenciada pelo Rodrigo Rossa da Wasi – Construir Saudável, já tem boa autonomia nas obras da Ayni e já estão executando outras obras com as técnicas aprendidas.



14 – Refeitório já rebocado sendo finalizado (Wasi – 2018)



15 – Vista interna do sanitário comportável, cerâmica até meia altura da parede, assentada com argamassa de cimento e areia diretamente sobre sacaria e paredes de terra ensacada preenchidas com solo cimento. Parte superior da parede rebocada com massa de calfitice e pintada com tinta de terra (Wasi – 2018).



16 – Vista jardim de infância. Estrutura zome de pau a pique e sala anexa de terra ensacada. Coberturas com telhas asfálticas (Wasi 2018).

Foto autor 1



Foto autor 2



1

Breve currículo autor 1
Flavio Duarte, arquiteto e urbanista, é poeta, escritor e terapeuta sistêmico de habitats e habitantes. Consultor de salubridade e sustentabilidade fenomenológica de ambientes construídos e naturais. É o fundador e diretor executivo da Biohabitate, membro da rede TerraBrasil, escritor, poeta e parecerista dos periódicos de arquitetura PUC-Minas. Autor de mais de 5mil metros quadrados de projetos para construções com terra.

E-mail autor 1
flavio@biohabitate.com.br

Breve currículo autor 2
Bruno Azevedo é sócio e diretor executivo da Biohabitate, membro da rede TerraBrasil, fundador e ex-diretor executivo da Threna – arquitetura e construção, ex-diretor do departamento de arquitetura da UNICOR – Universidade do Vale do Rio Verde, diretor de obras da instituição CEFLUMARE, publicou artigos científicos em congressos de arquitetura de terra, trabalha com projeto e capacitação de mão- de-obra em construções de terra.

E-mail autor 2
bruno@biohabitate.com.br

FICHA TÉCNICA

Cidade Escola Ayni

Capacitação mão de obra

Local: Guaporé - RS

Data de início do projeto: junho 2016

Data da conclusão da obra: algumas já concluídas em 2017 e outras em andamento.

Área do terreno: 20000m2

Área construída: total de 200m2 de obra sendo assessoras pela Biohabitate

Projeto/Idealização: Equipe Local

Construção: Wasi – Construir Saudável, capacitação técnica Biohabitate.

Estrutura: paredes estruturais de terra ensacada e madeiras e peças metálicas para coberturas de teto vivo e telhas asfálticas.

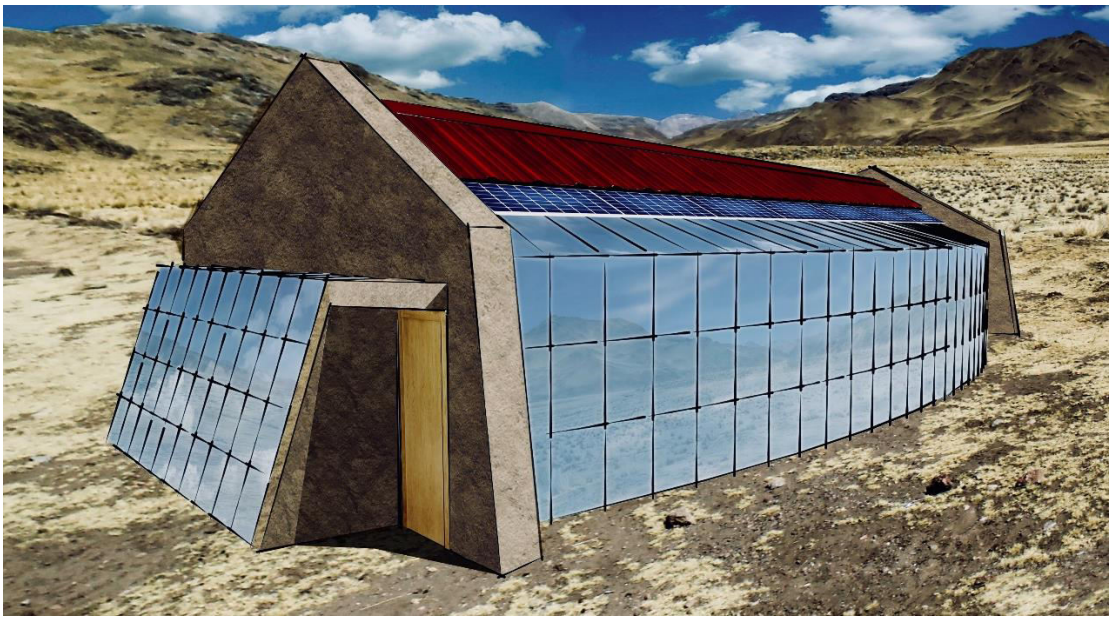
Hidráulica: Tubos

Fotos: Biohabitate e Wasi

Fornecedores: Locais

TerraBrasil 2018
Território e trabalho: a produção da arquitetura com terra no Brasil
VII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Rio de Janeiro-RJ (Brasil), 30 de outubro a 2 de novembro de 2018
http://redeterrabrasil.org

PROJETOS & OBRAS (P&O)



REPENSANDO EL TAMBO:

Alternativa sostenible para Infraestructura de Servicios Estatales en los Andes Peruanos

Tanith Olórtegui del Castillo
Magaly Gayoso Carranza
Orlando Pacheco Zúñiga

RESUMEN

El Programa Nacional PAIS es un programa social del Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social del Perú que busca llevar los servicios del Estado Peruano a las comunidades más distantes y carentes del país en las regiones de sierra y selva. El modelo que se viene construyendo desde hace 6 años, no responde al clima ni a las culturas de ambas regiones. Este proyecto presenta una alternativa espacial y constructiva que considera la tierra como material principal de construcción, rescatando técnicas, materiales y conocimiento local adaptados a las necesidades, contexto y recursos disponibles de las poblaciones beneficiarias de los Andes.
Plataforma de Servicios Estatales. Región Andina. Perú.

La Infraestructura de los Tambos representa la presencia del Estado en el ámbito rural; en ese sentido, esta propuesta es una alternativa de edificación sostenible para albergar los Servicios del Estado para las poblaciones más alejadas del territorio nacional. Hacemos uso de la tecnología y materiales locales; aprovechamos las técnicas constructivas tradicionales con mejoramiento estructural para optimizar el comportamiento del adobe ante los sismos de la región. Se busca una solución con mantenimiento cero para garantizar la sostenibilidad de la infraestructura en el tiempo futuro, para que pueda ser asumida por las comunidades sin mayores problemas de insumos o procesos demasiado sofisticados y fuera de su alcance.

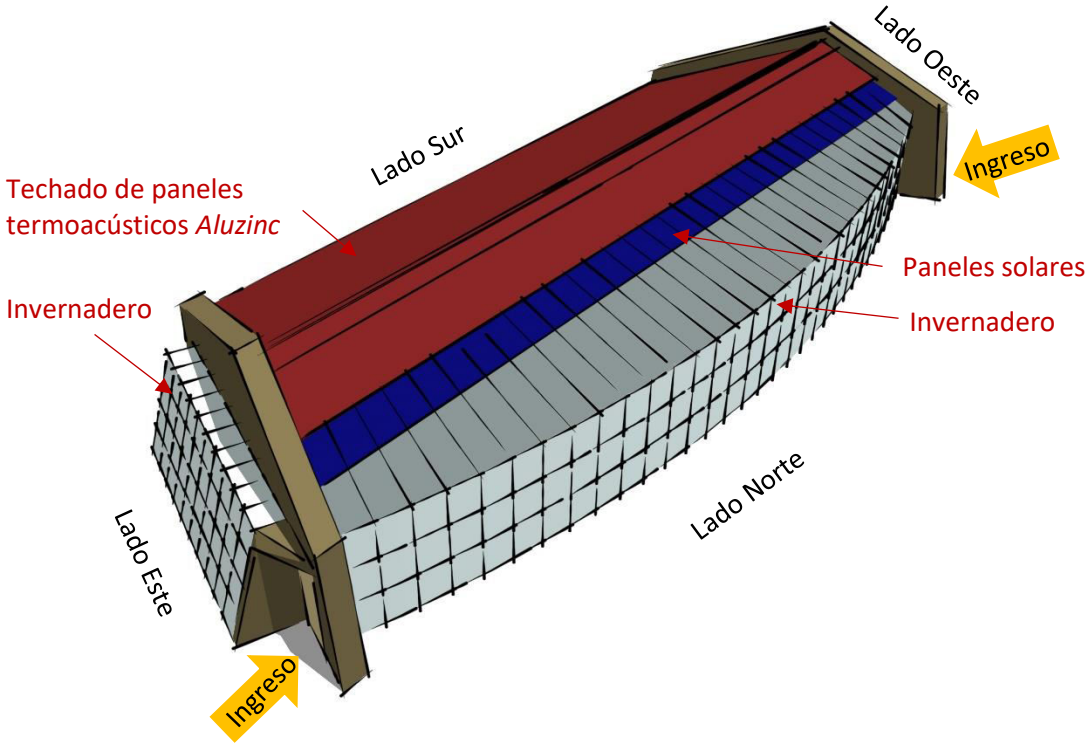


Figura N°1: Volumetría de la Plataforma de Servicios

La solución presenta una arquitectura acorde con el entorno climático, con la cultura y el suelo ecológico en el cual se implanta. En las zonas altoandinas del Perú se ha construido tradicionalmente con piedra y adobes, por lo que rescatamos estas técnicas ancestrales complementándolas con mejoras tecnológicas para optimizar los resultados.

Programa arquitectónico: El programa es básico y busca albergar ambientes de usos múltiples, un par de oficinas, dormitorios para personal femenino y masculino, una cocina y servicios higiénicos. Al mismo tiempo ofrecer servicios de comunicación por radio e internet.

Los servicios que se brindarán en estos locales serán de atención de los diversos programas sociales, como proporcionar documentos de identidad, Cuna Más, Pensión 65, Beca 18, Banco de la Nación, Telemedicina, Comunicaciones, Atención de campañas de salud (vacunaciones), Capacitaciones a la población.

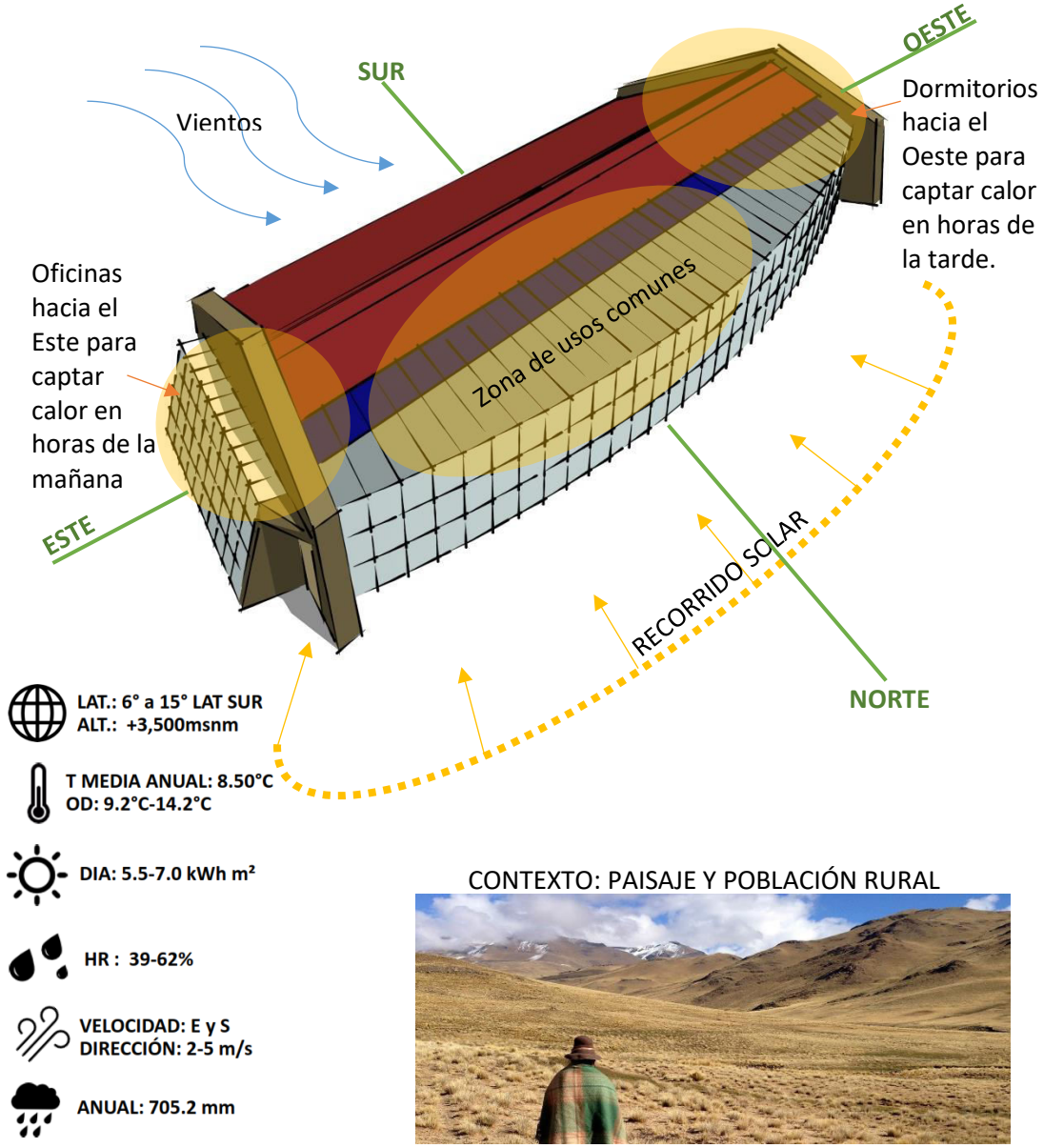


Figura N°2: Esquema del partido de diseño

Volumetría: Rectangular compacta semi-enterrada (0.60m) para favorecer a través de la forma la conservación de calor acumulado en las superficies. Volumen regular

sin entrantes o salientes para evitar hacer sombra en las superficies Norte, Este y Oeste que captan calor.

Orientación: Eje longitudinal Este-Oeste para favorecer las ganancias por radiación solar dada la latitud próxima al Ecuador (zona andina situada entre los 6° y 15° Lat. Sur). Lado mayor con superficies transparentes orientado al Norte, para captar los rayos solares durante todo el día y permitir iluminar naturalmente los interiores. Lados Este y Oeste también con invernaderos para jardines interiores hacia las oficinas y dormitorios respectivamente.

Estrategias de diseño: Uso de invernaderos hacia el Norte, Este y Oeste para captar luz y calor solar para toda la edificación. Materiales con gran masa y alta inercia térmica como la piedra y el adobe. Zonificación de ambientes internos de acuerdo al uso (oficinas al Este, dormitorios al Oeste). Uso de exclusas en los ingresos para evitar choques térmicos y pérdidas de calor.



Figura N°3: Esquema bioclimático de la estrategia de diseño

Materialidad: Empleo de materiales con gran masa y alta inercia térmica para retardar las pérdidas de calor ganado durante el día, piedra y adobe con refuerzos verticales y horizontales. Uso de cimentaciones de piedra, muros de adobe, pisos con fundamentos de piedra, cámaras de aire y revestimiento de madera para aislar del frío y humedad del suelo. Vanos medianos, con doble ventana, abiertos hacia el Norte para captar luz y calor; y reducidos hacia el Sur (que no recibe radiación solar). Uso de ventanas con vidrios dobles y contraventanas.

Sistema constructivo: cimentaciones de piedra; muros de adobe (con refuerzos horizontales y verticales de caña, arriostres de junquillo en las paredes para un mejor confinamiento); uso de viga collar de madera en las uniones de muro y techo; aislamiento del piso en base a cámaras de aire y del techo con uso de cielo raso de caña "*enchaclado*" con enlucido de yeso.

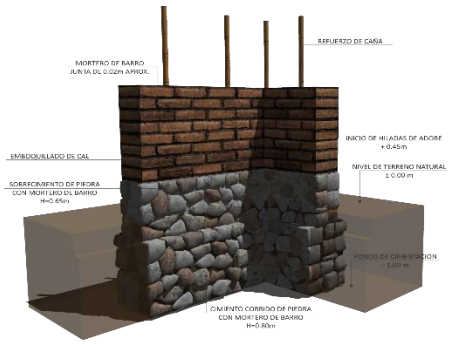




Figura N°4: Detalle de cimentación y muro reforzado. **Figura N°5**: Detalle de techo, viga collar y solera.



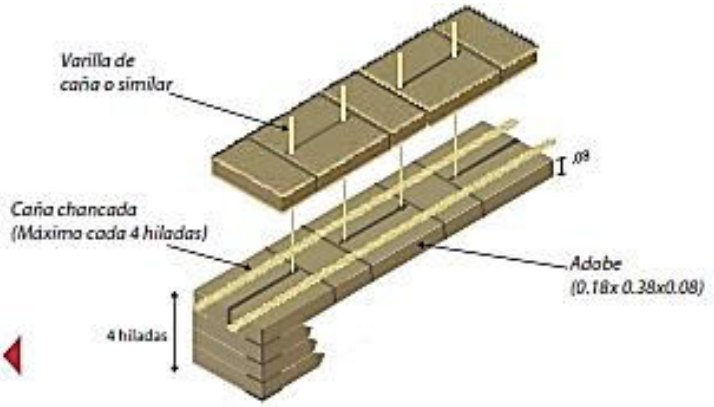


Foto N°1: Refuerzo horizontal y vertical. **Figura N°6**: Refuerzos horizontal y vertical con caña (Fuente: Manual de Construcción Edificaciones Antisísmicas de Adobe, 2010)

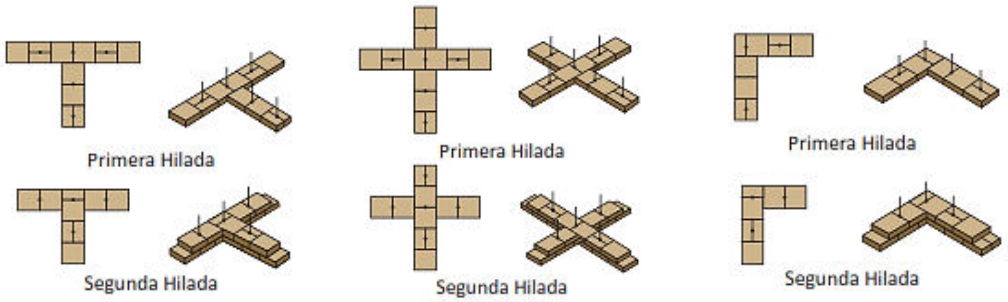


Figura N°7: Tipos de amarre en encuentros de muros de adobe con refuerzo, en T, X y L. (Fuente: Manual de Construcción Edificaciones Antisísmicas de Adobe, 2010)

Sistemas complementarios: Uso de baños secos para saneamiento sostenible que reusa la materia orgánica como abono; empleo de cocinas mejoradas que optimizan el uso de la leña y eliminan los gases del interior. Uso de paneles solares para aprovechar la alta radiación solar de la zona altoandina (en promedio 6.5kW/h/dia)

Conclusiones: Dado el impacto del Programa Tambos a nivel nacional, este proyecto significa un nuevo paradigma en las intervenciones de Infraestructura del Estado. Propone el aprovechamiento de los recursos locales, tanto físicos como tecnológicos y humanos. Se usa el material tierra abundante en la zona, cuya tradición constructiva es conocida por la población rural. Se incorpora mejoras tecnológicas que aportan en la estabilidad y resistencia a los sismos así mismo el uso de tecnologías limpias para aprovechar la alta radiación de la región que puede ser convertida en energía eléctrica y en calefacción para agua. No sólo llevará los servicios del Estado a las poblaciones más distantes y carentes del país sino que

valorizará el conocimiento vernacular y brindará oportunidades laborales para la población local, garantizando con esto la sostenibilidad futura de la infraestructura.

Bibliografía

- Gayoso, M., Pacheco, O. (2014). Análisis tipológico de Vivienda Alpaquera Altoandina en Puno-Perú y propuesta de modelo piloto de vivienda. Tesis para optar el título profesional de Arquitecto. Universidad Ricardo Palma.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2010. Dirección Nacional de Construcción. Disponible en: http//www.vivienda.gob.pe/dnc
- Olórtegui, T., Espinoza, E. (2017). Las estrategias de Felipe: para diseño arquitectónico en la costa, la sierra y la selva del Perú. Libro digital, 2da. Edición. Depósito Legal Biblioteca Nacional del Perú. Lima: J&M Dizark.

Foto autor 1



Foto autor 2



Foto autor 3



Breve currículo autor 1
Arquitecta, docente investigadora y consultora internacional en temas de sostenibilidad y medio ambiente; con proyectos de arquitectura sostenible en comunidades campesinas e indígenas de Sudamérica. Doctoranda del Centro de Altos Estudios Nacionales. Directora Ejecutiva de la Asociación para el Desarrollo y la Investigación desde la Arquitectura-Grupo Dromos.

E-mail autor 1: tanitholortegui@yahoo.de

Breve currículo autor 2:
Arquitecta por la Universidad Ricardo Palma, docente, investigadora en temas de bio-construcción. Expositora en eventos científicos internacionales. Miembro de la Asociación para el Desarrollo y la Investigación desde la Arquitectura-Grupo Dromos.

E-mail autor 2: magaly.gayoso@gmail.com

Breve currículo autor 3
Arquitecto por la Universidad Ricardo Palma, investigador de temas sobre arquitectura en el altiplano peruano; expositor y constructor de arquitecturas en tierra cruda. Miembro de la Asociación para el Desarrollo y la Investigación desde la Arquitectura-Grupo Dromos.

E-mail autor 3: orlando.pacheco@outlook.com

FICHA TÉCNICA

TITULO OBRA/PROJETO: Repensando el Tambo

FUNÇÃO DA OBRA/PROJETO: Plataforma de Servicios Estatales para los Andes del Perú.

Local: Región Sierra encima de los 3,500msnm

Data de início do projeto: 2019

Data da conclusão da obra: 2019

Área do terreno: 2,500m2

Área construída: 300m2

Projeto/Idealização: Tanith Olórtegui / Magaly Gayoso / Orlando Pacheco

Construção: PNPAIS

Estrutura: PNPAIS

Hidráulica: PNPAIS

Fotos/Imagens: ©Olórtegui/Gayoso/Pacheco

Fornecedores:

TerraBrasil 2018
Território e trabalho: a produção da arquitetura com terra no Brasil
VII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Rio de Janeiro-RJ (Brasil), 30 de outubro a 2 de novembro de 2018
http://redeterrabrasil.org

PROJETOS & OBRAS (P&O) - ACADÊMICO



Figura 1 – Vista Edifício 'L' – Conjunto Habitacional em Tijolo de Solo-Cimento

HIS EM LIMEIRA-SP

Projeto de Ext. Universitária

Luis Alexandre Amaral
Marcela Faria

RESUMO

O Projeto de Extensão desenvolveu projetos de moradia popular em Limeira - SP, estabelecendo cooperação com a SEHAB. Foram realizados projetos de 7 edifícios no bairro Geada que contribuíram para reflexão das normas e leis de uso e ocupação do solo. Os projetos tiveram como critérios: uso misto, variação tipológica e sustentabilidade. Levando esses critérios em consideração os edifícios contam com áreas comerciais no térreo buscando contribuir com carências do bairro, incluem distintas tipologias e, utilizam a lógica construtiva de alvenaria de tijolos de solo-cimento a fim de valorizar a produção já existente na "Olaria Ecológica" da SEHAB.

Habitação de Interesse Social, Limeira – SP



Figura 2 – Vista Conjunto Habitacional em Tijolo de Solo-Cimento

Responsável pelo gerenciamento de toda a política habitacional de interesse social do município de Limeira, a Secretaria de Habitação (SEHAB) planeja e viabiliza a construção de conjuntos habitacionais, através de convênios e parcerias com os governos federal, estadual e também com cooperativas habitacionais.

A Secretaria desenvolve muitas de suas ações baseadas na utilização de sua Olaria Ecológica, destinada à produção de tijolos de solo-cimento pelas famílias assessoradas. Diante deste contexto, o projeto de extensão intitulado: *Habitação de Interesse Social na Região de Campinas - Fortalecimento dos Processos Participativos,* da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Pontifícia Universidade Católica de Campinas, desenvolve desde 2016 uma parceria com a Secretaria de Habitação do Município de Limeira.

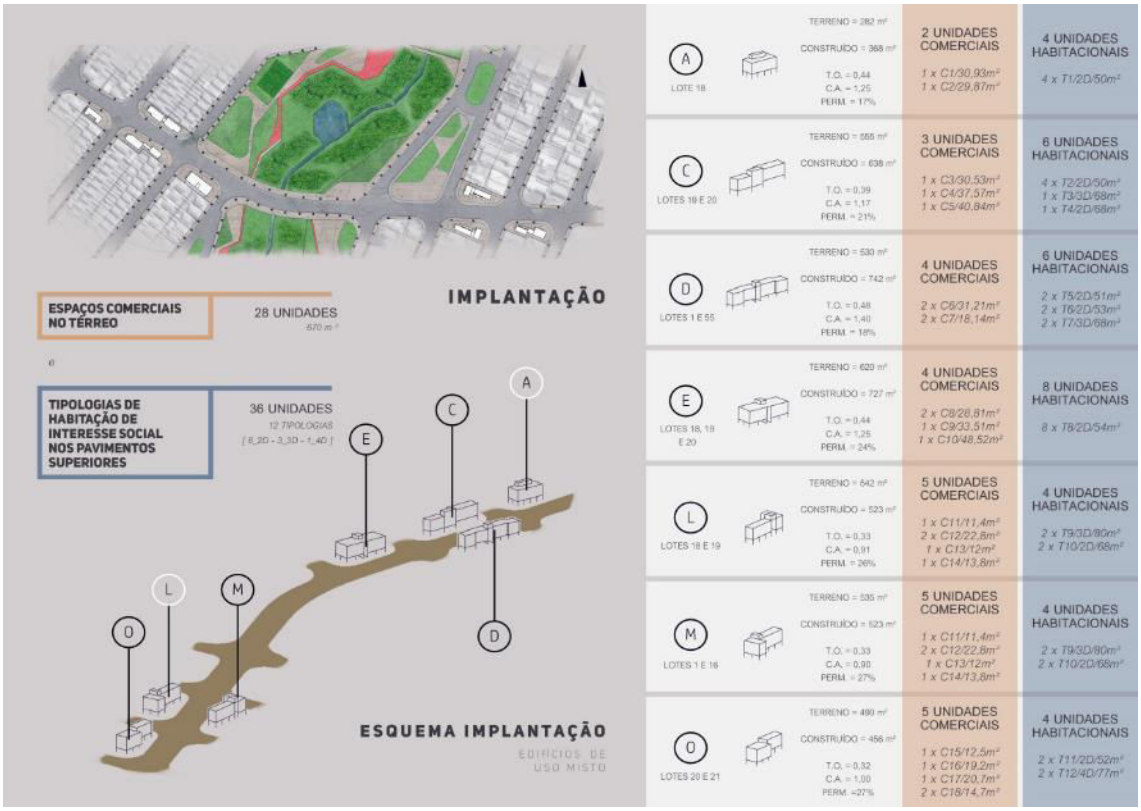


Figura 3 – Implantação e dados do Conjunto Habitacional em Tijolo de Solo-Cimento



Figura 5 – Corte - Conjunto Habitacional em Tijolo de Solo-Cimento, quadras L e M

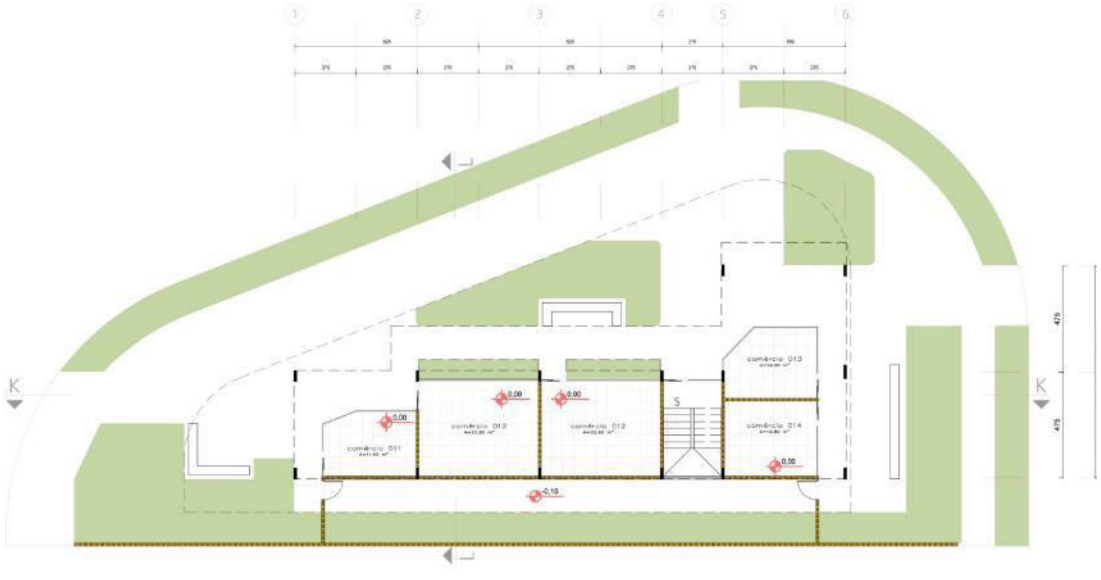
A SEHAB ainda não adotou esta técnica construtiva em grande escala, seja para a construção de edifícios verticais ou para conjuntos de casas. Portanto, em 2017 o Projeto de

Extensão teve como desafio o desenvolvimento de estudos de habitações coletivas com a utilização de tijolos de solo-cimento, visando a comprovação e a ampliação de repertório sobre a utilização em massa desta tecnologia.

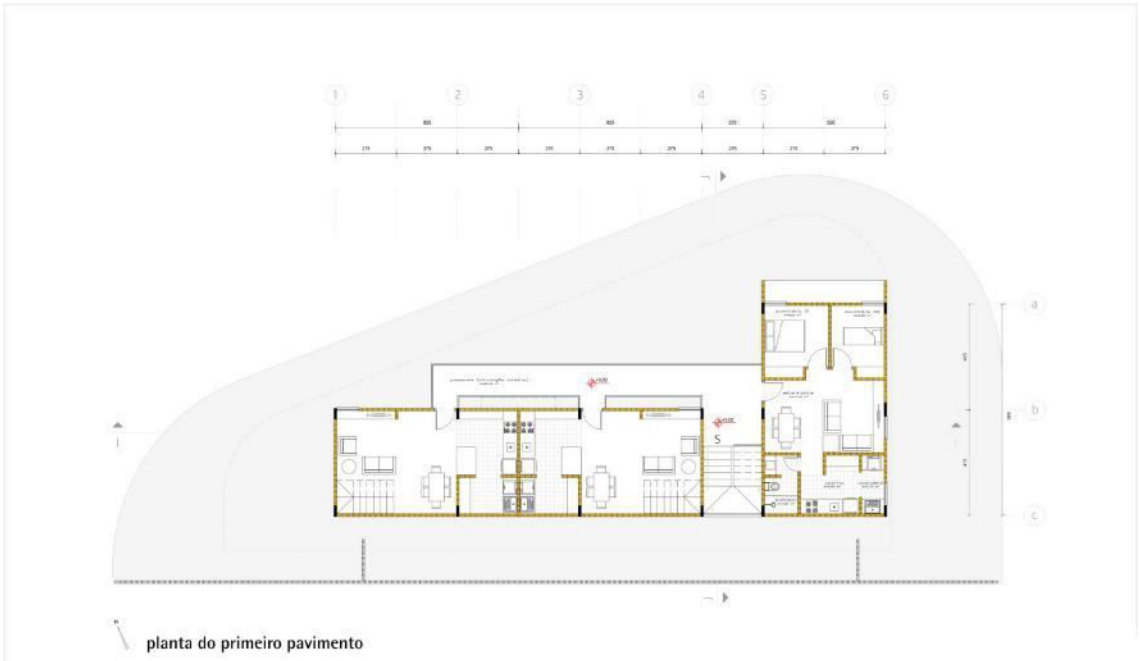


Figura 6 – Vista Conjunto Habitacional em Tijolo de Solo-Cimento

Os edifícios de três pavimentos foram projetados com medidas adequadas a dimensão do tijolo de solo cimento, tendo sido moduladas com o intuito de minimizar custos e desperdício de material.



planta do pavimento térreo



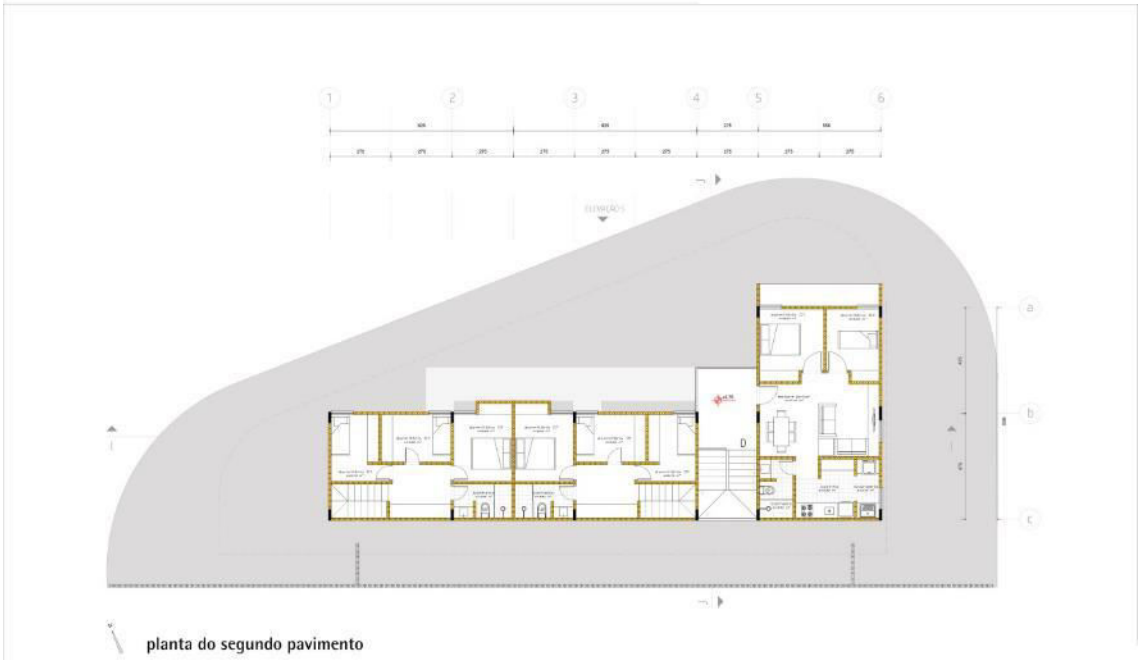


Figura 8 – Plantas dos diferentes pavimentos – Edifício Uso Misto, quadra "L"



Figura 7 – Vista Interna Apartamento Duplex



Figura 9 – Espaços Comerciais

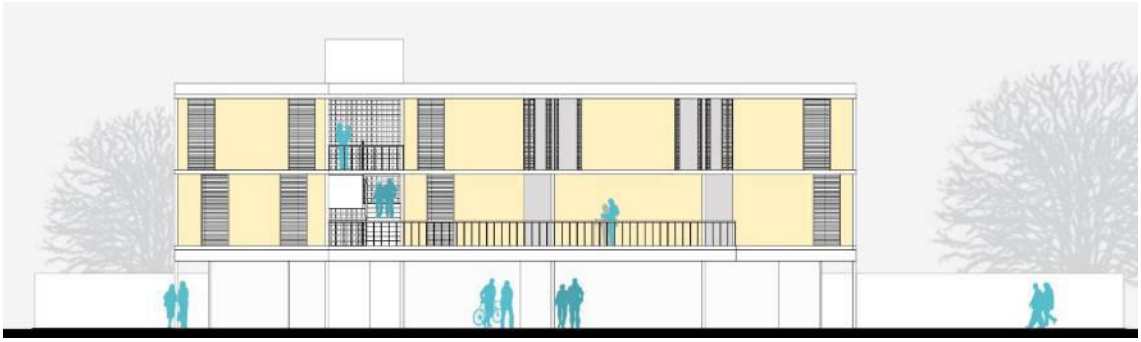


Figura 10 – Edifício ‘M’ – elevação frontal

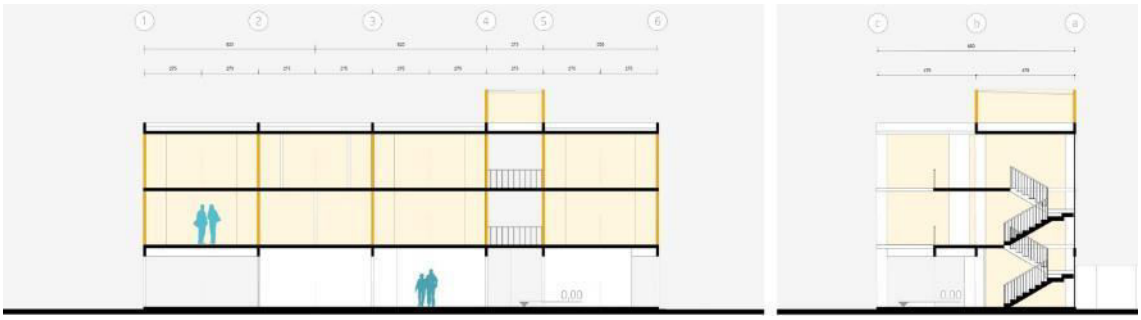


Figura 11 – Edifício ‘L’ – corte longitudinal e corte transversal



Figura 11 – Edifício ‘O’ – vista interna



Figura 12 – Edifício ‘A’ – vista frontal



Figura 13 – vista dos espaços internos dos apartamentos do edifício da quadra E



Figura 14 – vista dos espaço coletivo localizado na cobertura do edifício da quadra D





Arquiteto e Urbanista pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas (2002). Mestre em Urbanismo pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas - PUC-Campinas (2013). Doutorando no programa de pós-graduação em urbanismo (POSURB) do CEATEC- PUC-Campinas. Docente da FAU PUC-Campinas desde 2013, onde atualmente ministra disciplinas de projeto e orienta o Trabalho Final de Graduação. Membro do Núcleo Docente Estruturante (NDE) da faculdade desde 2016 e Docente Extensionista desde janeiro de 2016.

laapp2@gmail.com

Estudante de Arquitetura e Urbanismo na PUC-Campinas, bolsista Projeto de Extensão 2017.

faria.marcela@live.com

FICHA TÉCNICA

(HIS EM LIMEIRA-SP)

(MORADIA SOCIAL E CONSTRUÇÃO ECOLÓGICA)

Local: Bairro Geada – Limeira - SP

Área do terreno: 3550 m2

Área construída: 3920 m2

Projeto/Idealização: Secretaria de Habitação do Município de Limeira em conjunto à Projeto de Extensão Universitária PUC – Campinas.

TerraBrasil 2018

Território e trabalho: a produção da arquitetura com terra no Brasil

VII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Rio de Janeiro-RJ (Brasil), 30 de outubro a 2 de novembro de 2018

http://redeterrabrasil.org

PROJETOS & OBRAS (P&O) - ACADÊMICO



CASA RURAL

Assentamento Terra Prometida

André Arcanjo

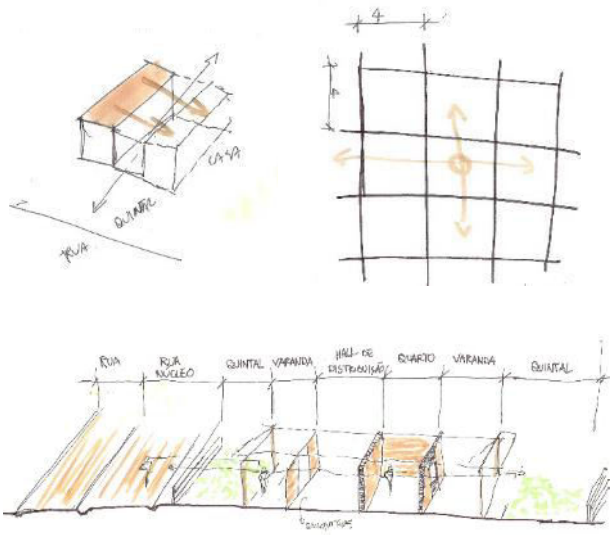
Projeto apresentado como Trabalhado Final de Graduação, na FAU-UFRJ, no ano de 2017. A proposta de projeto consistiu na elaboração de uma agrovila para um assentamento rural, na qual como sistema construtivo para as unidades residenciais adotou-se a terra como elemento principal. Essa escolha deu-se pela relação dos habitantes do assentamento com o trabalho, o território, e a terra, tendo esta grande valor simbólico, e por se apresentar propícia para o uso na construção das edificações locais, sendo em abundância na região.

Projeto Urbano e Arquitetônico Residencial, Duque de Caxias, Brasil

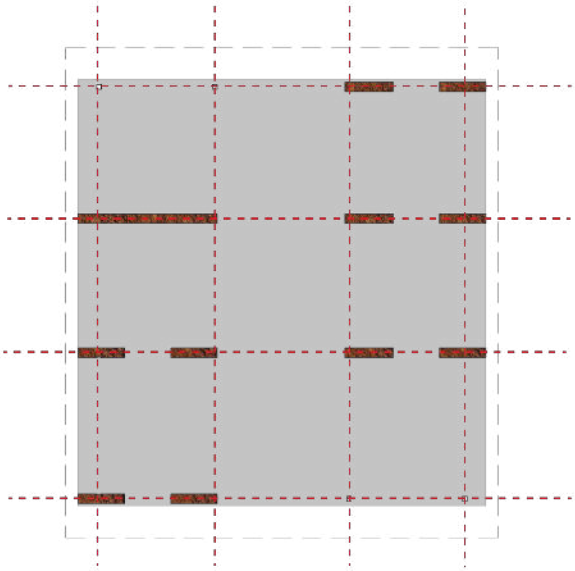


Projeto de Agrovila

O partido do projeto, como um todo, está baseado na relação de encontros que acontecem no dia-a-dia da convivência na Agrovila, desde o encontro do núcleo familiar até o encontro para reuniões e festejos.
O projeto arquitetônico residencial ganhou forma a partir das relações espaciais de encontro, possibilitando a permeabilidade visual e espacial a partir de um desenho modular que pudesse permitir também a flexibilidade dos ambientes, podendo ter variadas funções e futuras expansões.



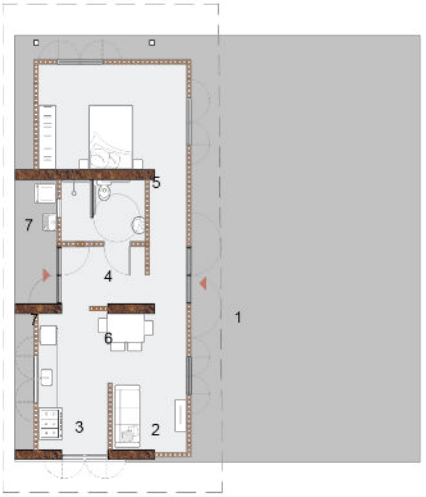
0- croquis esquemáticos do partido: encontros



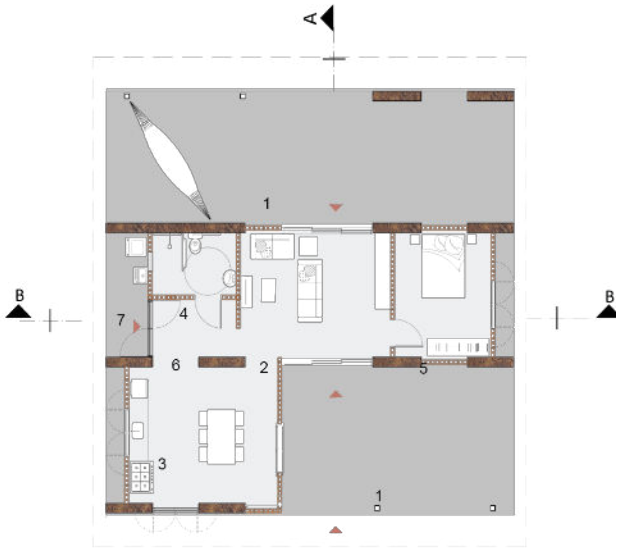
1 -Base com malha modular para paredes estruturais de taipa

De maneira a partir a flexibilidade espacal e a configuração de diversificadas tipologias reisdeniais, foi projetado uma malha na qual se lançou as paredes estruturais de taipa. Fomando oito blocos monilíticos de terra com 1.50 metros de largura com 30 centímetros de espessura. e uma parede linear de terra com 4.50 metros de largura e 30 centímetros de espessura. Essa estruturação é responsável em receber as cargas da composição do telhado.

Para realizar a vedação da residência utilizou parde de blocos de terra comprimida, que seriam moldados in loco, pelo coletivo do Assentamento.



2-Planta- tipologia meia água

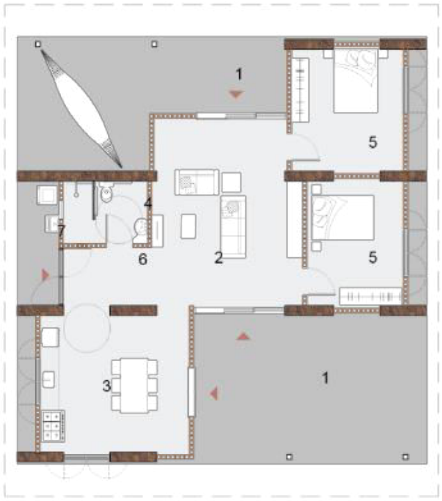


3-Planta- tipologia duas águas - 1 dormitório

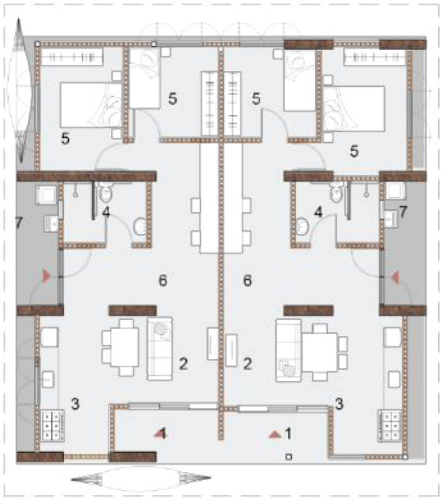
1- área externa
2- sala de estar
3-cozinha
4- Baheiro
5- dormitório
6- circulação
7- área de serviço
acesso--

parede de taipa

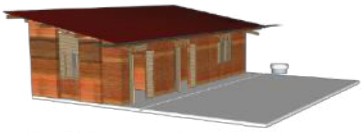
parede bloco de terra comprimida



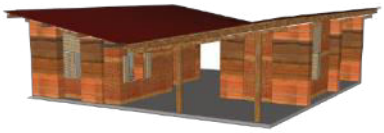
4-Planta- tipologia duas águas - dois dormitórios



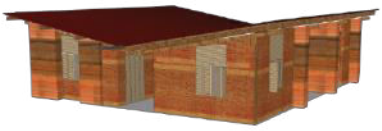
5- Planta- tipologia duas águas - duas unidades de dois dormitórios



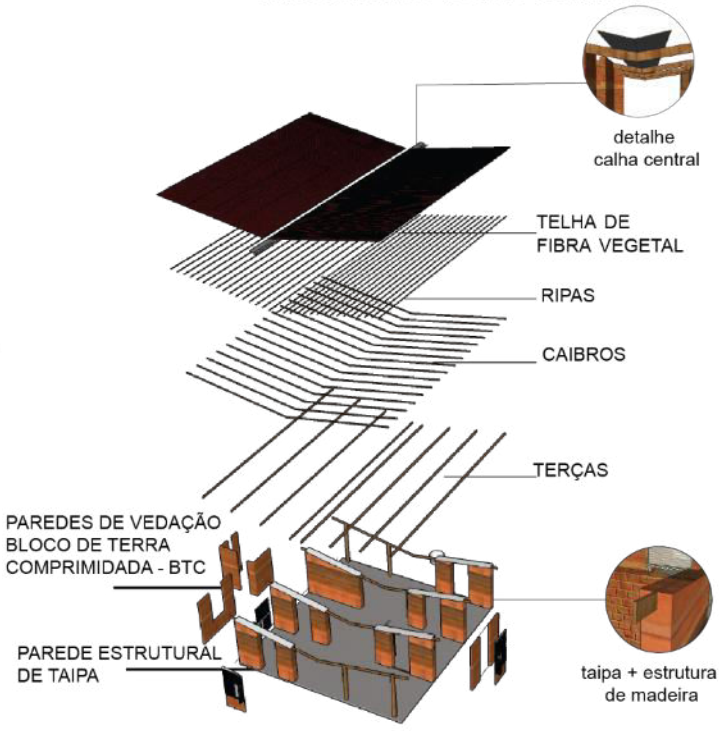
6 -tipologia meia água



7-tipologia duas águas



8-tipologia duas águas duas unidades



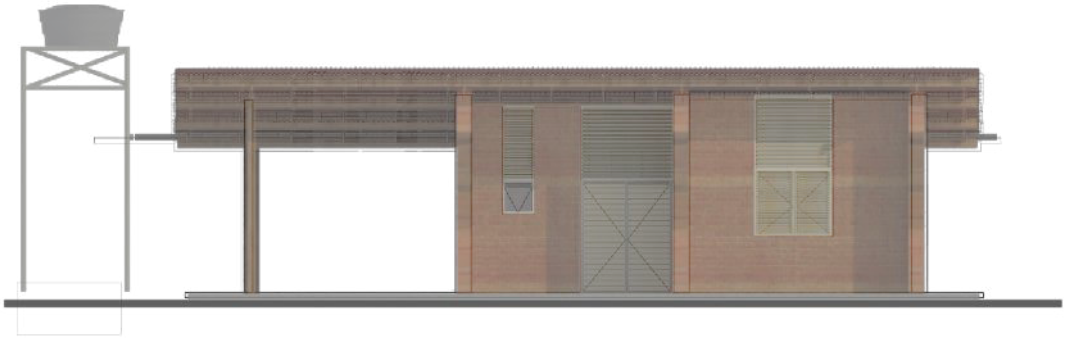
modelo esquemática de composição da estrutura + cobertura



9-FACHADA 1



10-FACHADA 2



11-FACHADA 3



12-FACHADA 4

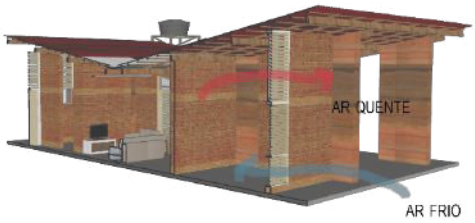
0 5



13-CORTE AA



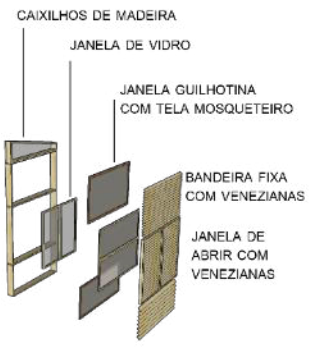
14-CORTE BB



15-Modelo esquemático de ventilação

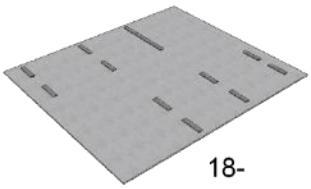


16-Modelo esquemático hidráulica +elétrica

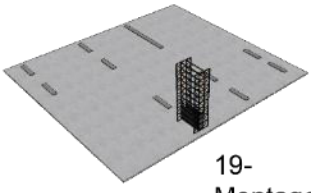


17-Modelo esquemático esquadria de janelas

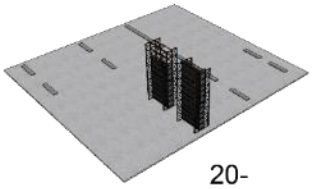
O processo de construção



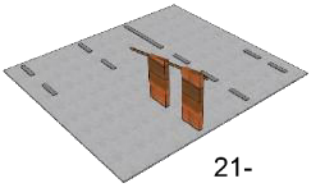
18-
Radie + base para parede de taipa



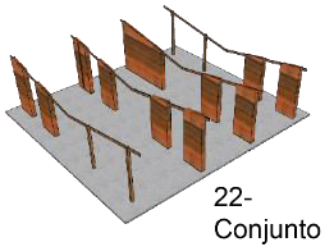
19-
Montagem da estrutura e forma para apiloamento da terra.
1º nivel de apiloamento



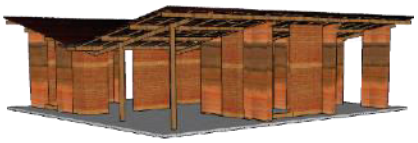
20-
Último nível de apiloamento.



21-
Parede de taipa após a desforma.



22-
Conjunto de parede de taipa + estruturas de madeira





23- Montagem para uma construção de parede de taipa. (imagem ilustrativa)



24- Fabricação de BTC, em máquina de compressão manual.(imagem ilustrativa)



25- Construção de parede em BTC.(imagem ilustrativa)







26- Imagens do projeto residencial em terra





André Arcanjo
Arquiteto e Urbanista formado pela FAU-UFRJ, 2016_2

andrearcanjo.arq@gmail.com

FICHA TÉCNICA

CASA RURAL

Residencial

Local: Duque de Caxias, Rio de Janeiro

Data do projeto: 2016

Área do terreno: 1200m2

Área construída: 124 m2

Projeto/Idealização: André Arcanjo

Fotos/imagens: André Arcanjo

Imagem 23- http://www.bhoomija.com/drupal/rammed_earth_construction

Imagem 24- https://br.pinterest.com/pin/516647388485267644/?lp=true

Imagem 25- ttp://www.jornaldosudoeste.com.br/noticia.php?noticia=1951

TerraBrasil 2018
Território e trabalho: a produção da arquitetura com terra no Brasil
VII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Rio de Janeiro-RJ (Brasil), 30 de outubro a 2 de novembro de 2018
http://redeterrabrasil.org

PROJETOS & OBRAS (P&O) - ACADÊMICO



COBOGÓ DE SOLO-CIMENTO

Fernanda Fernandez, Flávia Guedes, Gabriela Barbosa, José Nunes, Lara Filgueira, Marcela Melo, Nicole da Costa, Raniellen Bragança, Victória Michelini, Lucas Caldas e Marcos Silvoso

RESUMO

O projeto elaborado e executado apresentado aqui é produto de uma disciplina do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro (FAU/UFRJ). Pensou-se em um sistema de blocos de fácil montagem e desmontagem (com encaixe macho-fêmea), com o emprego de material local e de baixo custo (solo). O sistema consiste em uma divisória que funciona como um cobogó, possibilitando permeabilidade visual e com estética agradável. O *design* dos blocos também fornece uma horta vertical pela presença de vasos destinados ao plantio de temperos e leguminosas para apoio principalmente das pequenas lanchonetes localizadas nas redondezas.

Protótipo de fechamento de cobogós de solo-cimento com função de divisória e espaço para cultivo de temperos, Rio de Janeiro, Brasil



Introdução

O projeto elaborado e executado que é apresentado neste documento é produto da disciplina de graduação Processos Construtivos III do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro (FAU/UFRJ), realizado no primeiro semestre de 2017.

Na disciplina em questão os alunos são divididos em grupos e precisam escolher um local da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) que precisa de alguma intervenção, onde deverão projetar e executar um protótipo que visa a solucionar o problema escolhido, utilizando diretrizes de sustentabilidade.

O projeto de fechamento vertical proposto, com cobogós de solo-cimento, visa propor uma melhor ambientação e usufruto para os frequentadores e proprietários dos trailers de alimentação localizados nos pilotis da FAU (Figura 1). Portanto, estrutura-se, inicialmente, com a proposta de divisórias e horta, presentes na parede, o ambiente dedicado à grandes refeições e pequenos lanches propiciando um espaço agradável e de maior convivência por parte de todos.

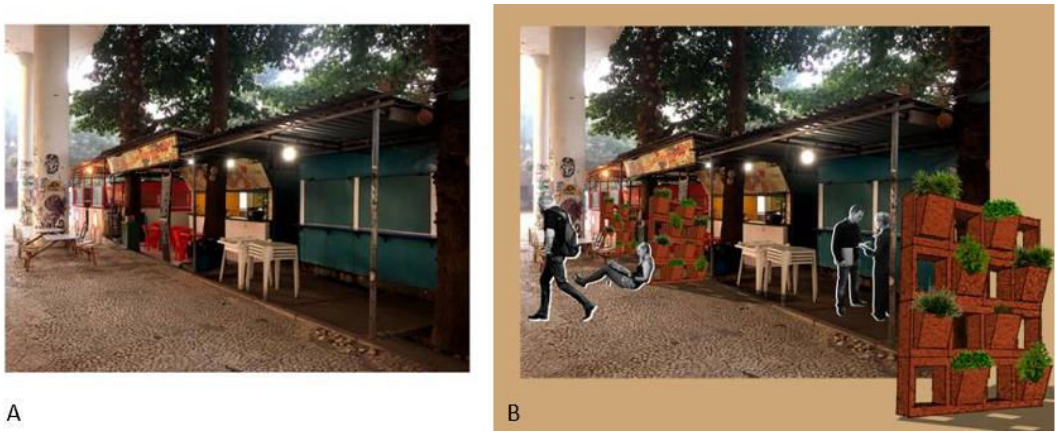


Figura 1 – Trailers da FAU. (A) Local escolhido. (B) Local com os cobogós de solo-cimento.

Atualmente, sem estrutura e planejamento adequado, as mesas dedicadas aos clientes se dispõem de forma arbitrária pelo piso, gerando uma desvalorização do potencial, que esse espaço, aberto, amplo, iluminado e integrado às áreas verdes pode proporcionar.

Tendo em vista que esse local conseguiria funcionar como principal área de alimentação e mais intenso convívio dos alunos do edifício, visto que não há outro recinto destinado a tal atividade, criou-se um sistema de blocos de encaixe fácil resultantes em uma meia parede que funciona como cobogó, possibilitando permeabilidade visual para o espaço e manutenção do bom conforto térmico e luminoso local.

Além disso, o *design* dos blocos também fornece uma horta vertical pela presença de vasos destinados ao plantio de plantas de temperos e pequenas leguminosas para apoio principalmente das pequenas lanchonetes, para o uso frequente dos estudantes e trabalhadores do edifício da reitoria.

Diretrizes do Projeto

O projeto surgiu das seguintes diretrizes: utilização de materiais locais (solo), de baixo custo, fácil execução (sem necessidade de mão de obra e equipamentos especializados), sem necessidade de prensagem, desmaterialização, facilidade de montagem e desmontagem e que fosse compatível com o local de intervenção escolhido.

Foi pensado como seria a forma do bloco, afirmando as características do tema proposto, esteticamente e economicamente. Portanto, é projetado um objeto com medidas usuais de blocos cerâmicos convencionais, de 29x19x9 cm (Comprimento x altura x largura), com vazados que possibilitam o menor consumo de material, e consequentemente, menor massa no seu resultado final (desmaterialização da construção).

Com o pensamento arquitetônico e em qual efeito essa sucessão de retângulos poderia produzir em um ambiente, o vazado sugere transparência visual junto à parede verde conjugado ao paisagismo.

O projeto foi concebido em um sistema de duas peças como facilitador na execução do objeto pretendido. Primeiramente, o bloco com as medidas padrão, e acoplado a ele, pelos vasos que se completam e equilibram. Este possui pingadeira em sua face inferior assegurando o escorrimento de água para o vaso abaixo e assim, sucessivamente. Os encaixes entre um sistema de bloco/vaso são feitos para que não seja necessário o uso de argamassa para fixar um bloco com o outro, por isso é escolhido à opção de abertura macho/fêmea na parte superior e inferior para melhor montagem da parede, indo de encontro a diretriz de facilidade de montagem e desmontagem do sistema. Esta característica permite ainda que os blocos utilizados sejam desmontados, separados e reaproveitados.

No tijolo de solo-cimento convencional, é usual que haja uma compactação por uma prensa para aumentar sua resistência. No entanto, por não ter acesso a prensa hidráulica, e indo de encontro a diretriz de ser um processo executivo simples e manual, optou-se por produzir uma mistura mais plástica capaz de ser moldada no local e desenformada.

Nas Figuras 2, 3, 4, 5 e 6 são apresentados os desenhos técnicos do cobogó de solo-cimento desenvolvido.

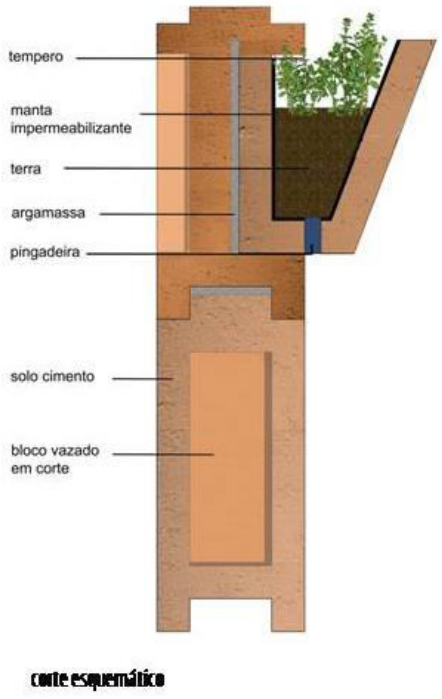


Figura 2 – Corte esquemático do protótipo

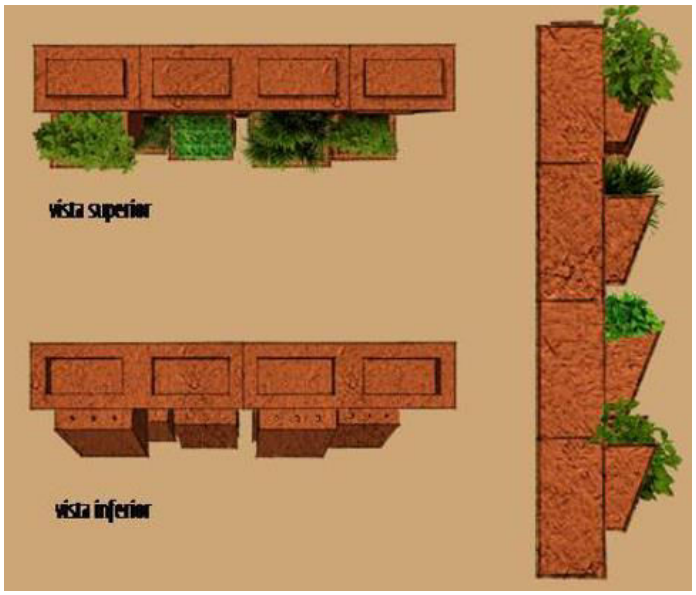


Figura 3 – Vistas do projeto



Figura 4 – Perspectivas.

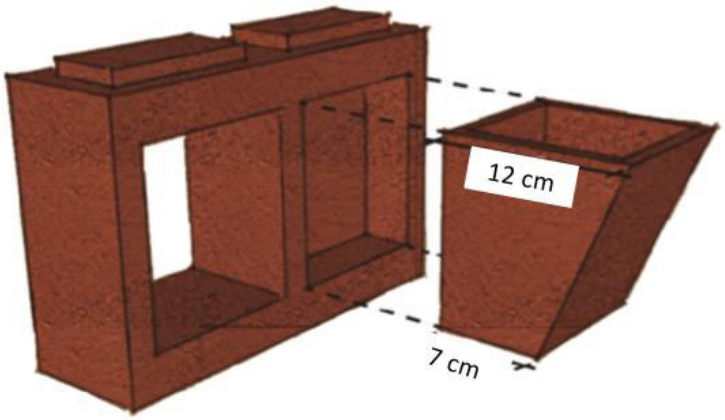


Figura 5 – Dimensões do vaso

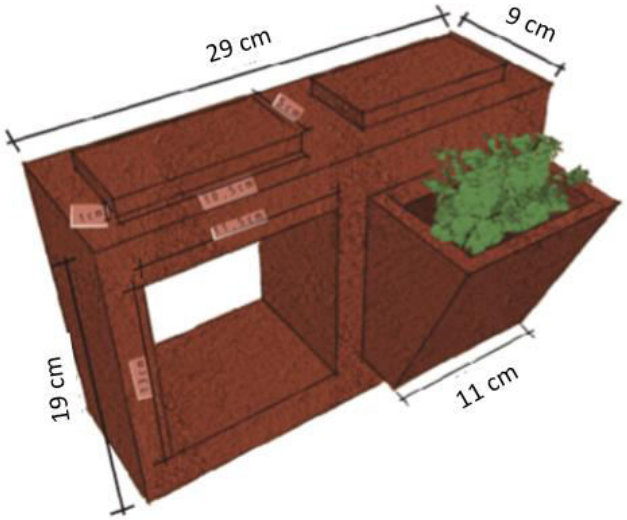


Figura 6 – Dimensões do bloco

Processo Executivo

A execução de alguns componentes do protótipo foi realizada nas dependências do Canteiro Experimental da FAU/UFRJ no primeiro semestre de 2017. Foi utilizado solo escavado das redondezas da UFRJ.

Na primeira etapa foi realizada a organização da forma, feita em madeira reutilizada de trabalhos anteriores do Canteiro Experimental. Terminado a escolha das madeiras, com as medidas definidas, houve o corte e sucessivamente a montagem. A forma foi remontada em todas as execuções dos blocos, foi feito apenas uma para todo o trabalho. Junto com a madeira, foi usado o poliestireno expandido (EPS) para facilitar a sua desmontagem.

A segunda etapa foi a mistura do solo com o cimento e a água. Utilizou-se a proporção em massa de 1:10 (cimento: solo). Foi utilizado cimento CPV-ARI para facilitar o processo de pega e ganho de resistência do material e desenforma e solo arenoso.

A terceira etapa foi esperar a mistura secar para posteriormente desenformar o componente.

A quarta etapa é a junção do vaso com o bloco, realizado em argamassa de assentamento, em que obteve o resultado esperado do projeto inicial.

Uma vez que as verduras têm um tempo mais longo de crescimento, o cultivo da horta foi iniciado a partir de sementes assim que o projeto foi definido e aprovado pelo

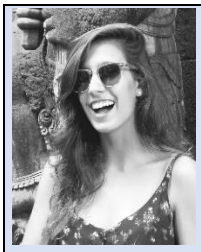
professor, no início da disciplina. A inserção das plantas no vaso foi a última etapa do projeto.

Dificuldades Encontradas e Proposição de Melhorias

Pela volumetria possuir trechos estreitos, algumas partes se tornavam difíceis de preencher com o material, visto que o solo cimento em sua dosagem usual não fica muito plástico. Dessa maneira, foi necessário o acréscimo de água no traço e, assim, houve uma alteração do traço já estudado, dificultando o processo executivo, pois não havia uma base que apresentasse dados com essa mudança em sua proporção.

Outro ponto que exigiu atenção foi com os encaixes, que foram pensados para o módulo de maneira que um dependia que o outro bloco superior se fixasse eficientemente, e por isso uma maior precisão das medidas e qualidade no acabamento foram indispensáveis.

Como o projeto foi produto de uma disciplina, o traço precisa ser melhorado e utilizado uma abordagem mais científica. Para melhorar os trabalhos futuros é necessário que se pense em um traço que minimize o consumo de cimento Portland (material de maior custo e de impactos ambientais) e que se facilite a desenforma, caso permaneça mesmo desenho de forma. Por exemplo, pode-se pensar na utilização de aditivos aceleradores de pega, como por exemplo, cloreto de cálcio.







Aluna de graduação no curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro (FAU/UFRJ). Em 2017 fez intercâmbio em École Nationale Supérieure D'Architecture de Paris.

E-mail: nanda.f.fernandez@gmail.com

Aluna de graduação no curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro (FAU/UFRJ).

E-mail: flagmelo@hotmail.com

Aluna de graduação no curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro (FAU/UFRJ). Em 2015 participou de um curso de verão na Holanda (Igor de Vetyemy) e atualmente intercambista da ENSAPB – Paris, França.

E-mail: gabriela.gtorres@yahoo.com.br

FICHA TÉCNICA

COBOGÓ DE SOLO-CIMENTO

Protótipo de fechamento de cobogós de solo-cimento com função de divisória e espaço para cultivo de temperos

Local: Rio de Janeiro

Data de início do projeto: 01/04/2017

Data da conclusão da obra: 30/07/2017

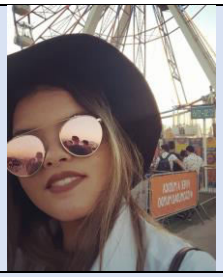
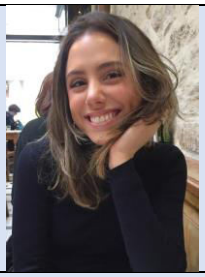
Área do terreno: m2

Área construída: m2

Projeto/Idealização: Alunos e orientação do professor da disciplina

Construção: Alunos

Fotos: Alunos

FICHA TÉCNICA

Aluno de graduação no curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro (FAU/UFRJ). Atualmente participa do Projeto de Extensão do Departamento de Tecnologia da Construção.

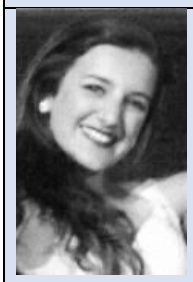
E-mail: joseh.nunes@hotmail.com

Aluna de graduação no curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro (FAU/UFRJ). Atualmente é bolsista do Núcleo Pro Acesso para o Guia de Acessibilidade da Cidade do Rio de Janeiro.

E-mail: laknup@gmail.com

Aluna de graduação no curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro (FAU/UFRJ). Em 2016 participou de cursos de imersão no Chile e Barcelona e foi monitora de viagem. Atualmente estuda na Universidade de Lisboa – Portugal.

E-mail: marcelamelo.msa@gmail.com





FICHA TÉCNICA

Aluna de graduação no curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro (FAU/UFRJ). Em 2017 foi pesquisadora voluntária do Departamento de Tecnologia da Construção, e atualmente monitora bolsista da disciplina de Processos Construtivos III.

E-mail: nicole.paulielo@gmail.com

Aluna de graduação no curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro (FAU/UFRJ). É bolsista de Projeto de Extensão do IPPUR 2017-2018.

E-mail: raniellen_gomes@hotmail.com

Aluna de graduação no curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro (FAU/UFRJ). Em 2016 até 2017, participou do Grupo de Pesquisa de Cultura, História e Urbanismo. Atualmente faz intercâmbio no Politecnico di Milano e estagiária no escritório Humus Studio, em Milão.

E-mail: victoriahmichelini@gmail.com





Engenheiro civil, ambiental e sanitarista. Especialista em Engenharia Diagnóstica. Mestre em Estruturas e Construção Civil (UnB). Atualmente é doutorando em Engenharia Civil (PEC/COPPE/UFRJ) e Professor Substituto na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo na Universidade Federal do Rio de Janeiro (FAU/UFRJ).

lrc.ambiental@gmail.com

Engenheiro civil, mestrado e doutorado pelo Programa de Engenharia Civil da COPPE/UFRJ (2003). Atualmente é Professor Adjunto, Chefe do Departamento de Tecnologia da Construção da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro (DTC-FAU/UFRJ) e Professor Colaborador do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura da UFRJ.

silvoso@fau.ufrj.br

FICHA TÉCNICA



Promoção

Rede TerraBrasil

Organização

UNIVERSIDADE SANTA ÚRSULA

PUC RIO

UFRJ

Apoio

CNPq Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

CAU/RJ Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Rio de Janeiro