TerraBrasil 2016

Anais

Organizadores:
Célia Neves
Obede Borges Faria
Rosio Fernández Baca Salcedo

Rede TerraBrasil

Bauru-SP, 8 a 12 de novembro de 2016

VI Congresso de arquitetura e construção com terra no Brasil

unesp faac

PPGARQ Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo

FEB Faculdade de Engenharia Bauru

TerraBrasil 2016
VI Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil

Anais

UNESP- Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"
FAAC - Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação
Diretor: Prof. Dr. Nilson Ghirardello
Vice-diretor: Prof. Adj. Marcelo Carbone Carneiro

PPGARQ - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo
Coordenadora: Profª Drª Rosio Fernández Baca Salcedo
Vice-coordenador: Prof. Adj. João Roberto Gomes de Faria

Rede TerraBrasil
Coordenador: Prof. Dr. Marco Antônio Penido de Rezende
Conselho Consultivo
Engª MSc. Célia Neves
Arq. MSc. Márcio Vieira Hoffmann
Arq. MSc. Fernando Cesar Negrini Minto

Organização do livro
Engª M. Sc. Célia Neves
Prof. Dr. Obede Borges Faria
Profª Drª Rosio Fernández Baca Salcedo

Comissão Científica do livro

MSc. Engª Célia Neves	PROTERRA/Rede TerraBrasil – Brasil
MSc. Arq. Fernando Cardoso	UFV – Brasil
Prof. Dr. Arq. Marco Antônio P. de Rezende	UFMG – Brasil
MSc. Arqª Natália Lélis	UFMG – Brasil
Profª MSc. Arqª Sandra Selma B. Saraiva	UFPI – Brasil
Prof. MSc. Fernando Cesar Negrini Minto	MATERIABASE / Rede TerraBrasil – Brasil

TerraBrasil 2016

VI Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil

Bauru-SP (Brasil), 8 a 12 de novembro de 2016
http://faacppgarq.wix.com/terrabrasil2016
PPGARQ/FAAC-UNESP

ORGANIZAÇÃO DO EVENTO

Coordenação Geral

Prof. Dr. Obede Borges Faria	DEC/FE/UNESP e PPGARQ/UNESP / PROTERRA Rede TerraBrasil – Brasil (**Coordenador geral do evento)**
Profª Drª Rosio Fernández Baca Salcedo	DAUP/FAAC/UNESP Coordenadora do PPGARQ/UNESP – Brasil
Prof. Dr. Arq. Marco Antônio P. de Rezende	UFMG – Brasil PROTERRA / Coordenador da Rede TerraBrasil - Brasil

Comissão Organizadora Local

Prof. Dr. Obede Borges Faria	DEC/FE/UNESP e PPGARQ/UNESP / PROTERRA Rede TerraBrasil – Brasil (**Coordenador geral do evento)**
Profª Drª Rosio Fernández Baca Salcedo	DAUP/FAAC/UNESP Coordenadora do PPGARQ/UNESP – Brasil
Prof. Dr. Luttgardes de Oliveira Neto	DEC/FE/UNESP-Bauru Vice-Diretor da FE/UNESP-Bauru – Brasil
Prof. Dr. João Roberto Gomes de Faria	DAUP/FAAC/UNESP Vice-Coordenador do PPGARQ/UNESP – Brasil
Profª Drª Maria Solange Gurgel de Castro Fontes	DAUP/FAAC/UNESP e PPGARQ/UNESP – Brasil
Profª Drª Renata Cardoso Magagnin	DAUP/FAAC/UNESP e PPGARQ/UNESP – Brasil

Comitê Científico

MSc. Engª Célia Neves	PROTERRA/Rede TerraBrasil – Brasil (**coordenação**)
Arq. Alejandro Ferreiro	FARQ/UDELAR – Uruguai
Dr. Arq. Alexandre Mascarenhas	IFMG Ouro Preto – Brasil
MSc. Arqª Ana Cristina Villaça	PROTERRA/Rede TerraBrasil – Brasil
Profª Drª Engª Ana Paula Milani	UFMS – Brasil
Arqª Anaïs Guéguen Perrin	A.R.C.A. / Rede TerraBrasil – Brasil
Profª Drª Arqª Andrea Naguissa Yuba	UFMS – Brasil
MSc. Arqª Clarissa Armando dos Santos	Brasil
MSc. Arq. Fernando Cardoso	UFV – Brasil (**responsável pelo Tema 1**)
Prof. Dr. Eng. João Roberto Gomes de Faria	FAAC/UNESP-Bauru – Brasil
Prof. Dr. Arq. Marco Antônio P. de Rezende	UFMG – Brasil (**responsável pelo Tema 2**)
Profª PhD. Arqª María Teresa Méndez Landa	Universidad Ricardo Palma – Peru
Dra. Arqª Maria Isabel Kanan	ICOMOS-ISCEAH – Brasil
Profª Drª Arqª Maria Solange G. de Castro Fontes	FAAC/UNESP-Bauru – Brasil
MSc. Arqª Natália Lélis	UFMG – Brasil (**responsável pelo Tema 3**)
MSc. Arq. Rafael Torres Maia	TOAR Arquitetura – Brasil
Profª Drª Engª Rosane Ap. Gomes Battistelle	FEB/UNESP-Bauru – Brasil
Profª MSc. Arqª Sandra Selma B. Saraiva	UFPI – Brasil (**responsável pelo Tema 4**)

Comissão de Projetos & Obras

Prof. MSc. Fernando Cesar Negrini Minto	MATERIABASE / Rede TerraBrasil – Brasil (**Coordenador**)
Arq. Javier Bonifaz	Proyectotierra - Peru
MSc. Arq. Márcio V. Hoffmann	Taipal / PROTERRA/Rede TerraBrasil – Brasil
MSc. Arq. Thiago Lopes Ferreira	HABIS/IAU/USP / PROTERRA/Rede TerraBrasil – Brasil

Comissão de Oficinas

Arqª Anaïs Guéguen Perrin	A.R.C.A. / Rede TerraBrasil – Brasil (**Coordenadora**)
Dr. Eng. Obede Borges Faria	PPGARQ/UNESP / PROTERRA/Rede TerraBrasil – Brasil
Prof. Dr. Eng. João Roberto Gomes de Faria	FAAC/UNESP-Bauru – Brasil

Apoio de técnicos do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental (FEB/UNESP):

Israel L. P. dos Santos (Lab. Estrut. e Constr. Civil) ***Gustavo Pinheiro*** (Lab. Mecânica dos Solos)

Equipe de Apoio Geral

Discentes do Curso de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo (PPGARQ/FAAC/UNESP):

Aline de Souza Dias Beltrame
Antonio Edevaldo Pampana
Debora Maria Svizzero Boni
Débora Mituuti Yoshida
Dionísio Vitorino Barbosa Junior
Eduardo da Silva Pinto
Fernanda Aparecida Alonge
Fernanda Moço Foloni
Guilherme Gasques Rodrigues
Isabela Batista Pires
Juliana Demarchi Polidoro
Juliana Leão Soza
Karla Garcia Biernath
Marcela Pádua Silva
Marina Lisboa Maia
Pedro Paludetto Silveira
Priscila Fernanda Cucci
Regis Alberto Guerini Filho
Sérgio Ricardo Losnak
Tatiana Rayra Jacon Gebara
Vinicius Faria Queiroz Dias

Discentes do Curso de Graduação em Arquitetura e Urbanismo (FAAC/UNESP):

Mariana Cordeiro de Melo ***Jéssica Silva Lima***

Instituições Organizadoras

Rede TerraBrasil de Arquitetura e Construção com Terra

FAAC/UNESP - Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - Campus de Bauru

PPGARQ/UNESP - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, da FAAC/UNESP

Apoio Institucional

FEB/UNESP - Faculdade de Engenharia, da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - Campus de Bauru

PROTERRA - Rede Ibero-Americana de Arquitetura e Construção com Terra
www.redproterra.org

PROPG - Pró-Reitoria de Pós-Graduação da UNESP

CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

TerraBrasil 2016
VI Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil

Anais

Célia Neves
Obede Borges Faria
Rosio Fernández Baca Salcedo
(organizadores)

Rede TerraBrasil / UNESP

Bauru-SP
2016

Divisão Técnica de Biblioteca e Documentação – UNESP/Bauru

720 C759

Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil (6. : 2016 : Bauru, SP).

Anais [recurso eletrônico] do 6º Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, realizado em Bauru, no ano de 2016 ; organizado por Célia Neves, Obede Borges Faria e Rosio Fernández Baca Salcedo. -- Bauru : TerraBrasil/UNESP, 2016

413 p.

ISSN 2178-1729

1. Arquitetura e construção com terra. 2. Técnicas construtivas. I. Neves, Célia. II. Faria, Obede Borges. III. Salcedo, Rosio Fernández Baca. IV. Título.

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

Diagramação e capas: Obede Borges Faria
Foto da capa: casa de pau a pique (mal conservada) em Iporanga-SP, vale do Ribeira (Obede B. Faria, 1996)
Foto da contra-capa: detalhe da estrutura geodésica de proteção das oficinas (Obede B. Faria, 2016)

Sumário

APRESENTAÇÃO 11
Obede Borges Faria

OFICINAS 15

PROGRAMA DAS SESSÕES TÉCNICAS 23

PALESTRANTES 25

Tema 1
MATERIAIS E TÉCNICAS CONSTRUTIVAS 29

Artigos Científicos

Adobes confeccionados em Montes Claros-MG com adição de sumo de palma 31
Videnicio Batista e Layrton da Silva

A influência da superfície específica e do teor de pigmentos de solos sobre o poder de cobertura de tintas para a construção civil 39
Fernando de Paula Cardoso, Rita de Cássia Silva Sant'Anna Alvarenga, Anôr Fiorini de Carvalho e Thainá Silveira Garcia Mendes

Medição de manifestações patológicas em paredes de taipa e levantamento dos desperdícios decorrentes 49
Camila Ajiki Lopes, Mylla B. Frota Barreto, Karina Trevisan Latosinski e Andrea Naguissa Yuba

Saberes da terra: produção e aplicação de tintas naturais com pigmentos de solos 57
Mateus de Carvalho Martins e Roberta Aparecida de Andrade

Retração por secagem em compósitos solo-cimento-fibras de sisal autoadensáveis 71
Adriana P. S. Martins, Flávio de A. Silva e Romildo Dias Toledo Filho

Solo-cimento compactado: resistência à tração por compressão diametral 83
Eduardo da Silva Pinto e Obede Borges Faria

Descrição da técnica de construção com terra estabilizada compactada na Austrália 93
Rodrigo Amaral do Prado Rocha e Pedro Henryque Melo de Oliveira

Estudo da aplicação de solo-cimento em fundações submetidas a pequenas cargas 103
D'Willian Johnson Romero e Daniel Anijar de Matos

Aplicação do solo-cimento autoadensável em paredes monolíticas in loco 113
Bruna Ramos de Souza, João Gabriel Santana Paz e Ana Paula da Silva Milani

Informe Técnico

123 **Terra ensacada compactada: resistência à compressão para desempenho estrutural de parede**
Flávio Duarte e Bruno Azevedo

Tema 2
131 **PATRIMÔNIO: DOCUMENTAÇÃO, CONSERVAÇÃO E RESTAURO**

Artigos Científicos

133 **A casa bandeirista resgatada: o caso da Fazenda Engenho D'Água em Indaiatuba, SP**
Milena Fernandes Maranho

147 **O acervo em taipa de pilão em Minas Gerais e novas estratégias de conservação**
Maria Virgínia Simão Peixoto, Luiz Antônio Cruz Souza e Marco Antônio Penido de Rezende

Informes Técnicos

157 **Arquitetura vernácula em terra na cidade de Pedro II, Piauí**
Regina Ângela Mattaraia Delmonaco, Wilza Gomes Reis Lopes,
Ariadne da Costa Araújo e Karenina Cardoso Matos

169 **O patrimônio arquitetônico em terra no município de Piracuruca, Piauí**
Marielly Ibiapina Mascarenhas, Wilza Gomes Reis Lopes,
Regina Ângela Mattaraia Delmonaco e Karenina Cardoso Matos

Tema 3
179 **ARQUITETURA CONTEMPORÂNEA**

Artigos Científicos

181 **Sentir a terra: percepções e significados**
Gabriela Gazola Brandão

193 **Habitação quilombola: da floresta aos programas habitacionais**
Akemi Hijioka, Paulo Silvio Pupo, Silas Cezar da Silva e Ellen Felizardo Batista

205 **Espaço arquitetônico contemporâneo construído com terra**
Leonardo Ribeiro Maia e Antonio Gil da Silva Andrade

215 **Terra: uso em habitação de interesse social no Brasil**
Caroline Ribeiro Santana, Francisco Armond do Amaral e Andrei de Barros Nunes Figueiredo

Informes Técnicos

229 **Erros comuns em construções com terra**
Marcela Fenyves Ary e Samantha Orui

237 **Prototipo demostrativo de vivienda de interés social sostenible con tierra – VISS**
Lucia Esperanza Garzón

Análise de técnicas construtivas sustentáveis aplicadas no espaço educador Chico Mendes 245
Larissa Castro de Oliveira, João da Costa Pantoja e Sérgio Borges Paim Pamplona

Caminhos do revestimento natural intuitivo 253
George Rotatori, Priscila Last e Marcelo Chini

Tema 4
ENSINO, CAPACITAÇÃO E TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA 265

Artigos Científicos

Breve panorama do ensino e pesquisa sobre arquitetura e construção com terra no Brasil 267
Obede Borges Faria, Aline de Souza Dias Beltrame e Fernanda Aparecida Alonge

Sensibilização e capacitação: dois lados de uma mesma moeda 279
Michel HabibGhattas

Informes Técnicos

Eficácia de métodos participativos na conscientização para construção com terra 293
Eliane Katayama Pricoli Amaro e Gabrielle Astier de Villatte Wheatley Okretic

Transmissão do saber – aprendizagens sobre arquitetura de terra na Espanha 301
Amana Redivo Fares e Marina Barreto da Luz

Interação entre conhecimentos: construções com taipa de mão em Boipeba-BA 311
Maria Estela R. Ramos, Louise Santos Braga de Oliveira e Vinicius Carvalho Rosaneli

Ensino em canteiro experimental: construção de uma taipa pigmentada 325
Reginaldo Luiz Nunes Ronconi e Marina Calegaro Neco

Poesia, mão na massa e aprendizado 335
Karin Fernanda Schwambach

PROJETOS & OBRAS 345

Centro de referencia em educação ambiental do SINPRO-DF 347
Sérgio Pamplona e Frederico Rosalino

Casa "UE" – Arquitectura contemporánea con tierra en áreas húmedas. Un proyecto demostrativo y de capacitación en Colombia 355
Lucia Esperanza Garzón

Casa curva – privacidade e conforto 363
Ricardo Piva

369 **A terra como herança**
Maria Cristina Erdelyi eJosé Mateus Braganholo

375 **Refúgio na mata, vernáculo contemporâneo**
Márcio Holanda

387 **Centro de práticas sustentáveis**
Thiago Pratto e Frederico Rosalino

397 **Casa viva. Saúde e bem estar nos ambientes**
Flávio Duarte

405 **Sol da terra – terra ensacada em Parnaíba, PI**
Bruno Azevedo e Flávio Duarte

Obs.: A autoria das ilustrações sem créditos é dos autores dos respectivos textos nas quais estão inseridas.

APRESENTAÇÃO

Antecedentes

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.

As principais características dos eventos TerraBrasil são:

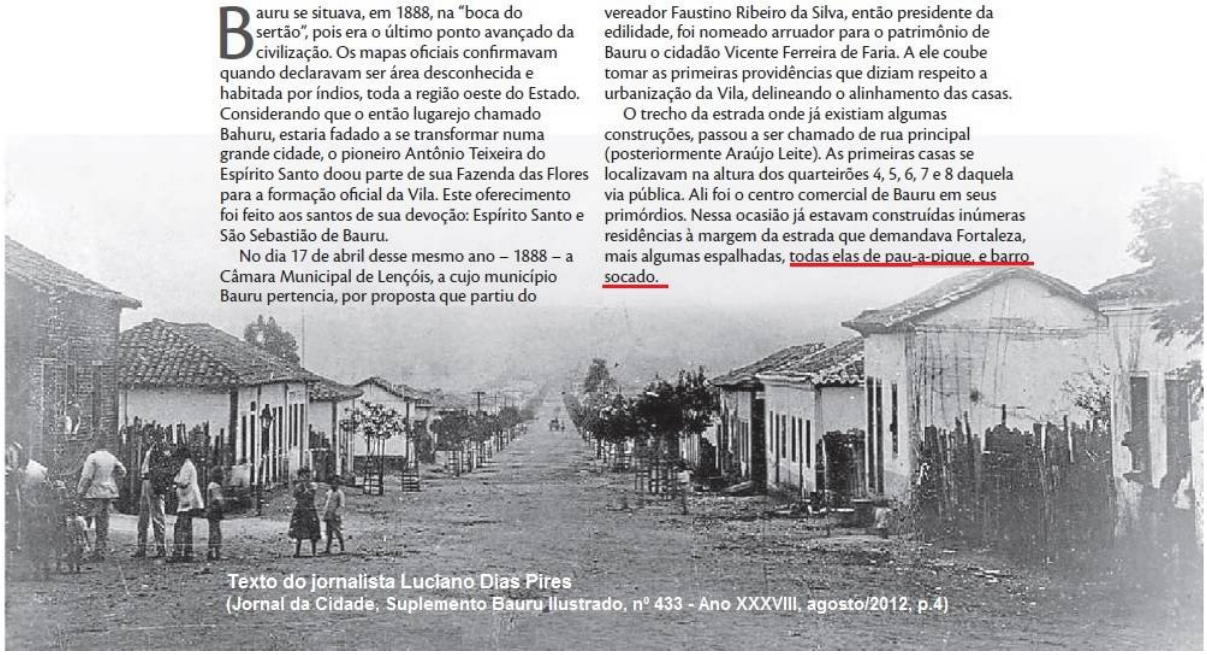
a) Reunir trabalhos acadêmicos (***artigos científicos*** e ***informes técnicos***) e trabalhos técnico-profissionais (***projetos e obras***), para possibilitar o diálogo e a aproximação entre diferentes atores;

b) 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,

c) Favorecer e estimular a participação de qualquer profissional envolvido ou interessado no tema arquitetura e construção com terra.

O TerraBrasil2016

Após TerraBrasil 2014, deliberou-se pela realização do TerraBrasil 2016 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. Bauru, em especial, que se tornou município em 1896 (portanto, tem apenas 120 anos), tinha suas construções de pau a pique e taipa nas primeiras décadas do século XX mas, hoje, não se encontra um único exemplar construído.



Bauru se situava, em 1888, na "boca do sertão", pois era o último ponto avançado da civilização. Os mapas oficiais confirmavam quando declaravam ser área desconhecida e habitada por índios, toda a região oeste do Estado. Considerando que o então lugarejo chamado Bahuru, estaria fadado a se transformar numa grande cidade, o pioneiro Antônio Teixeira do Espírito Santo doou parte de sua Fazenda das Flores para a formação oficial da Vila. Este oferecimento foi feito aos santos de sua devoção: Espírito Santo e São Sebastião de Bauru.

No dia 17 de abril desse mesmo ano – 1888 – a Câmara Municipal de Lençóis, a cujo município Bauru pertencia, por proposta que partiu do vereador Faustino Ribeiro da Silva, então presidente da edilidade, foi nomeado arruador para o patrimônio de Bauru o cidadão Vicente Ferreira de Faria. A ele coube tomar as primeiras providências que diziam respeito a urbanização da Vila, delineando o alinhamento das casas.

O trecho da estrada onde já existiam algumas construções, passou a ser chamado de rua principal (posteriormente Araújo Leite). As primeiras casas se localizavam na altura dos quarteirões 4, 5, 6, 7 e 8 daquela via pública. Ali foi o centro comercial de Bauru em seus primórdios. Nessa ocasião já estavam construídas inúmeras residências à margem da estrada que demandava Fortaleza, mais algumas espalhadas, todas elas de pau-a-pique, e barro socado.

Texto do jornalista Luciano Dias Pires
(Jornal da Cidade, Suplemento Bauru Ilustrado, nº 433 - Ano XXXVIII, agosto/2012, p.4)

(texto completo em http://www.jcdigital.com.br/ , 'suplementos', 'Bauru Ilustrado', de 28/07/2012)

Realizar o evento em uma universidade pública (UNESP) na qual são ofertados cursos de graduação e de pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Civil e Ambiental, tornou-se uma excelente oportunidade para sensibilizar a comunidade acadêmica para a importância da incorporação do tema da arquitetura e construção com terra em seus currículos regulares, não somente por sua adequação atual como material sustentável, mas pelo resgate de culturas construtivas de grande importância à história do país.

TerraBrasil 2016 - VI Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil foi um evento de vários desafios: inegavelmente o país passa por uma séria crise política e financeira; 2016 é um ano com muitos eventos internacionais sobre o tema; e, na região de Bauru predomina um único tipo de solo, extremamente arenoso e limitante para a maioria das técnicas de construção com terra. Se nas adversidades estão as maiores oportunidades de aprendizado e crescimento, o TerraBrasil 2016 seguramente foi uma oportunidade ímpar.

No presente livro são apresentadas, resumidamente, as oficinas realizadas durante o evento; os 29 trabalhos acadêmicos (artigos científicos e informes técnicos) aprovados, agrupados por temas, e os 8 trabalhos relativos a Projetos & Obras.

Prof. Dr. Obede Borges Faria
DEC/FEB e PPGARQ/UNESP-Bauru
Coordenador geral do evento

Foto: Obede B. Faria

As oficinas foram realizadas simultaneamente em dois locais: na área destinada ao *Canteiro Experimental*, do *Curso de Graduação em Arquitetura e Urbanismo*, da FAAC/UNESP-Bauru (oficinas 2, 3, 5, 6 e 7); e, no *Laboratório de Estruturas e Construção Civil*, da FE/UNESP-Bauru (oficinas 1 e 4).

Para proteção contra intempéries das oficinas 2, 3 e 5, foi montada uma estrutura geodésica de bambu, com 10 m de diâmetro e 6,5 m de altura.

Foto: Regis A. Guerini Filho

Oficina 1: Comportamento de solos

Objetivo: Colocar os participantes em contato com o material terra, para compreender suas propriedades, diferenças de comportamento e aplicações mais adequadas. Esta oficina é obrigatória para todos os inscritos em outras oficinas.

Responsável 1: **Marco Antônio Penido de Rezende** - Professor no curso de graduação de Arquitetura e Urbanismo, de especialização em Ambiente Construído Sustentável e do mestrado interdisciplinar em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável da Escola de Arquitetura da UFMG. Orientador de dissertações de mestrado. Realiza pesquisas, atividades de ensino e extensão principalmente nas áreas de técnicas construtivas antigas e vernáculas, arquitetura de terra, sustentabilidade, conservação e patologia das construções, restauração e revitalização arquitetônica e urbana, inovação tecnológica na produção de arquitetura.Participa ou coordena da elaboração de publicações e de cursos de capacitação. Membro da Rede Ibero-americana PROTERRA. Coordenador (2015-2018) e membro fundador da Rede TerraBrasil. (Belo Horizonte-MG, Brasil).

Foto: Regis A. Guerini Filho

Responsável 2: **Anaïs Guéguen Perrin** - Trabalha com arquitetura e construções ecológicas, incluindo projetos de interesse social, atuando como arquiteta no A.R.C.A. Terra e como pesquisadora, tanto na Universidade de São Paulo (HABIS/IAU/USP São Carlos) quanto na Universidade Grenoble Alpes (CulturesConstructives/AE&CC/ENSAG). (Grenoble, França e São Carlos-SP, Brasil).

Oficina 2: Técnica Mista (taipa de mão ou pau a pique)

Foto: Obede B. Faria

Objetivo: Transmitir conhecimentos sobre tipos de materiais e de fabricação de estrutura portante de madeira, cipó, bambu ou varas, bem como a preparação da mistura de terra e sua aplicação no preenchimento de tramado in loco.

Responsável: **Rosana Soares Bertocco Parisi** - Professora Adjunta IV do Curso de Arquitetura e Urbanismo da PUC-Minas, campus de Poços de Caldas e, desde 2011, Coordenadora de Pesquisas. Foi Coordenadora do Curso de Graduação em Arquitetura no período de 2001 a 2003 e membro do Colegiado de Coordenação de 2006 a 2011.Entre 2011 e 2013 coordenou o Curso de Especialização Latu Sensu Habitat Sustentável e Eficiência Energética. Atua como Parecerista dos Cadernos de Arquitetura da PUC-Minas; Cadernos de Geografia da mesma Universidade; e de Projetos Baixo Impacto de Pesquisa do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Escola da Cidade-SP. Atua também como profissional autônoma, e elabora projetos de arquitetura contemporânea e arquitetura de baixo impacto (com emprego de BTC, telhado vegetado, captação e reuso de águas de chuva). Membro das Redes PROTERRA e TerraBrasil. (Poços de Caldas-MG, Brasil)

Foto: Michel Habib

Auxiliar 1: **Lucia Esperanza Garzón** - Arquitecta (1985); 25 años de experiencia en diseño, construcción, investigación y formación de arquitectura sostenible con materiales naturales, tierra, guadua, madera y otros; participante del consejo consultivo de la Red PROTERRA (2009-2012); realiza transferencia tecnológica a través de diplomados y talleres en diversos países; conferencista y tallerista en varios países. (Villa de Leyva, Colômbia).

Auxiliar 2: **Gabriel Fernandes dos Santos** - Mestre em Design pela FAAC/UNESP (2014 - 2016), na linha de pesquisa Planejamento de Produto, sendo bolsista CAPES (dedicação integral). Graduado em Design de Produto pela FAAC/UNESP (2009). Tem experiência na área do Design de Produto, com ênfase no Design Participativo e na cadeia produtiva do bambu. Atua principalmente nos seguintes temas: Inovação Social, Sustentabilidade, Componentes Construtivos, Bambu, Terra e Resíduos Locais. (Bauru-SP, Brasil).

Foto: Obede B. Faria

Foto: Regis A. Guerini Filho

Oficina 3: Adobe

Objetivo: Transmitir conhecimentos sobre a técnica de fabricação de adobe, 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.

Responsável: **Andréa A. Ribeiro Correa** - Doutora em Ciência e Tecnologia da Madeira (2013) pela Universidade Federal de Lavras (DCF- UFLA). Mestre em Engenharia Agrícola (2003) em Construções e Ambiência pela Universidade Federal de Lavras (DEG- UFLA). Graduada em Engenharia Civil (1982) pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-MG). Foi bolsista pelo CNPq- Aperfeiçoamento B (1987-90) pela Universidade Federal de Lavras (DCS-DEG-UFLA). Professora de pós-graduação "Lato Sensu" UFLA/FAEPE (2002-08) em Gestão em Engenharia Pública no Curso de Gestão e Inovações Tecnológicas na Construção Civil - GTC. Experiência profissional em projetos de edificação, cálculo estrutural, projetos complementares e execução de obras. Áreas de pesquisa e extensão: oficinas de caracterização de solo e produção de adobes; materiais não convencionais e sustentáveis, painéis de madeira, utilização de partículas e resíduos lignocelulósicos em painéis e adobe. Membro titular do CEPE (Conselho de Ensino Pesquisa e Extensão da UFLA) como representante da comunidade (2012-15).

Professora Adjunto A de Materiais de Construção e Metodologia Científica do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras - UFLA. (Lavras - MG, Brasil).

Foto: Regis A. Guerini Filho

Auxiliar: **Fernando C. N. Minto** - Mestre em arquitetura e urbanismo (2006); arquiteto (1998); professor na Universidade Santa Úrsula (coordena o atelier TERRA) e na Universidade Federal do Rio de Janeiro (Canteiro Experimental); trabalha em projetos de construção com terra e conservação e restauro; presta assessoria técnica a movimentos de moradia. (Rio de Janeiro-RJ, Brasil).

Oficina 4: Taipa

Foto: Obede B. Faria

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

Responsável: **Márcio V. Hoffmann** - É sócio proprietário da empresa TAIPAL - construções em terra (FATO Arquitetura Ltda); professor da Faculdade de Arquitetura ASSER – Rio Claro, professor visitante do curso de especialização em Restauro da Universidade Católica de Santos e pesquisador do LabEND/UNICAMP onde faz análise de estruturas em terra com o uso de ultrassom. Foi consultor do IPHAN – Superintendência São Paulo - durante as obras de restauração de São Luís do Paraitinga. É sócio fundador da Associação Brasileira dos Construtores em Terra - ABCTerra, membro da Rede Ibero-americana POTERRAe, ex-coordenador e atual conselheiro da Rede TerraBrasil. É representante do IAB-SP no Conselho de Defesa do Patrimônio Cultural do Município de Piracicaba. Tem grande número de obras em terra executadas, larga participação em congressos sobre arquitetura de terra no Brasil e no exterior e ministrou diversos cursos de demonstração e capacitação em taipa de pilão no Brasil, Chile e Perú. (Piracicaba-SP, Brasil).

Auxiliar: **Ana Carolina Veraldo** - Professora substituta na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, no Curso de Arquitetura e Urbanismo, onde é integrante dos seguintes projetos de extensão e pesquisa: Inovações para a sustentabilidade das políticas públicas de produção de habitação social rural; Curso de capacitação para produção de paredes de taipa de pilão e solo-cimento plástico para desenvolvimento de tecnologia social de habitação rural; Curso de execução de paredes de taipa de pilão e solo-cimento plástico para tecnologia social de habitação rural; Inovações tecnológicaspara produção de habitação social rural. Arquiteta autônoma com experiência nas seguintes áreas: sensibilização, consultoria e assessoria em técnicas construtivas com terra, treinamento de mão de obra para produção de paredes de taipa de pilão e na elaboração de projetos de arquitetura com viés na sustentabilidade. (Campo Grande-MS, Brasil).

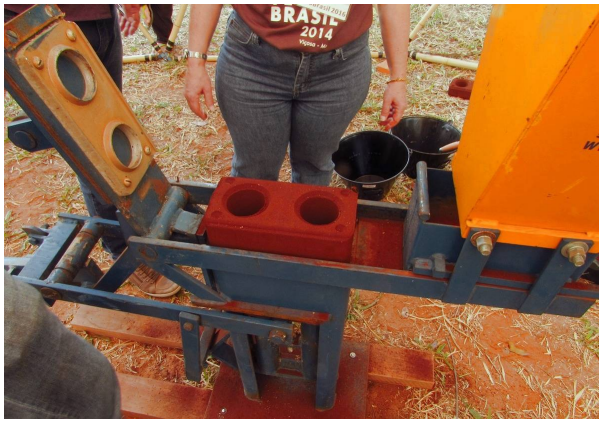
Foto: Obede B. Faria

Foto: Regis A. Guerini Filho

Oficina 5: BTC (Solo-cimento)

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

Responsável: **Célia Neves** - Pesquisadora aposentada do CEPED (1976 - 2007) dedicada ao desenvolvimento de projetos de materiais e sistemas construtivos para habitação de interesse social; responsável pelo Laboratório de Engenharia Civil e do Centro Tecnológico da Argamassa, este em parceria com a Universidade Federal da Bahia, consultora na área de execução de fachadas; ex-coordenadora do Projeto de Investigação Proterra/CYTED (2001-2006) e da Rede Ibero-americana Proterra (2006-2008); ex-coordenadora da Rede TerraBrasil (2007-2012), atualmente membro dos conselhos consultivos de PROTERRA e coordenadora dos comités científicos dos eventos SIACOT e TerraBrasil. (Seattle, USA).



Auxiliar: **Leonardo Maia** - Fundador do 302arquitetura&design. Atua há mais de 15 anos com o desenvolvimento de projetos e execução de obras convencionais e sustentáveis. Participou como co-facilitador em cursos livres de construção sustentável (UMAPAZ, TIBÁ e SESC-SP); é monitor na disciplina Construção de Edifícios da FAUUSP. (São Paulo-SP, Brasil).

Fotos: Regis A. Guerini Filho

Oficina 6: Revestimentos

Foto: Regis A. Guerini Filho

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

Responsável: **Thiago Lopes Ferreira** - Como arquiteto, desenvolve projetos e construções com terra e outros materiais naturais em obras residenciais, comerciais, institucionais e projetos de habitação popular junto à movimentos sociais. Atua na realização de obras de revestimentos com terra e ministra atividades de capacitação e sensibilização através de palestras e oficinas práticas. Como pesquisador, atua em projetos de extensão universitária e pesquisas nas áreas relacionadas à produção da habitação popular, técnicas e tecnologias de construção com terra, arquiteturas vernáculas e culturas construtivas, projetos participativos em comunidades rurais. (São Carlos-SP, Brasil).

Foto: Regis A. Guerini Filho

Auxiliar 1: **Guilherme Gasques Rodriges** - Graduado em Arquitetura e Urbanismo pela UNIFEV - Centro Universitário de Votuporanga (2014); mestrando pelo Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo (PPGARQ) da UNESP - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, na linha de pesquisa em Teoria, História e Projeto, com o trabalho "A metodologia de projeto de Zaha Hadid".

Auxiliar 2: **Regis Alberto Guerini Filho** - Técnico em Edificações (2000); Arquiteto formado pela FAAC/UNESP (2008); mestrando pelo Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo (PPGARQ) da UNESP - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, na linha de pesquisa em Teoria, História e Projeto, com o trabalho " Arquitetura na contramão: cs Reflexos da contracultura na arquitetura e urbanismo contemporâneos".

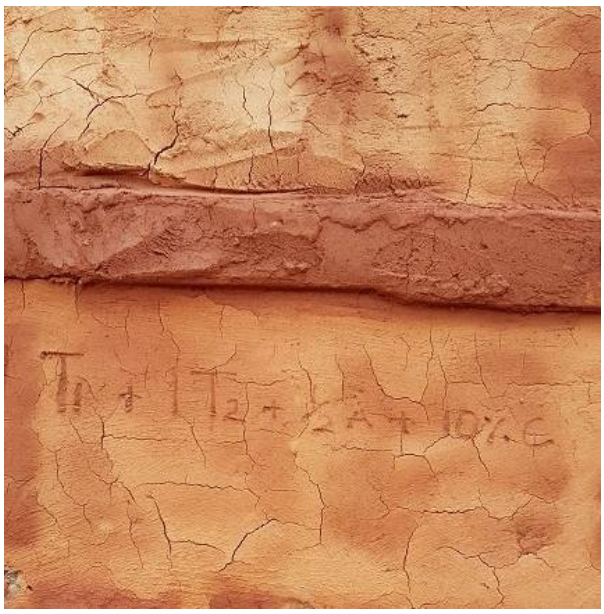


Foto: Obede B. Faria
(depois de muita chuva e uma semana após o evento)

Foto: Regis A. Guerini Filho

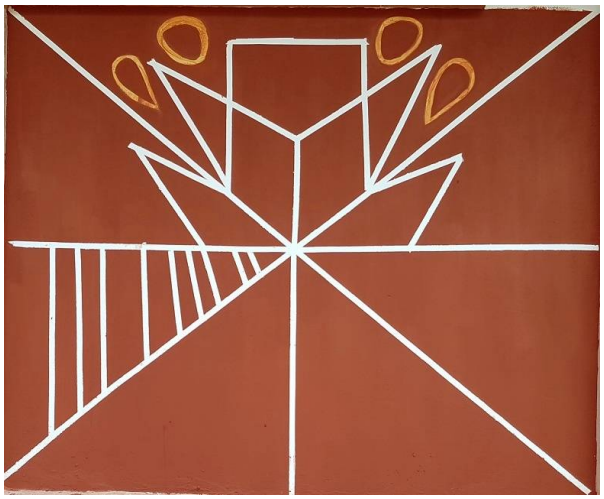
Oficina 7: Tintas

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

Responsável: **Fernando de Paula Cardoso** - Atua na área da pesquisa e difusão de técnicas de produção de tintas para a construção civil com pigmentos extraídos de solos; Coordena atividades de capacitação/sensibilização sobre as técnicas de construção com terra; Orienta trabalhos acadêmicos (graduação e mestrado em Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo) relacionados ao tema; Presta serviço de produção de tintas e treinamento de pintores para o uso em obras particulares. (Ouro Preto-MG, Brasil)

Foto: Regis A. Guerini Filho

Auxiliar: **Alain Briatte Mantchev** - 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. (Ilhabela-SP, Brasil).



Fotos: Obede B. Faria

Foto: Regis A. Guerini Filho

Programação das oficinas

Os inscritos nas oficinas obrigatoriamente tiveram que participar da **oficina 1** e puderam escolher duas outras. Dessa forma, a oficina 1 foi oferecida em três turnos, com até 30 participantes por turno. As demais oficinas foram oferecidas em dois turnos, com até 15 participantes por turno.

A apresentação geral das oficinas aconteceu no anfiteatro do Serviço Técnico de Informática da FE/UNESP.

Após a conclusão das oficinas, caiu uma chuva torrencial no local e os participantes foram brindados com um belo arco-íris.

Foto: Regis A. Guerini Filho

8/novembro (terça-feira)					
8:00 -9:20	Recepção e credenciamento				
9:20 - 11:40	Apresentação geral das oficinas (20 min por oficina)				
11:40 - 12:00	Ajuste de inscrições nas oficinas				
12:00 - 14:00	Almoço				
14:00 - 18:00 oficinas	1 para 2 e 4	3A	5A	6A	7A

9/novembro (quarta-feira)					
8:00 - 12:00 oficinas	1 para 3 e 5	2A	4A	6B	7B
12:00 - 14:00	Almoço				
14:00 - 18:00 oficinas	1 para 6 e 7	4B	2B	3B	5B

1	comportamento de solos		
2	técnica mista	5	BTC
3	adobe	6	revestimentos
4	taipa	7	tintas

Foto: João R. G. de Faria

PROGRAMA DAS SESSÕES TÉCNICAS

Data	horário	atividade
10 / novembro (quinta-feira)	8:00 - 9:30	**Credenciamento**
	9:30 - 9:45	**"Quarteto de Clarinetes da Banda Sinfônica de Bauru"** Apresentação musical oferecida pela Secretaria de Cultura, da Prefeitura Municipal de Bauru
	9:45 - 10:00	**Abertura**
	10:00 - 10:30	**Palestra de abertura (1)**: Marco A. P. de Rezende (UFMG)
	10:30 - 11:30	Mesa Redonda: **Construção com terra e sustentabilidade** Obede B. Faria / Michel Habib / Rosane A. G. Battistelle Moderador: Marco A. P. de Rezende (UFMG)
	11:30 - 12:00	**Debates**
	12:00 - 14:00	**Almoço**
	14:00 – 14:45	**Palestra 2: "Potencialidades do bambu na construção, associado à terra"** Gabriel Fernandes dos Santos "Cereja" (FAAC)
	14:45 - 15:00	Debates
	15:00 - 16:00	Apresentação de trabalhos (**ST1**) 15 minutos por trabalho
	16:00 - 16:30	Debates
	16:30 - 17:00	Intervalo – café
	17:00 - 18:00	Apresentação de trabalhos (**ST2**) 15 minutos por trabalho
	18:00 - 18:30	Debates
11 / novembro (sexta-feira)	8:00 - 8:45	**Palestra 3**: "**La Red PROTERRA y la arquitectura contemporánea"** Hugo E. P. Gigogne (Rede PROTERRA / Chile)
	8:45 - 9:00	Debates
	9:00 - 10:00	Apresentação de trabalhos (**ST3**) 15 minutos por trabalho
	10:00 - 10:30	Debates
	10:30 - 11:00	Intervalo – café
	11:00 - 12:00	Apresentação de trabalhos (**ST4**) 15 minutos por trabalho
	12:00 - 12:30	Debates
	12:30 - 14:30	Almoço
	14:30 - 15:00	**Apresentação Norma Brasileira para alvenaria de adobes**
	15:00 - 16:00	Apresentação de trabalhos (**ST5**) 15 minutos por trabalho
	16:00 - 16:30	Debates
	16:30 - 17:00	Intervalo – café
	17:00 - 18:15	Apresentação de trabalhos (**ST6**) 15 minutos por trabalho
	18:15 - 18:45	Debates
12 / novembro (sábado)	8:00 - 8:45	**Palestra 4: "Revaloración de la construcción con tierra, mediante la enseñanza universitaria: el caso de Peru"** Maria Teresa C. M. Landa (Univ. Ricardo Palma, Lima - Perú)
	8:45 - 9:00	Debates
	9:00 - 10:00	Apresentação de trabalhos (**ST7**) 15 minutos por trabalho
	10:00 - 10:30	Debates
	10:30 - 11:00	Intervalo – café
	11:00	**Sessão de encerramento do Congresso**
	12:00 - 14:00	Almoço
	14:00 - 18:00	Assembleia da Rede TerraBrasil

Foto: Regis A. Guerini Filho

Palestra 1: **Arquitetura de terra no Brasil**

Dr. Arq. Marco Antônio Penido de Rezende: Professor no curso de graduação de Arquitetura e Urbanismo, de especialização em Ambiente Construído Sustentável e do mestrado interdisciplinar em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável da Escola de Arquitetura da UFMG. Orientador de dissertações de mestrado. Realiza pesquisas, atividades de ensino e extensão principalmente nas áreas de técnicas construtivas antigas e vernáculas, arquitetura de terra, sustentabilidade, conservação e patologia das construções, restauração e revitalização arquitetônica e urbana, inovação tecnológica na produção de arquitetura.Participa ou coordena da elaboração de publicações e de cursos de capacitação. Membro da Rede Ibero-americana PROTERRA. **Coordenador** (2015-2018) e membro fundador **da Rede TerraBrasil**. (Belo Horizonte-MG, Brasil).

Foto: Regis A. Guerini Filho

Palestra 2: **Potencialidades do bambu na construção, associado à terra**

MSc. Designer Gabriel Fernandes dos Santos: Mestre em Design pela FAAC/UNESP (2014 - 2016), na linha de pesquisa Planejamento de Produto, sendo bolsista CAPES (dedicação integral). Graduado em Design de Produto pela FAAC/UNESP (2009). Tem experiência na área do Design de Produto, com ênfase no Design Participativo e na cadeia produtiva do bambu. Atua principalmente nos seguintes temas: Inovação Social, Sustentabilidade, Componentes Construtivos, Bambu, Terra e Resíduos Locais. (Bauru-SP, Brasil).

Foto: Regis A. Guerini Filho

Palestra 3: **La Red PROTERRA y la arquitectura contemporánea**

Arq. Hugo Enrique Pereira Gigogne: Arquiteto pela Universidade do Chile. Especialista do HABITERRA-CYTED (1990–1999), do projeto de investigação Proterra (2002–2006) e da Rede Ibero-Americana PROTERRA (desde 2006). É arquiteto projetista e construtor com terra, desde 1980. Recebeu o reconhecimento “Fermín Vivaceta 2000”, pela Ordem dos Arquitetos do Chile. Foi consultor do Ministério, para a reconstrução pós-terremoto em junho de 2005, na região de Tarapaca, Chile. É professor universitário na UTEM e foi convidado para o ensino universitário no Chile e no estrangeiro. Tem várias publicações nacionais e internacionais. É profissional do Ministério da Habitação e do Urbanismo, do Chile. É membro especialista da ICOMOS-Chile e do ICOMOS-ISCEAH - **Coordenador da Rede PROTERRA.**

Palestra 4: **La Red PROTERRA y la arquitectura contemporánea**

Foto: Regis A. Guerini Filho

Drª Arqª María Teresa del Carmen Méndez Landa - Arquitecta de la Universidad Nacional de Ingeniería, con Maestria y Doctorado en Educación por la USMP, es docente en las facultades de Arquitectura e Ingeniería de la Universidad Ricardo Palma. Especializada en temas sobre Comunidades Saludables desde el 2001, con trabajos de investigación en Materiales Constructivos No Convencionales ha participado en Conferencias Internacionales TerraBrasil 2008, 2010 y 2012. SIACOT 2009, NOCMAT 2013 y Ekotectura 2014, SIACOT 2015. Es miembro de la Red Internacional PROTERRA y Representante del Colegio de Arquitectos del Perú ante la Comisión de Actualización de la Norma E-0.80 de Construcción en Tierra-Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú-Ministerio de Vivienda del Perú. Actualmente tiene a su cargo el Centro de Estudios para Comunidades Saludables, CECOS-BRIGURP, Voluntariado Multidisciplinario de la Universidad Ricardo Palma en el que se desarrollan proyectos e investigaciones que promuevan mejoras en la calidad de vida de comunidades de bajos recursos, con énfasis en temas relacionados al empleo de materiales naturales en edificaciones y sus bondades en preservación del medio ambiente.

Mesa redonda: **Construção com terra e sustentabilidade**
Tema: **Bioarquitetura e bioconstrução**

Foto: Regis A. Guerini Filho

Arq. Michel Habib Ghattas: Arquiteto graduado pela Fundação Armando Álvares Penteado (FAAP) e Bioarquiteto pelo Instituto TIBÁ, atua profissionalmente na área da bioarquitetura e ecologia como transferidor do conhecimento teórico e prático em cursos, workshops e palestras para estudantes, profissionais e simpatizantes da construção civil, difundindo técnicas construtivas com materiais naturais e sistemas de baixo impacto ambiental. Atualmente desenvolve projetos e atividades em parceria com universidades, institutos e empresas.

Mesa redonda: **Construção com terra e sustentabilidade**
Tema: **Princípios da construção sustentável**

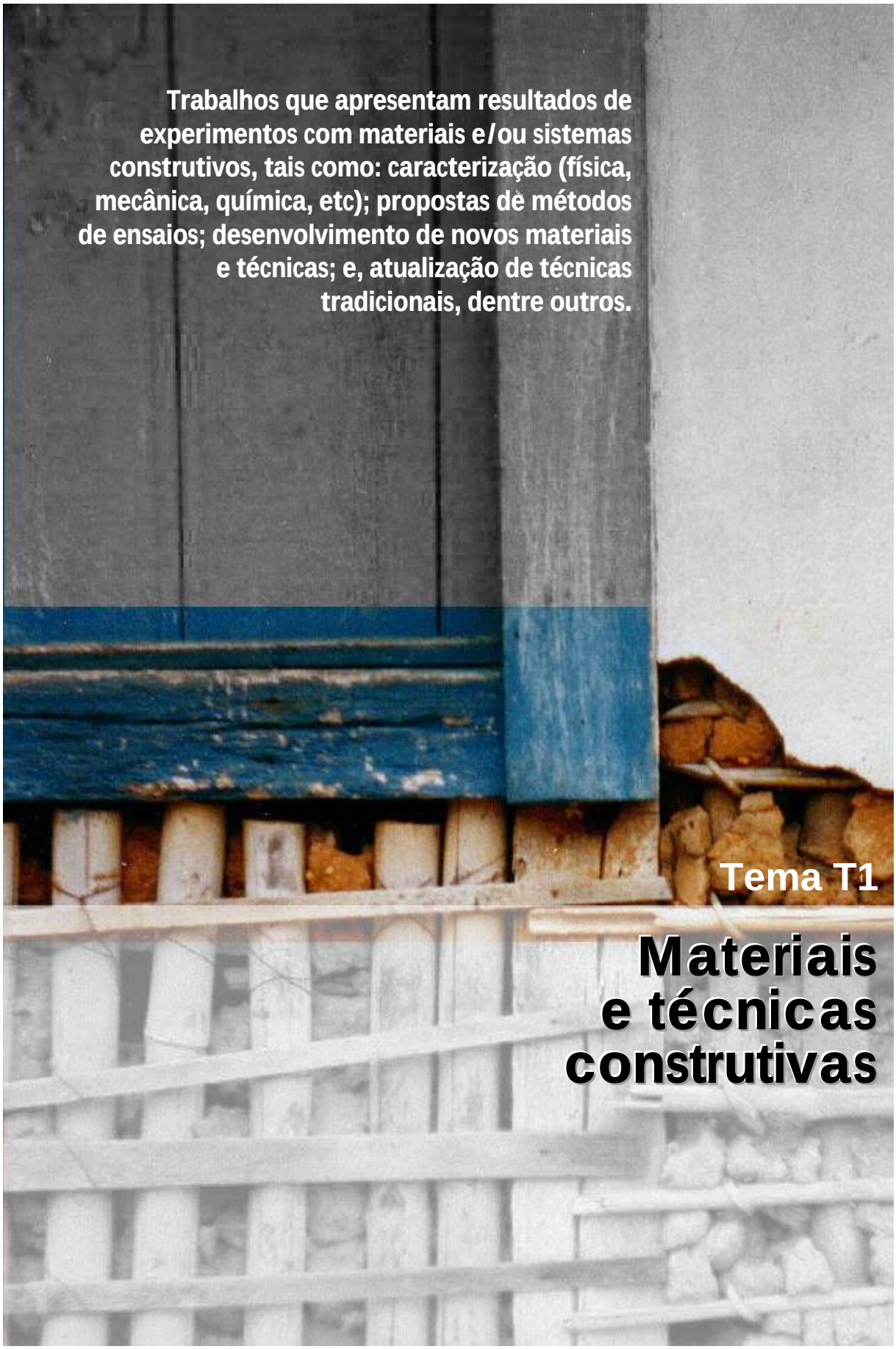
Foto: Regis A. Guerini Filho

Dr. Eng. Obede Borges Faria: Engenheiro Civil; Mestre em Arquitetura e Urbanismo - Tecnologia do Ambiente Construído; Doutor em Ciências da Engenharia Ambiental; Professor do Departamento de Engenharia Civil (*Faculdade de Engenharia de Bauru*, da *UNESP - Universidade Estadual Paulista*) e do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, da FAAC/UNESP-Bauru; Membro da Rede Ibero-Americana PROTERRA; Membro da Rede TerraBrasil; Membro de comitês científicos de vários periódicos.

Foto: Regis A. Guerini Filho

Mesa redonda: **Construção com terra e sustentabilidade**
Tema: **Análise do ciclo de vida**

Drª Engª Rosane A. Gomes Battistelle: doutorada em Ciências da Engenharia Ambiental pela Universidade de São Paulo (2002) e Pós Doutoramento, na área de novos materiais na Universidade de Aveiro - Portugal (2009-2010). Mestre em Engenharia Civil (Engenharia de Estruturas) pela Universidade de São Paulo (1991). Graduada em Engenharia Civil pela Unesp de Bauru (1986). Livre Docência (2011) pela Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho. Professora da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", no Departamento de Engenharia Civil e Ambiental e no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Estruturas, atuando principalmente nos seguintes temas: construção civil, materiais alternativos e em chapas de partículas compostas de resíduos agroindustriais. (Bauru-SP, Brasil).



Trabalhos que apresentam resultados de experimentos com materiais e/ou sistemas construtivos, tais como: caracterização (física, mecânica, química, etc); propostas de métodos de ensaios; desenvolvimento de novos materiais e técnicas; e, atualização de técnicas tradicionais, dentre outros.

Tema T1

Materiais e técnicas construtivas

TerraBrasil 2016
VI Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Bauru-SP (Brasil), 8 a 12 de novembro de 2016
http://faacppgarq.wix.com/terrabrasil2016
PPGARQ/FAAC-UNESP

ADOBES CONFECCIONADOS EM MONTES CLAROS-MG COM ADIÇÃO DE SUMO DE PALMA

Videnicio Batista[1]; Layrton da Silva[2]
Faculdades Integradas Pitágoras de Montes Claros – FIPMOC; MG, Brasil
[1]videnicio_batista@hotmail.com; [2]agrolayrton@yahoo.com.br

Palavras-chave: construção em terra, adobe, palma forrageira, materiais de construção, estabilizadores de solo

Resumo
O adobe é um material bastante conhecido nas comunidades tradicionais sertanejas do Brasil. Porém, praticamente não é mais utilizado, já que o discurso do mercado da construção civil estimula o uso de materiais industrializados. Ainda assim, devido a suas vantagens, o uso do adobe é encorajado e através de estudos buscam-se formas de minimizar suas limitações. Este trabalho propõe a utilização do sumo de palma na confecção de adobes a partir da avaliação de seus efeitos. A hipótese é que o sumo de palma, já utilizado em rebocos e tintas de terra, proporcione menor permeabilidade aos adobes. Para avaliar tal hipótese, foram moldados adobes em terra silto argilosa com adição nas proporções de 1/3 e 2/3 em volume de sumo de palma forrageira gigante (*Opuntia fícus indica*) e adobes sem adição, sendo submetidos a ensaios de caracterização física e mecânica (absorção de água por imersão e por capilaridade e de resistência à compressão). Os adobes com maior proporção de sumo de palma apresentaram fissuras sérias e não foram submetidos aos ensaios, o que dificultou a obtenção de alguns resultados de forma significativa. A hipótese inicial não foi confirmada, contudo, o sumo de palma, na proporção de 1/3 em volume, melhorou a trabalhabilidade do barro e agiu como um ligante entre as partículas da terra, minimizando a deterioração do adobe devido ao contato com água.

1 INTRODUÇÃO

Ao discutir a formação do povo brasileiro, Ribeiro (1995, p. 360) cita características das casas dos sertanejos, construídas em barro e palha pelos próprios moradores, onde viviam “arranchados”. Dentre as técnicas de construção para tais edificações destaca-se o adobe, uma mistura de terra e água (acrescida ou não de fibra vegetal) seca ao sol sob a forma de tijolos.

Os discursos que associam o uso da terra como material construtivo à pobreza, atraso tecnológico, doenças e outros, aliados ao jogo do mercado que estimula a aquisição de materiais industrializados, provocaram e provocam uma competição desequilibrada e por vezes injusta com tal material. Apesar disso, alguns argumentos são utilizados pelos que optam pela construção em terra: material barato e em abundância, não poluente, resistente ao fogo, que apresenta bom desempenho térmico e acústico, baixa quantidade de detritos derivados da execução, técnicas de fácil aprendizado, baixo custo, utilização de ferramentas simples, preservação do patrimônio cultural, baixo consumo de energia e é reciclável. (Corba Barreto, 2011, p. 36).

Assim como todo método construtivo apresenta patologias quando executado de forma inadequada, a produção equivocada dos adobes devido à falta de conhecimento e a cargas culturais pode provocar a desintegração do material e até falhas estruturais. Para minimizar estes problemas são utilizados materiais estabilizantes da terra com propriedades impermeabilizantes e/ou mecânicas.

Sob esse cenário, objetiva-se nessa pesquisa avaliar os efeitos da adição do sumo de palma na fabricação de tijolos de adobe no município de Montes Claros, Estado de Minas

Gerais. Para isto, fez-se necessária a avaliação da terra utilizada quanto à sua adequação para confecção de adobes, a caracterização da palma e a confecção de adobes com e sem a adição para análise de características físicas e mecânicas. Devido à utilização de sumo de cactos como material impermeabilizante de paredes, pisos e tetos (Lengen, 2008, p. 332), tem-se como hipótese que o sumo de palma, cacto bastante conhecido do sertanejo, proporcione ao adobe maior resistência à infiltração de água.

2 METODOLOGIA

Esta pesquisa foi desenvolvida no município de Montes Claros, localizado na Mesorregião Norte do Estado de Minas Gerais com latitude 16º 44' 06" S e longitude 43º 51' 43" O, altitude média de 678 m e clima tropical com estação seca. Os ensaios experimentais foram conduzidos nos laboratórios de Engenharia Civil das Faculdades Integradas Pitágoras de Montes Claros – FIPMOC.

Para atingir os objetivos traçados foram realizados os procedimentos a seguir.

2.1 Caracterização da terra

A terra foi classificada segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2006), a partir do Mapa de Solos do Estado de Minas Gerais (Universidade Federal de Viçosa et al., 2010) e avaliada quanto à sua adequação para confecção de adobes a partir do método apresentado em Neves et al. (2010) pela Rede Ibero-Americana de Arquitetura e Construção com Terra – PROTERRA. Este método sugere a análise da composição granulométrica e plasticidade da terra a partir de testes laboratoriais ou expeditos (de campo), para esta pesquisa foram realizados os testes expeditos a seguir:

a) Composição granulométrica

A granulometria da terra foi determinada a partir dos resultados do teste de vidro.

b) Plasticidade

Considerações sobre a plasticidade da terra foram possíveis com a realização dos testes do cordão, da fita, de exsudação e teste de resistência seca.

2.2 Caracterização da palma

A palma foi adquirida de produtores rurais no Mercado Municipal Central de Montes Claros, para sua caracterização biológica e conhecimento de seus usos e aplicações foram realizados estudos bibliográficos.

2.3 Confecção dos adobes

O solo extraído foi destorroado e peneirado para retirada de pedregulhos e outros materiais indesejados. Para o preparo do sumo de palma foram seguidos os procedimentos descritos em Lengen (2008, p. 332), porém, sem acréscimo da cal e sob a proporção em massa de 1:3 (palma:água).

Foram confeccionados adobes com dimensões 10 cm x 15 cm x 25 cm, pois são "mais próximas das dimensões dos tijolos maciços comuns, utilizados atualmente, facilitando dessa forma a aceitação do material pelos usuários" (Pires, 2013, p. 42). A proporção dos materiais (terra:água:adição) foi determinada hipoteticamente e em volume da seguinte forma:

- Adobe Referencial (AR) em 5:1:0;
- Adobe Experimental 1 (AE1) em 5:1:1/3;
- Adobe Experimental 2 (AE2) em 5:2/3:2/3.

O barro foi formado com o acréscimo, aos poucos, de água à terra, sendo misturados com o auxílio de uma enxada e amassamento com os pés para melhor homogeneização. A adição do sumo de palma ao barro seguiu o mesmo processo. A moldagem dos tijolos contou com o auxílio de uma forma dupla de madeira, imersa em água, para facilitar o desmolde. Pequenas porções do barro eram colocadas na forma, preechendo-se todas as arestas; o excesso do barro foi retirado com uma colher de pedreiro e a superfície superior alisada com as mãos molhadas para um melhor acabamento. Em seguida, a desmoldagem foi realizada deslizando-se a forma para cima, na vertical. Após cada utilização as formas eram lavadas para remoção de resíduos.

A NBR 8492 (ABNT, 2012) recomenda a produção de 13 tijolos de cada mistura, porém, de acordo com as adaptações realizadas, foram produzidos dez (Carneiro, 2013, p. 34). Portanto, foram produzidos 30 adobes. A secagem destes deu-se em 30 dias e em local coberto e arejado.

2.4 Análise dos adobes

A análise dos adobes obedeceu a adaptações da NBR 8492 (ABNT, 2012). Para a análise física adotou-se os testes de absorção de água por imersão e por capilaridade, com o uso de dois tijolos de cada mistura para cada teste. Na análise mecânica foi adotado o ensaio de resistência à compressão em seis tijolos de cada mistura.

Para os ensaios de absorção de água foram adotados os processos descritos por Corrêa (2013, p. 126): no ensaio de absorção de água por imersão os adobes foram pesados a uma temperatuda ambiente e imersos em água por um período de seis horas, seguido novamente por pesagem, o resultado foi a diferença proporcional entre as massas seca e úmida; para obter a absorção de água por capilaridade os tijolos foram dispostos em recipiente com uma lâmina de dois centímetros de água durante uma hora, feito isso, a altura atingida pela percolação da água foi medida em quatro repetições (duas larguras e dois comprimentos), o resultado foi a média entre estas alturas.

A preparação dos corpos de prova para ensaio de resistência foram adaptados de Corrêa (2013, p. 27): os tijolos foram serrados ao meio e as metades unidas com massa de solo:cal (1:4), as superfícies em contato com a prensa receberam também uma camada desta massa, de forma que as dimensões dos corpos de prova devem ser próximas a 21 cm x 15 cm x 12,5 cm. O ensaio de resistência à compressão foi realizado em prensa hidráulica de carregamento uniforme crescente em 10 kgf e velocidade de 10 mm/min.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 A terra

Terra é o termo comumente adotado na engenharia e arquitetura para denominar o solo utilizado como material de construção. Diversas são as formas para sua classificação, como pela sua origem, evolução, pela presença ou não de matéria orgânica, pela estrutura, preenchimento dos vazios (Pinto, 2006, p. 64). O solo da sede do município de Montes Claros enquadra-se na classificação de Nitossolo Háplico Eutrófico.

Os Nitossolos Háplicos Eutróficos, segundo a Embrapa (2006), são desenvolvidos de rochas como o calcário, rochas metamórficas intermediárias, gnaisses, migmatitos e outras. São, em geral, moderadamente ácidos, apresentam textura argilosa ou muito argilosa, com argila de baixa atividade ou com caráter alítico. São profundos, bem drenados, de coloração variando de vermelho a brunada e sem policromia acentuada no perfil. São solos de alta fertilidade.

A quantificação da proporção de areia, silte e argila no solo indica sua classificação segundo a composição granulométrica. Para esta pesquisa a proporção de argila determinada

através do teste de vidro foi de 25% da amostra de solo, já que não foi possível distinguir areia e silte no teste realizado; estes juntos compunham 75% da referida amostra. A classificação do solo foi então estimada como terra silto-argilosa, transitando entre as características de uma terra siltosa e o silte argiloso.

As partículas de argila presentes são bastante influentes no comportamento do solo, o que pode ser observado na aplicação de diferentes teores de umidade: quando bastante úmido o solo comporta-se como um líquido, com certa perda de água fica plástico e quando mais seco, quebradiço (Pinto, 2006, p. 25). Bouth (2005, p. 15) afirma que a propriedade mais importante do solo adequado para a fabricação de adobes é a plasticidade, pois permite moldar o produto à forma desejada quando preparado o barro com determinada umidade.

A partir dos testes realizados para análise da plasticidade do solo, foram feitas as considerações da tabela 1.

Tabela 1. Resultados e interpretações dos testes de plasticidade

Teste	Resultado	Classificação e interpretação
Cordão	Cordão suave. Bola pouco resistente, fissura e esmigalha facilmente	Terra argilo-siltosa, arenosa ou areno-argilosa; plasticidade mediana
Fita	É possível formar, com dificuldade, uma fota curta	Terra argilo-siltosa, arenosa ou areno-argilosa; plasticidade mediana
Exsudação	Reação lenta (20-30 golpes). A água aparece e desaparece lentamente; a pressão dos dedos faz com que o bolo se deforme como uma bola de borracha	Silte ligeiramanente plástico ou silte argiloso
Resistência seca	Pouco resistentes, com possibilidade de reduzir os pedaços a pó	Terra argilo-siltosa, terra argilo-arenosa ou areia argilosa

Para cada tipo de terra pode-se determinar a técnica construtiva mais adequada segundo a composição granulométrica e plasticidade. O comportamento averiguado através dos resultados do teste de vidro é confirmado pelos testes de plasticidade: é possível que o solo em análise comporte-se como terra siltosa ou silte argiloso, o que o classifica como terra silto-argilosa. Portanto, conforme Neves et al. (2010), este solo é adequado para produção de tijolos prensados, adobe e terra compactada, com provável necessidade do uso de estabilizantes aglomerantes. O aglomerante mais apropriado para este solo é o cimento Portland ou emulsão asfáltica de baixa viscosidade, além de ser indicado o uso de revestimento da superfície para edificações deste material.

Segundo Pires (2013, p. 26), “estabilizar uma terra consiste em modificar as propriedades do sistema terra-água-ar para obter qualidades permanentes compatíveis com uma aplicação particular”. A ação dos estabilizantes tem por finalidade: tornar a terra mais coesa e resistente através da cimentação de suas partículas; diminuir os movimentos de expansão e contração do material e reduzir a permeabilidade do solo à água (Freire e Beraldo, 2003, p. 37). Desta forma, a estabilização pode ser classificada pelas seguintes categorias: por cimentação; por armação ou reforço; por tratamento químico e por impermeabilização.

É neste contexto que foi formada a hipótese desta pesquisa: que o sumo de palma aja como estabilizante por impermeabilização. O arquiteto holandês Johan van Lengen, referência em autoconstrução, afirma que a mistura do sumo de cactos com outros materiais de construção pode melhorar a resistência de paredes, pisos e tetos à absorção de água, com melhores resultados apresentados pelo cacto de palma (Lengen, 2008, p. 332). A Rede PROTERRA, ao descrever a execução de abóbadas mexicanas, recomenda a aplicação de

uma camada impermeabilizante sobre a estrutura com uma mistura de cal e macerado de cacto (Neves e Faria, 2011, p. 32). Como o objetivo desta pesquisa é alcançado através da descoberta dos efeitos da adição de sumo de palma na fabricação de adobes, nenhuma outra adição foi utilizada.

3.2 A palma

Segundo Silva e Santos (2006, p. 3), a palma pertence ao reino vegetal, divisão Embryophyra, subdivisão Angiospermea, classe Dicotyledoneae, subclasse Archiclamideae, ordem Opuntiales e família das Cactáceas. As espécies mais cultivadas no Brasil são *Opuntia ficus indica* e *Nopalea cochenillifera*, conhecidas respectivamente como palma gigante, graúda ou azeda e palma miúda ou doce, apresentam-se mais difundidas na região Nordeste e, em Minas Gerais, concentra-se na região Norte-mineira, ainda que cultivada majoritariamente de forma pouco tecnificada (Guimarães, 2013, p. 1 e 2).

Foram utilizados cladódios – brotos de palma ou napolitos – de palma gigante, que podem ser utilizados como alimento humano e animal, apresentam características medicinais, são fonte de energia (etanol, biogás e lenha) e são empregados também na indústria de cosméticos e fabricação de adesivos, colas, pectinas, fibras, papel, corantes e mucilagem, suas raízes, flores, frutos e sementes também são aproveitados.

Guimarães (2013, p. 4) conclui que “as inúmeras possibilidades de usos e aplicações sugerem que a palma não tem, ainda, sua potencialidade explorada de forma plena na região Norte-mineira”.

3.3 O adobe

O sumo de palma apresentou alta viscosidade, o que dificultou a homogeneização do barro. Além disso, apresentou também odor desagradável, característico da decomposição de materiais orgânicos, porém, não foi notado o mesmo odor nos adobes já secos.

A viscosidade do sumo favoreceu a trabalhabilidade. Quão maior era a proporção da adição, mais pastoso era o barro. Tal característica alterou o formato dos adobes devido a dificuldades quanto ao desmolde, pois houve maior aderência da massa às paredes da forma.

Todos os adobes experimentais apresentaram alguma fissura longitudinal durante as primeiras 12 horas de secagem: trincas nos AE2 (figura 1) que comprometem a viabilidade do produto, optando-se por não submetê-los aos testes de absorção de água e resistência mecânica; e pequenas fissuras nos AE1. Um resumo com os resultados dos testes foi organizado na tabela 2.

Figura 1. Adobe experimental 2 (AE2) após secagem

Tabela 2. Resultados dos testes de análise física e mecânica dos adobes

Adobe	Dimensões (cm)			Massa (kg)	Absorção de água		Resistência à compressão (MPa)
	Altura	Comp.	Larg.		Imersão (%)	Capilaridade (cm)	
AR	19,05	15,5	12,67	4,683	34,05	2,01	0,538
AE1	17,32	15,83	12,43	4,400	34,51	2,10	0,461

Analisando os resultados dos testes, pode-se constatar quanto aos efeitos da adição do sumo de palma aos adobes confeccionados:

- Durante a mistura do barro, o sumo de palma agiu como um ligante, melhorando a trabalhabilidade, envolvendo os grãos da terra e facilitando o deslizamento entre os mesmos, como um lubrificante;
- Os AE1 perderam altura de forma expressiva, característica de um barro mais fluido, com deslizamento das partículas do material devido seu peso próprio;
- A absorção de água por imersão e por capilaridade aumentaram em pequenos valores. Entretanto, na absorção de água por imersão, o AE1 (figura 2) apresentou melhor resultado visual que o AR (figura 3), sem deformações e com pouquíssima deterioração.

Figura 2. Testes de absorção de água por imersão com o AR

Figura 3. Testes de absorção de água por imersão com o AR

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os adobes experimentais foram confeccionados na cidade de Montes Claros/MG, com mistura de terra silto argilosa, água e proporções diferentes de sumo de palma gigante (*Opuntia fícus indica*). Durante a secagem, os adobes com maior teor do sumo apresentaram fissuras que comprometeram sua submissão aos testes de análise física e mecânica, dificultando a obtenção de alguns resultados de forma significativa.

Os adobes são possíveis devido à coesão entre os grãos de terra em estado plástico, logo, não depende de reação química ou compactação mecânica para moldagem. A adição de qualquer outro material à massa interfere no comportamento dos tijolos. Esperava-se que a adição do sumo de palma apresentaria efeitos de um estabilizante por impermeabilização, porém, tal hipótese não foi confirmada.

Para os adobes com adição de 1/3 em volume de sumo de palma, este envolveu os grãos da terra, diminuiu o atrito entre os mesmos, melhorando a trabalhabilidade do barro e minimizou a deterioração devido ao contato com água. Estes resultados contribuem para outros estudos sobre o tema.

Por fim, uma sugestão para futuras pesquisas é estudar a aplicação de cal à mistura de terra, água e sumo de palma, buscando melhorias quanto à impermeabilização e resistência mecânica do material.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2012). NBR 8492: Tijolo de solo-cimento – Análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção de água – Método de ensaio. Rio de Janeiro.

Bouth, J. A. C. (2005). Estudo da potencialidade da produção de tijolos de adobe misturado com outros materiais – uma alternativa de baixo custo para a construção civil. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, Rio Grande do Norte. Disponível em <http://repositorio.ufrn.br/jspui/>. Acesso em 23/4/2016.

Carneiro, Tamara Í. V. (2013). Tijolos de adobe confeccionados no Agreste pernambucano com adição de resíduo de espuma rígida de poliuretano. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal de Pernambuco, CAA. Caruaru, Pernambuco. Disponível em <http://www.ufpe.br/eccaa/>. Acesso em: 1/3/2016.

Corba Barreto, M. G. (2011). Porque duas casas ficam em pé e uma cai? : estudo multicaso do processo construtivo de três habitações sociais em adobe nos Assentamentos Rurais Pirituba II e Sepé Tiaraju, SP – Brasil. Dissertação (Mestrado em Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia). Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. São Carlos, São Paulo. Disponível em <http://www.teses.usp.br/teses>. Acesso em 3/2/2016.

Corrêa, A. A. R. (2013). Incorporação de partículas lignocelulósicas e “baba de cupim sintética” no adobe. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia da Madeira). Universidade Federal de Lavras. Lavras, Minas Gerais. Disponível em <http://repositorio.ufla.br/>. Acesso em 29/2/2016.

Embrapa. (2006). Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: Embrapa-SPI.

Freire, W. J.; Beraldo, A. L. (Coord.). (2003). Tecnologias e materiais alternativos de construção. Campinas, SP: Editora da Unicamp.

Guimarães, A. de S. et al. (2013). Potencial da palma forrageira para o Norte de Minas Gerais. Circular Técnica EPAMIG, n. 181. Disponível em <http://www.epamig.br>. Acesso em 29/4/2016.

Lengen, J. (2008). Manual do arquiteto descalço. São Paulo: Editora Empório do Livro.

Neves, C. M. M.; 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>. Acesso em 13/3/2016.

Neves, C. M. M.; Faria, O. B. (Org.). (2011). Técnicas de construção com terra. Bauru: FEB-UNESP/PROTERRA. Disponível em <http://www.redproterra.org>. Acesso em 12/4/2016.

Pinto, C. de S. (2006). Curso básico de mecânica dos solos em 16 aulas. São Paulo: Oficina de Textos.

Pires, D. R. (2013). Tijolos de adobe confeccionados no Agreste Pernambucano com adição de cola branca. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil). Universidade federal de Pernambuco. Caruaru, Pernambuco. Disponível em <http://www.ufpe.br/eccaa/>. Acesso em 1/3/2016.

Ribeiro, D. (1995). O povo brasileiro: a formação e o sentido do Brasil. São Paulo: Companhia das Letras.

Silva, C. C. F. da; Santos, L. C. (2006). Palma forrageira (*Opuntia Ficus-Indica mill*) como alternativa na alimentação de ruminantes. Revista Electónica de Veterinária – REDVET, v. VII, n. 10. Disponível em <http://veterinaria.org/revistas/redvet>. Acesso em 29/4/2016.

Universidade Federal de Viçosa; Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais; Universidade Federal de Lavras; Fundação Estadual do Meio Ambiente. (2010). Mapa de solos do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente. Disponível em <http://www.feam.br>. Acesso em 11/4/2016.

AUTORES

Videnicio Batista, graduado em Engenharia Civil nas Faculdades Integradas Pitágoras de Montes Claros.

Layrton da Silva, engenheiro de segurança do trabalho; mestre em produção vegetal no semiárido; engenheiro agrônomo; professor de Geologia Aplicada a Engenharia para o curso de Engenharia Civil nas Faculdades Integradas Pitágoras de Montes Claros.

TerraBrasil 2016
VI Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Bauru-SP (Brasil), 8 a 12 de novembro de 2016
http://faacppgarq.wix.com/terrabrasil2016
PPGARQ/FAAC-UNESP

A INFLUÊNCIA DA SUPERFÍCIE ESPECÍFICA E DO TEOR DE PIGMENTOS DE SOLOS SOBRE O PODER DE COBERTURA DE TINTAS PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL

Fernando de Paula Cardoso[1]; Rita de Cássia Silva Sant'Anna Alvarenga[2]; Anôr Fiorini de Carvalho[3]; Thainá Silveira Garcia Mendes[4]
[1]Departamento de Engenharia Civil, UFV, Viçosa, MG, Brasil,
[1]fernandodepaulacardoso@gmail.com; [2]ritadecassia@ufv.br; [4]thaina.mendes@ufv.br
[3]Departamento de Solos, UFV, Viçosa, MG, Brasil, anorcarvalho@gmail.com

Palavras-chave: tintas, pigmentos de solos, poder de cobertura

Resumo

Devido à natureza heterogênea dos solos, as tintas produzidas com os seus pigmentos de acordo com o método desenvolvido pelo projeto Cores da Terra - UFV apresentam discrepâncias em relação ao poder de cobertura. Tais discrepâncias, segundo as experiências dos membros do projeto, podem tem relação com a superfície específica dos pigmentos e com os seus teores nas formulações das tintas. Portanto, o objetivo desse trabalho foi estudar a influência da superfície específica e do teor de pigmentos de solos sobre o poder de cobertura de tintas para a construção civil. Para isso, foram selecionadas 15 amostras de solos de diferentes origens, que foram tratadas e caracterizadas quanto à superfície específica. Foram produzidas amostras de tintas de acordo com o método desenvolvido pelo projeto Cores da Terra. O teor de pigmentos foi definido para cada amostra de tinta em função de um padrão de viscosidade. As tintas foram aplicadas sobre cartelas padronizadas, que foram escaneadas após a secagem. O poder de cobertura foi calculado por meio da análise de imagens, de onde foram obtidas as relações entre as razões de contraste. Com as relações, foi possível calcular o coeficiente de correlação linear. Verificou-se que não existe correlação perfeita entre superfície específica e o teor de pigmentos com o poder de cobertura. Concluiu-se que para avaliar de maneira eficiente a influência da superficie específica e do teor de pigmentos sobre o poder de cobertura é necessário conhecer as caracteristicas específicas de cada pigmento.

1 INTRODUÇÃO

O projeto Cores da Terra dedica-se à pesquisa e difusão de processos de produção de tintas para a construção civil com pigmentos de solos. Diversos estudos já foram realizados com o objetivo de melhorar o desempenho das tintas, principalmente em relação à resistência à abrasão e ao poder de cobertura. Sendo a superfície específica dos pigmentos e o teor de pigmentos nas formulações considerados pela literatura especializada como fatores determinantes do poder de cobertura das tintas, pretende-se com esse trabalho comprovar se, no caso dos pigmentos de solos de diferentes origens, o aumento da superfície específica e do teor de pigmentos acarreta um aumento do poder de cobertura.

2 OBJETIVO

Estudar a influência da superfície específica e do teor de pigmentos de solos de diferentes origens sobre o poder de cobertura de tintas para a construção civil.

3 METODOLOGIA

Este estudo consistiu na seleção dos solos, tratamento para a obtenção dos pigmentos, análise granulométrica, medição da superfície específica, preparação das amostras de tintas, cálculo do teor de pigmentos, aplicação em cartelas padronizadas, obtenção de

imagens e, por fim, a análise das imagens. Os procedimentos adotados em cada passo estão apresentados nos itens subsequentes.

3.1 Seleção e tratamento dos solos para a obtenção dos pigmentos

Foram utilizados 30 solos coletados pelo projeto Cores da Terra no Estado de Minas Gerais, que constituíam uma coleção de amostras já utilizadas em outras pesquisas. As amostras foram selecionadas em função da cor. As cores predominantes da coleção de amostras foram o branco, o ocre, o marrom e o roxo. Desse agrupamento, foram selecionados materiais com origens variadas, totalizando ao final 15 amostras, sendo cinco da cor branca, quatro da cor ocre, quatro da cor marrom e dois da cor roxa.

O tratamento dos solos foi realizado conforme o método desenvolvido por Cardoso (2015), que consiste na desagregação e dispersão mecânica em meio líquido das partículas com o uso do disco *cowles* acoplado a um agitador mecânico, seguida do peneiramento em trama de 180µm (80 *mesh* ASTM).

O tempo de desagregação e dispersão variou em função das características dos solos e o processo se deu por encerrado quando o vórtice criado pelo material em plena agitação se estabilizou, o que caracteriza a situação na qual não há mais absorção de água e ocorre a estabilização da viscosidade.

A referida peneira, apesar de permitir a passagem de silte e de areia em frações finas, foi definida em função da correspondência de sua trama/abertura com a das meias de *nylon*, o que facilita a apropriação do processo, considerando os preceitos da tecnologia social[1].

Após o peneiramento, foram retiradas alíquotas do material produzido para a medição da superfície específica e, sem seguida, os pigmentos foram armazenados em recipientes com tampa devidamente identificados.

3.2 Análise granulométrica

Para a análise granulométrica, o método empregado foi o da pipeta, conforme Embrapa (1997), que se baseia na velocidade de queda das partículas que compõem o solo. A análise foi feita após o tratamento dos pigmentos.

3.3 Superfície específica

A superfície específica foi medida pelo método de adsorção de BET, por equipamento da marca *Quantachrome*, modelo *Nova 2200 e*.

A determinação da superfície específica foi feita por meio da teoria de Brunauer, Emmett e Teller, que se baseia no fenômeno da adsorção física de gases nas superfícies externas e internas de um material poroso (Fagerlund, 1973).

Nesse método, o gás passa por uma amostra resfriada à temperatura do nitrogênio líquido (77 K), sob pressões de até 2 atm. e pressões relativas ($P/P0$) inferiores a 0,3. O N^2 adsorvido fisicamente em cada pressão produz uma alteração na composição de saída, registrada por um detector de condutividade térmica, ligado a um registrador potenciométrico. Ao aquecer a amostra, pela perda de contato do N^2 líquido com a célula de amostragem, o N^2 é dessorvido. A área dos picos é proporcional à massa de N^2 dessorvida. A partir do volume de N^2 obtido no ensaio e utilizando a equação de BET, determina-se o volume de nitrogênio necessário para recobrir a superfície adsorvente com uma monocamada.

[1] Segundo Dagnino (2009), tecnologia social compreende produtos, técnicas e/ou metodologias reaplicáveis desenvolvidos na interação com a comunidade e que representem efetivas soluções de transformação social

3.4 Preparação das amostras de tinta

Para a preparação das amostras de tinta, o primeiro passo foi a medição da viscosidade de cada pigmento diluído em água com o viscosímetro copo *Ford*, com orifício nº4. O tempo de referência determinado para a passagem dos pigmentos diluídos pelo orifício foi de 15 segundos. A correção da viscosidade, quando necessária, se deu com a adição de água, agitação e nova medição, até que todos os pigmentos diluídos levassem o mesmo tempo para a passagem pelo orifício.

Em seguida, foram retiradas alíquotas de cada amostra de pigmento diluído para o cálculo do teor de pigmentos. Para isso, as alíquotas foram armazenadas em recipientes metálicos previamente pesados e levados à estufa pelo tempo de 48 horas a 100°C. Ao final, as amostras foram colocadas em dessecador por 15 minutos e em seguida realizada nova pesagem.

O teor de sólidos determinou o teor de veículo utilizado. O veículo utilizado foi o poliacetato de vinila, da marca *Cascorez* categoria universal e o seu teor foi de 30% do teor de pigmentos presente em cada amostra.

Assim foram obtidas as fórmulas para a produção das amostras de tinta, apresentadas na tabela 1.

Tabela 1. Fórmulas definidas para a produção das amostras de tinta com mesma viscosidade para cada pigmento

Amostra	Pigmento (g)	Solvente (g)	Veículo (g)
1	118,18	463,86	35,46
2	143,18	220,24	42,95
3	106,04	258,47	31,81
4	94,22	338,64	28,27
5	75,73	301,23	22,72
6	98,22	313,56	29,47
7	132,91	299,78	39,87
8	118,77	321,36	35,63
9	59,12	288,39	17,73
10	281,28	314,54	84,38
11	119,78	196,03	35,93
12	106,90	492,19	32,07
13	111,06	394,78	33,32
14	224,47	467,97	67,34
15	162,04	298,61	48,61

3.5 Aplicação das tintas e obtenção das imagens

As amostras de tinta foram transferidas do recipiente para a bandeja de pintura, deixando uma folga entre o nível da tinta e a superfície de descarte, que é realizada para a preparação do rolo. Na primeira utilização do rolo (rolo ainda seco), deve-se prepará-lo corretamente de forma que este fique impregnado com tinta de forma homogênea. Para tanto, o rolo foi colocado na bandeja, na extremidade oposta da superfície de descarte, de forma que apenas o revestimento do rolo ficasse submerso na tinta. Em seguida, o rolo foi arrastado até o final da superfície de descarte. Na superfície de descarte o rolo foi

movimentado para que a tinta fosse impregnada de forma homogênea na lã. Isso foi verificado segurando o rolo ao ar e verificando se existia uma tendência ao giro. Havendo giro, constata-se que existe uma área com maior acúmulo de tinta, que tende a ficar para baixo.

As tintas foram aplicadas sobre cartelas *BYK* ref. PA 2811, com o uso de rolos de lã de carneiro com largura de 9 cm e altura da lã de 12 mm.

À cada demão, as cartelas foram deixadas para secar na horizontal pelo tempo de 24 horas e em seguida levadas ao scanner para a obtenção das imagens. O scanner utilizado foi o *HP Photosmart C4480*, com resolução de 600 dpi.

O procedimento indicado foi realizado três vezes, ou seja, foram aplicadas três demãos, conforme a Figura 1. O número de três demãos foi o limite estabelecido para considerar a tinta como econômica.

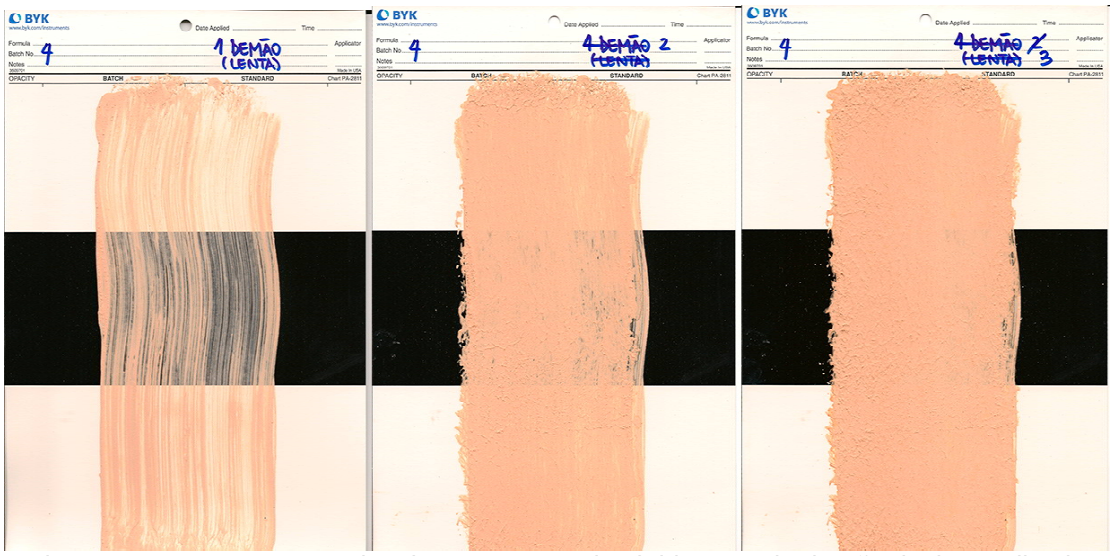


Figura 1. Imagens escaneadas da mesma cartela obtidas a cada demão de tinta aplicada

3.6 Análise das imagens

A análise das imagens foi realizada por meio da comparação da cobertura obtida na terceira demão com a cobertura total do fundo, obtida por meio da aplicação de 10 demãos sobre a parte lateral da cartela, conforme indicado na figura 2.

Figura 2. Cobertura obtida na terceira demão e cobertura total (extremidade direita da cartela)

A comparação foi feita por meio da leitura do fator B (brilho) do padrão de cores HSB. O fator B consiste na luminosidade ou escurecimento relativo da cor, geralmente medido como a porcentagem de 0 (preto) a 100 (branco). Medindo-se o fator B sobre os fundos preto e branco, obtém-se o quanto de preto e branco da cartela estão sendo transmitidos através da película de tinta seca. Com esses números, calcula-se a razão de contraste, dada pela fórmula:

$$RC\ (\%) = (V_p/V_b)*100 \quad (1)$$

Onde V_p é o valor de refletância obtido sobre a parte preta e V_b o valor de refletância obtido sobre a parte branca da cartela.

A análise das imagens foi feita por meio do software *Photoshop*. Em cada espaço da cartela (preto e branco, para a cobertura obtida na terceira demão e para a cobertura total) foram definidos 10 pontos aleatórios de leitura do fator B.

Os dados obtidos da terceira demão e da cobertura total foram transferidos para uma planilha e em seguida foram calculadas as razões de contraste. A comparação entre a cobertura obtida na terceira demão e a total foi dada pelo quociente obtido da razão de contraste obtida na terceira demão pela razão de contraste obtida na cobertura total. O número resultante foi chamado de relação entre as razões de contraste. Quanto mais próximo de 1,0 esse número, mais próxima do padrão obtido na cobertura total está a cobertura obtida na terceira demão.

3.7 Relação entre superfície específica, teor de pigmentos e poder de cobertura

O estudo da influência da superfície específica e do teor de pigmentos sobre o poder de cobertura foi feito a partir da organização das superfícies específicas e dos teores de pigmentos de cada amostra em ordem crescente, seguida do estudo da correlação entre os fatores por meio do cálculo do coeficiente de correlação linear de *Pearson*. O coeficiente mede o grau da correlação e a direção dessa correlação, se positiva ou negativa, entre duas variáveis.

Este coeficiente assume apenas valores entre -1 e 1 e é representado por ρ. Se ρ é igual a 1,0, significa que existe uma correlação perfeita positiva entre as duas variáveis. Se ρ é igual a -1, significa que existe uma correlação negativa perfeita entre as duas variáveis, ou seja, se uma aumenta, a outra sempre diminui. E, se ρ é igual a 0, significa que as duas variáveis não dependem linearmente uma da outra.

Este estudo busca responder à pergunta: O aumento da superfície específica das partículas dos pigmentos e do teor das mesmas nas formulações das tintas acarreta um aumento do poder de cobertura?

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados da análise granulométrica dos pigmentos realizada após o tratamento dos solos para obter os pigmentos.

Nas tabelas 3 e 4 estão apresentadas, respectivamente, as relações entre superfícies específicas e razões de contraste e entre os teores de pigmentos e razões de contraste.

Tabela 2. Resultados da análise granulométrica dos pigmentos

Amostra	Areia fina (%)	Silte (%	Argila (%)
1	0,10	96,10	3,80
2	18,57	55,71	25,71
3	12,16	44,59	43,24
4	21,88	12,50	65,63
5	1,01	26,26	72,73
6	27,50	47,50	25,00
7	5,26	44,21	50,53
8	15,28	29,17	55,56
9	1,01	40,40	58,59
10	12,99	41,65	45,36
11	40,32	8,06	51,61
12	12,50	5,68	81,82
13	28,36	55,22	16,42
14	11,90	61,90	26,19
15	33,33	14,04	52,63

Tabela 3. Relação entre superfícies específicas e razões de contraste.

Amostra	Superfície específica em ordem crescente (m^2/g)	Relação entre razões de contraste
1	5,04	0,93
3	39,96	0,98
14	43,56	0,97
4	51,12	0,86
2	56,16	0,96
5	59,04	0,95
13	59,76	0,94
6	66,96	0,97
9	71,28	0,97
12	74,16	0,82
7	76,32	1,00
11	78,84	0,90
8	80,64	0,88
15	91,80	0,88
10	100,08	0,99

Tabela 4. Relação entre teores de pigmentos e razões de contraste.

Amostra	Teor de pigmento em ordem crescente (%)	Relação entre razões de contraste
9	20,50	0,97
12	21,72	0,82
5	25,14	0,95
1	25,48	0,93
4	27,82	0,86
13	28,13	0,94
6	31,32	0,97
8	36,96	0,88
3	41,02	0,98
7	44,34	1,00
14	47,97	0,97
15	54,26	0,88
11	61,10	0,90
2	65,01	0,96
10	89,42	0,99

Castro (2009) afirma que, quanto maior a superfície específica dos pigmentos, maior o poder de cobertura, e que a capacidade da tinta de obstruir a transmissão da luz visível depende de fatores como a relação entre o índice de refração do pigmento e do meio no qual está disperso, o teor de pigmentos, a qualidade da dispersão, o tamanho, a forma e a estrutura das partículas.

O coeficiente de correlação linear de *Pearson,* obtido para a correlação superfícies específicas *vs* relação entre as razões de contraste, foi $\rho = -0,12$ e para a correlação teores de pigmentos *vs* relação entre as razões de contraste foi $\rho = 0,30$.

Nos dois casos, verifica-se que não existe uma correlação perfeita entre os fatores estudados, ou seja, o aumento da superfície específica e do teor de pigmentos não acarretou o aumento do poder de cobertura das tintas.

Para o caso dos pigmentos de solos, outros fatores parecem exercer influência sobre o poder de cobertura. Em outro estudo (Cardoso, 2015), também foi possível comprovar que os fatores relação entre o índice de refração do pigmento e do meio no qual está disperso e a qualidade da dispersão não exerceram influência direta sobre o poder de cobertura.

Por outro lado, percebe-se que os fatores superfície específica e teor de pigmento exercem grande influência sobre a viscosidade, que foi o parâmetro adotado para a produção das amostras de tinta estudadas. Para a mesma viscosidade, as superfícies específicas variaram entre 5,04 m²/g e 100,08 m²/g, e os teores de pigmento variaram entre 20,50% e 89,42%.

Verificou-se que foram alcançados poderes de cobertura satisfatórios em 8 das 15 amostras, a saber 2, 3, 5, 6, 7, 10, 13 e 14. Por outro lado, entre as amostras que apresentaram poderes de cobertura satisfatórios não foi verificada nenhuma similaridade entre suas superfícies específicas e seus teores de pigmento.

Conforme Uemoto e Silva (2005), uma tinta látex industrializada precisa apresentar teor de pigmentos que varia entre 30,4 e 45,9% para alcançar um poder de cobertura satisfatório. No caso das amostras de tinta que apresentaram poderes de cobertura satisfatórios, subtraindo do teor de pigmentos de cada amostra a fração areia fina (tabela 2) – pelo fato desta decantar e por isso não fazer parte do teor útil de pigmentos – tem-se como resultado

teores de pigmentos que variam entre 43,28 e 97,98%. Portanto, nota-se que é necessário um teor de pigmentos elevado para produzir tintas com pigmentos de solos que apresentem desempenho razoável quanto ao poder de cobertura.

Sabendo-se que não existe uma correlação perfeita entre os fatores estudados e que algumas das amostras de tinta alcançaram poderes de cobertura satisfatórios com teores e composições de pigmentos variadas, as explicações para tais comportamentos podem ter relação com as caracteristicas específicas dos pigmentos.

A diversidade de pigmentos utilizada pressupõe a diversidade de suas composições. Cada pigmento é composto por partículas com superfícies específicas distintas, como se pode verificar na Tabela 3. Quanto menor o tamanho da partícula, maior a sua superficie específica e maior a sua reatividade físico-química.

Parte das argilas comportam-se como colóides, que são partículas com pelo menos uma de suas dimensões dentro do intervalo de 1nm a 1µm que mantém-se dispersas – dispersão coloidal – em um meio devido ao movimento browniano e, portanto, não se depositam pela ação da gravidade.

Outra parte das partículas das argilas, com pelo menos uma das dimensões dentro do intervalo de 1µm a 2µm, já forma suspensões e não dispersões coloidais e, nesse caso, as partículas se depositam pela ação da gravidade, mesmo havendo forças de repulsão.

A constituição mineral das partículas das argilas determina a presença e o tipo de cargas elétricas ativas em suas bordas e/ou superfícies. As cargas promovem interações físico-químicas que resultam na dispersão das partículas por meio de forças de repulsão ou na floculação por meio de forças de atração, o que determina o comportamento das dispersões coloidais e das suspensões.

O afastamento das partículas promovido pela forças de repulsão é positivo nos caso das tintas, pois garante a estabilidade das suspensões, a homogeneidade e a uniformidade da película formada sobre a superfície, ou seja, um poder de cobertura satisfatório. No entanto, isso só ocorre se o teor de pigmentos for o suficiente. Caso contrário, a pintura apresenta um aspecto uniformemente transparente, o que demanda várias demãos para alcançar a cobertura total.

No caso da floculação promovida pelas forças de atração, ocorre a formação de agregados ou grumos, que tendem a decantar pela ação da gravidade, o que resulta em misturas heterogêneas de difícil aplicação. Nesse caso, a pintura apresenta manchas com regiões densas, repletas de materiais agregados, e espaços praticamente vazios, com cobertura muito baixa, o que também demanda várias demãos para alcançar a cobertura total.

Além das argilas, partículas de silte (dimensões entre 2µm e 50µm) também participaram da composição dos pigmentos utilizados, sendo que o limite superior do tamanho das partículas foi limitado pela trama de 180µm (80 *mesh* ASTM). Apesar das partículas de areia fina (dimensões entre 50µm e 200µm) passarem pela trama, estas não contribuem com o poder de cobertura como já foi mencionado.

Na tabela 2, verifica-se que a granulometria dos pigmentos é muito variada. Consequentemente, as superficies específicas calculadas também são muito variadas, pois são o resultado das contribuições de vários tamanhos de partículas, sendo as predominates as correspondentes à fração argila.

Percebe-se, por outro lado, que, entre as amostras de tintas que apresentaram poderes de cobertura satisfatórios, predomina a fração silte na composição dos pigmentos, o que valida os resultados obtidos em outro estudo (Cardoso, Carvalho, Fontes, 2014) que atribuem à fração silte o bom desempenho das tintas quanto ao poder de cobertura. Nesse caso, as partículas de silte mantêm-se suspensas no meio devido ao poder emulsificante do poliacetato de vinila, que também contribui para manter suspensas as partículas das argilas.

Portanto, constata-se que com as frações argila e silte constituindo os pigmentos é possível produzir tintas com poderes de cobertura satisfatórios. No entanto, o conhecimento da influência da superfície específica e do teor dos pigmentos sobre o poder de cobertura ainda se apresenta como um limite.

5 CONCLUSÕES

A tentativa de realizar um estudo utilizando pigmentos de origens e características diversas em busca de uma regularidade de comportamento quanto ao poder de cobertura, tendo-se como parâmetros a superfície específica e o teor de pigmentos, mostrou-se limitada. Porém, mesmo em meio à diversidade de origens e características, foi possível produzir tintas que apresentaram poderes de cobertura satisfatórios. Disso, constata-se que existem condições que foram satisfeitas por estas amostras de tinta que garantiram o desempenho satisfatório.

Portanto, este estudo significou um passo, pois permitiu agrupar as amostras de tinta. O próximo passo depende de um conhecimento mais aprofundado de cada pigmento, por meio da realização de análises químicas, mineralógicas e da produção de imagens microscópicas, assim como do estudo reológico das tintas.

No contexto do desenvolvimento da tecnologia social, conhecendo as características dos pigmentos que deteminam o bom desempenho das tintas, bem como maneiras de reconhecer tais caracteristicas sem depender de procedimentos sofisticados, pode ser possível produzir tintas com qualquer tipo de solo a partir da correção de fatores negativos, adicionando-se às formulações outros pigmentos com caracteristicas definidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cardoso. F. P. (2015). Desenvolvimento de processos de produção e avaliação do desempenho de tintas para a construção civil manufaturadas com pigmentos de solos. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG

Cardoso, F. P.; Carvalho, A.F.; Fontes, M.P.F. (2014). Resistência à abrasão de tintas imobiliárias produzidas com pigmentos obtidos por dispersão mecânica de solos. Congresso Luso-Brasileiro de Materiais de Construção Sustentáveis, 1, Guimarães. Anais do I CLB/MCS. Guimarães, Portugal: Universidade do Minho. CD-ROM.

Castro, C. D. (2009). Estudo da influência das propriedades de diferentes cargas minerais no poder de cobertura de um filme de tinta. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2009.

Dagnino, R. P. (2009). Tecnologia social: Ferramenta para construir outra sociedade. Campinas: Unicamp.

Embrapa (1997). Manual de métodos de análises de solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos.

Fagerlund, G. (1973). Determination of specific surface by the BET method. *Materials and Structures*, (6), 239-245.

Uemoto, K. L.; Silva, J. (2005). Caracterização de tintas látex para construção civil: diagnóstico do mercado do estado de São Paulo. *Boletim Técnico*. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

AUTORES

Fernando de Paula Cardoso: Graduado em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Viçosa – UFV; Mestre em Engenharia Civil (Engenharia da Construção) pela UFV; Estudante de doutorado em Engenharia Civil na UFV; Pesquisador do projeto Cores da Terra, vinculado aos Departamentos de Solos e Engenharia Civil da UFV; e membro das Redes TerraBrasil e PROTERRA.

Rita de Cássia Silva Sant'Anna Alvarenga: Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Viçosa – UFV; Mestrado e Doutorado em Engenharia Civil pela USP; Professora adjunta do Departamento de Engenharia Civil da UFV.

Anôr Fiorini de Carvalho: Graduação, mestrado e doutorado em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa; Coordenador do projeto Cores da Terra; Professor adjunto do Departamento de Solos da UFV; Coordenador do projeto Cores da Terra.

Thainá Silveira Garcia Mendes: Estudante de graduação em Engenharia Civil na Universidade Federal de Viçosa.

TerraBrasil 2016
VI Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Bauru-SP (Brasil), 8 a 12 de novembro de 2016
http://faacppgarq.wix.com/terrabrasil2016
PPGARQ/FAAC-UNESP

MEDIÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM PAREDES DE TAIPA E LEVANTAMENTO DOS DESPERDÍCIOS DECORRENTES

Camila Ajiki Lopes[1]; Mylla B. Frota Barreto[2]; Karina Trevisan Latosinski[3], Andrea Naguissa Yuba[4]

Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul; MS, Brasil
[1]camila-lopes@outlook.com; [2]myllafrota@gmail.com; [3]karina.latosinski@gmail.com; [4]naguissa@gmail.com

Palavras-chave: taipa, patologia, paredes, terra.

Resumo

O sistema construtivo em taipa apiloada conforma paredes maciças e portantes pela mistura de solo, com ou sem a adição de estabilizantes. Para a execução, são necessários moldes adequados que suportem as ações de compactação e igualmente confiram bom acabamento às paredes. Deficiências no conjunto desses moldes, tais como abaulamentos e desaprumo, originam patologias nas paredes de taipa, sem necessariamente ocasionar danos estruturais nas edificações, podendo apenas comprometer a estética e onerar o custo final da obra com o aumento no consumo de materiais e/ou reparos. Este trabalho objetiva medir, através de um método simplificado e não destrutivo, as patologias formadas por causa do abaulamento e desaprumo das fôrmas utilizadas em um protótipo de habitação social rural com vistas à relacioná-las aos desperdícios de material, mão de obra e tempo de execução observados na obra. O método de medição empregado visou o uso de elementos simples (prumo, régua e linha) em conjunto com softwares gráficos que permitem a maior confiabilidade no cálculo dos volumes de materiais. Essa avaliação é pertinente para aprimorar a qualidade das obras de terra evitando desperdícios aos próximos projetos e será benéfica para o desenho e fabricação de novas fôrmas para taipa. Nesse sentido, os resultados obtidos demonstraram que as paredes da edificação, devido à deficiência na contenção das formas, têm um excedente de 7 m^3 de solo e 0,6 m^3 de cimento, representando 20% do total utilizado e, ainda, envolve o custo de dois dias de mão de obra.

1 INTRODUÇÃO

Apesar de milenar, a construção com terra[1] caiu em desuso e atualmente enfrenta o desafio de se adequar ao consumo e mão de obra corrente tanto no Brasil quanto em países desenvolvidos (Ciancio; Beckett, 2015). Diferentemente de outros países, o Brasil ainda não possui normas específicas que padronizem a construção em taipa.

Para a construção em taipa deve ser empregado um conjunto de fôrmas capaz de suportar os esforços provenientes da compactação da mistura de terra e, ainda, permitir a fácil execução desse serviço em obra. São cada vez mais comuns métodos de mecanização na execução do sistema construtivo que, além de aumentarem a produtividade, impactam na compacidade e uniformidade da mistura (Krayenhoff, 2014). Todavia, existem muitos gargalos a serem superados até que essa produção seja, de fato, inserida no mercado.

Antes elaboradas com tábuas de madeira, as fôrmas mais atuais e adequadas para a produção de paredes de taipa são metálicas, muitas delas adaptações das fôrmas originalmente utilizadas para o concreto (Walker et al, 2005). Leveza, compacidade, durabilidade, facilidade de montagem e bom acabamento final são algumas das características esperadas para o conjunto de fôrmas, mas que carecem de sistematização e

[1] O termo solo e terra foram empregados ao longo do texto, de formas diferentes, sendo solo quando tratou-se da matéria-prima e terra para a mistura pronta ou em uso na construção.

desenvolvimento para aplicação devido ao custo significativo que representam em obra (Neves, Faria, 2011).

Considerando que o levantamento e a divulgação de informações sobre os processos e técnicas construtivas ou seus impactos, no âmbito da habitação, são igualmente importantes para a melhoria da qualidade e produtividade do setor (Berr; Formoso, 2012), o monitoramento de patologias pode ser uma fonte de informação de fragilidades e de dados para novos projetos de fôrmas.

Logo, o estudo objetiva medir, através de um método simplificado e não destrutivo, as patologias formadas pelo abaulamento e desaprumo das fôrmas utilizadas em um protótipo de habitação social rural com vistas à relacioná-las aos desperdícios de material, mão de obra e tempo de execução observada na obra. Com isso, a meta foi gerar dados generalizáveis que possam contribuir para aprimorar a qualidade construtiva das edificações em taipa e na padronização do sistema construtivo.

A habitação social prototípica localizada no Câmpus da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul é composta por dois volumes separados entre si por uma varanda: dois quartos, sala e cozinha em 52 m^2 de área útil. Possui seis paredes de taipa, projetadas para espessura de 20 cm e paredes de alvenaria convencional.

Das seis paredes, quatro delas têm um corte inclinado de 10% no topo por causa da cobertura, em uma água. Uma cinta de amarração de madeira foi chumbada sobre as paredes prontas para distribuir, de maneira uniforme, as cargas da cobertura composta por telhas metálicas. As deformações e desaprumos das paredes não possuem relação com a carga da cobertura, haja vista a presença das patologias logo após a retirada das peças, ainda sem vincular a estrutura da coberta.

A estabilização da mistura foi realizada com cimento no proporção de 1:12 (cimento: solo) e adição de 1,4% de microfibra em relação à massa do cimento, com exceção da primeira parede (proporção 1:10, sem microfibras). Utilizou-se somente o cimento do tipo CP II – 32, variando a composição das adições (CP II – E, CP II – F, CP II – Z). Para o preparo da mistura, utilizou-se uma betoneira estacionária convencional de 400 litros e misturador horizontal.

As formas utilizadas na fabricação são compostas por peças metálicas, tipo Metalon, e chapas de compensado plastificado (20 mm)[2]. As estruturas metálicas servem também como andaimes, conforme Figura 1, e não possuem barras transpassantes pela parede. Na base, a fixação da fôrma é feita com parafusos e o prumo é ajustado por rosqueamento na extremidade das treliças metálicas.

Durante a compactação das camadas das paredes com compactador pneumático, houve rompimento dos travamentos metálicos do topo da fôrma, o que não pode ser reparado durante a execução e resultou em paredes mais largas no topo do que na base; na parte inferior da parede não houve deformação de espessura, dado o chumbamento das fôrmas no radier.

As chapas de compensado utilizadas como moldes para a conformação das paredes possuem 0,60m^2 (0,55 m x 1,1m) e, após a compactação, ficaram mapeadas nas faces das paredes finalizadas. A compactação produziu uma camada de 10 cm a 11 cm a cada 20 cm de mistura solta colocada nas fôrmas. Cada módulo demarcado pelas chapas de compensado (0,55 m de altura) corresponde a quatro ou cinco camadas compactadas. Durante a execução, foi observada a deformação e deslocamento dos compensados plastificados. Após a retirada das fôrmas, eram visíveis as deformações em ondulações verticais e horizontais ocasionadas pela flexão das chapas e também pela flexão da estrutura metálica durante a compactação.

[2] Formas projetadas pelos arquitetos Heise e Hoffmann em 2005

A execução da obra ocorreu de setembro de 2013 a abril de 2014, sendo que a execução das paredes em taipa aconteceu principalmente em novembro e dezembro de 2013. Em média, cada parede foi executada em 1 a 2 dias.

Figura 1. Formas utilizadas para a construção das paredes

2 METODOLOGIA

Para quantificar as patologias visíveis, em cada parede foram medidas a altura, espessura, largura e prumo, tendo como base as marcas nas paredes deixadas pelas placas de compensado das fôrmas. Foi utilizado prumo de face posicionado nos eixos 1 a 7, como no esquema abaixo, para gerar um número confiável de pontos de monitoramento das deformações (Figura 2).

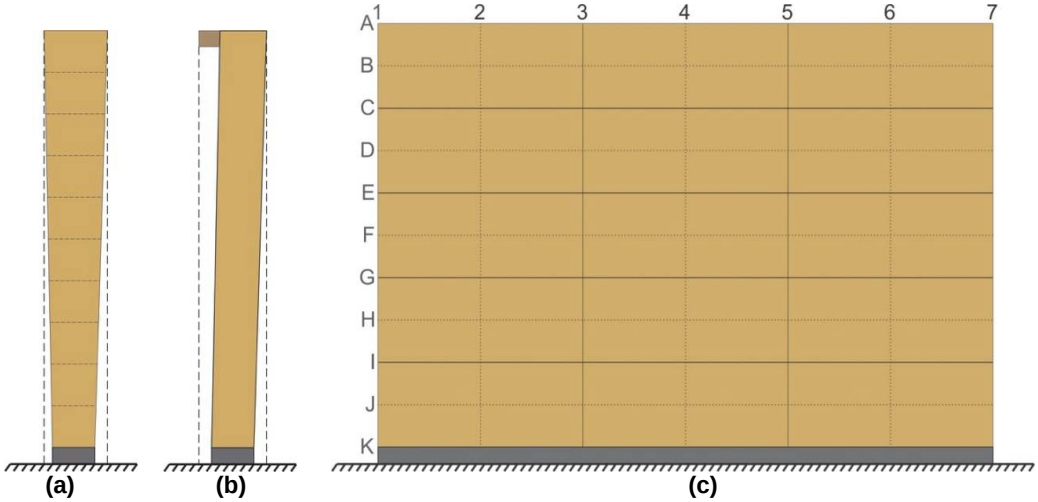


Figura 2. Perfil esquemático das patologias visíveis e eixos de medição: (a) abaulamento das chapas na porção superior e (b) desaprumo da parede; (c) eixos 1, 3, 5 e 7 e A, C, E, G, I, K (marcas das chapas de compensado) e eixos 2, 4, 6 (maior deformação por flexão).

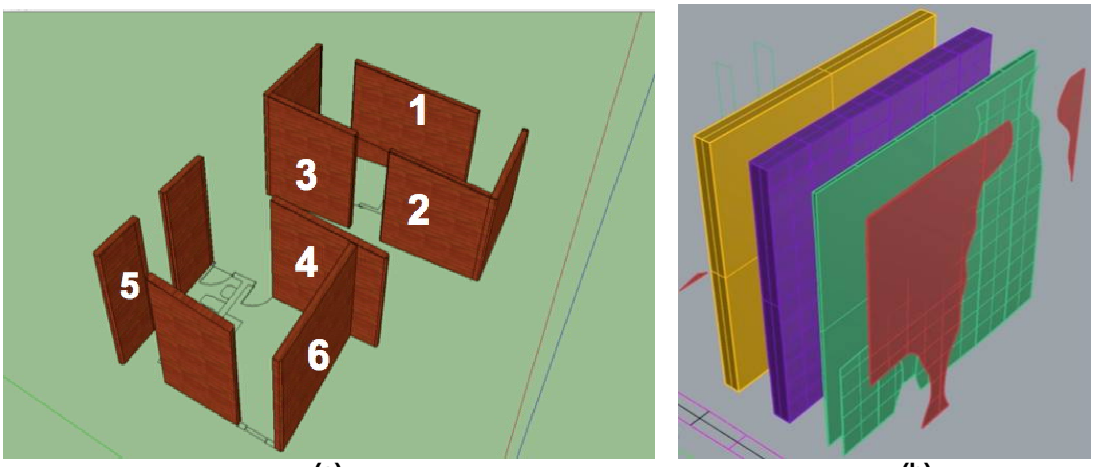
A Figura 3 esclarece como foi realizado o processo de medição: uma peça auxiliar com medida conhecida foi empregada para viabilizar o levantamento (a); na sequência, o prumo de face foi posicionado (b); no ponto onde o pêndulo apontou o prumo foi tensionada uma linha (c); e a partir dessa linha foram identificadas as distâncias até cada um dos pontos das paredes com o auxílio de uma régua (d).

(a) (b) (c) (d)

Figura 3. Medição de prumo: sem e com peça auxiliar (a), peça auxiliar e prumo (b), linha tensionada (c) e medição (d)

As medidas identificadas geraram 63 seções verticais das seis paredes (1 corte a cada 55 cm, por exemplo: corte no plano dos pontos 1A, 1B, 1C,...., 1K de uma face e 1A, 1B, 1C...., 1K da face oposta, combinados). Essas seções foram transferidas para o software AutoCad (2D) e posteriormente foram modeladas em 3D com os *softwares SketchUp 8* e *Rhinoceros*. Para a modelagem em 3D foram utilizados dois softwares em virtude do nível de detalhamento que cada um possibilita ao representar linhas e curvaturas. Tais programas computacionais foram escolhidos e utilizados em distintas funções em busca de maior agilidade no processo de modelagem considerando a facilidade de interface com usuário e a precisão nos cálculos, embora seja possível concluir a mesma atividade com as ferramentas de somente um programa.

Para a comparação entre o volume de mistura existente em cada parede e o volume ideal, paredes hipoteticamente perfeitas foram modeladas nos dois *softwares*. Esse modelo de parede ideal, perfeitamente prumada e com 20 cm de espessura realizado no *software SketchUp 8*, foi utilizado para subtrair do modelo elaborado com as secções medidas, elaborado no *software Rhinoceros*, Figura 4. Assim, obteve-se o excedente de mistura de cada parede e total da obra.



(a) (b)

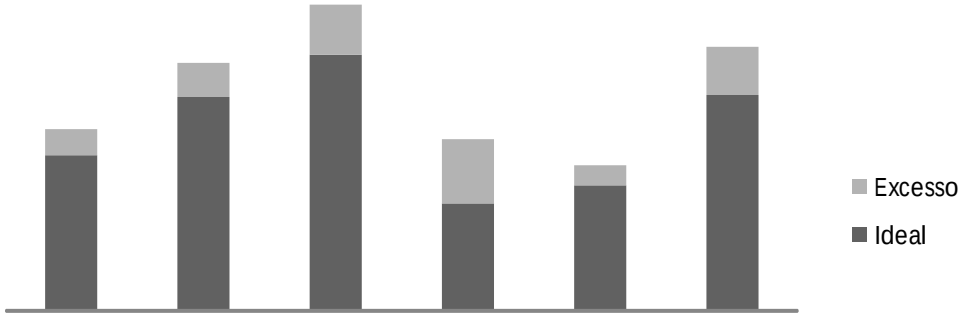
Figura 4. Plataformas dos softwares SketchUp8® e Rhinoceros®, com modelagem das paredes ideais e reais, respectivamente: (a) numeração 1 a 6 indica a ordem de execução; (b) em roxo, modelo real; amarelo, modelo ideal; verde, volume desperdiçado; vermelho, volume deficitário.

Para a quantificação dos impactos gerados em decorrência do volume excedente, a partir dos dados levantados através das medições, foram utilizados ainda os levantamentos (ou diários) de obra. Assim, através dos apontamentos relacionados à produtividade de execução, orçamentos e traço estabelecido foi possível identificar quais materiais e serviços foram empregados além do necessário na construção do protótipo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram identificados diversos pontos das paredes do protótipo analisado que, ocasionado pela flexão do conjunto de fôrmas, apresentaram paredes fora do seu eixo, principalmente no topo dessas. Esse desvio de prumo atingiu 5 cm ou um quarto da espessura da parede. Outra manifestação identificada nos cortes elaborados pelos *softwares* foi o abaulamento das chapas de compensado, no seu ponto médio, em valores de até 2,45 cm.

Em decorrência de tais deformações, maior quantidade de mistura de terra foi empregada nas paredes e com a sobreposição dos modelos tridimensionais esses excessos foram quantificados. Das paredes do protótipo, a parede 4 mostrou maior excesso de terra empregada proporcionalmente ao seu tamanho, conforme Figura 5. Analisando a soma de todas as paredes, percebe-se que houve um desperdício de material considerável, cerca de 3,80 m³, volume equivalente a uma parede com dimensões similares às da parede 2 desse protótipo. No entanto, esse volume corresponde à mistura compactada, ou seja, com relação ao material empregado é necessário considerar o volume de terra solta.



	1	2	3	4	5	6
Excesso	0,387	0,509	0,803	1	0,326	0,767
Ideal	2,454	3,373	4,015	1,688	1,959	3,376
%	15,77	15,09	20,0	59,24	16,54	22,48

Figura 5. Volume de material incorporado em cada parede, em m^3.

Ponderando que cada 1,8 m^3 de mistura de massa solta colocada na fôrma, após a compactação, assume um volume de 1m^3, estima-se que ao total a edificação foi construída com um excesso de 6,82m^3 de solo solto. Esse valor, na prática, equivale a um carregamento de solo em caminhão. Com base no traço utilizado, 1:12 (cimento: solo) foi possível estimar o excesso de cimento de 0,57 m³ na execução do protótipo. Ainda, nas paredes 2 a 6 foi utilizada também fibra de polipropileno. Dessa maneira, esses materiais, comercialmente mais dispendiosos que o solo, são quantificados na Tabela 1.

Tabela 1. Quantificação dos materiais empregados em excesso

Material	Massa específica	Quantidade em excesso	Medida comercial	Preço estimado
Cimento CP II	1200 kg/m^3	720 kg	15 sacos de 50 kg	370,50 R$
Microfibra de polipropileno	910 kg/m^3	120 kg	10 sacos de 12 kg	576,00 R$

A mão de obra utilizada na execução variou entre pedreiros, ajudantes e serventes, para a montagem/desmontagem das formas, preparo da mistura e compactação. Algumas dessas ações foram cronometradas para a medição de produtividade da obra, servindo como uma estimativa do tempo de mão de obra empregada. Esses apontamentos, mesmo não explicitando os tempos totais de produção do protótipo, demonstram que mesmo sendo um

sistema construtivo de processo simples e com algumas iniciativas mecanizadas, ainda a qualidade e rapidez de mão de obra/técnica são significativos pontos que oneram a construção. A Tabela 2 demonstra as atividades repetidas ao longo da obra e o recurso envolvido.

Tabela 2. Detalhamento de atividades e mão de obra envolviva

Atividade	Pessoas envolvidas	Tempo (h)	Produção
Montagem da forma	1	6:10	Parede 3
Mistura solo-cimento	2	0:39	Parede 5 (volume 4,1m^3)*
Lançamento nas formas	2	0:34	Parede 4 (volume de 0,652m^3)*
Compactação	2	0:29	Parede 4 (volume de 0,36m^3)**
Desforma	1	1:26	Parede 6 (volume de 4,14 m^3)**

* volume de solo solto; **volume de mistura compactada.

Os tempos de atividade cronometrados ilustram as principais atividades executadas para a produção das paredes, dessa maneira, a produtividade cronometrada foi relacionada aos volumes excedentes medidos nas paredes em avaliação. Nessa comparação, a montagem e desmontagem das fôrmas foram consideradas atividades não influenciadas pelo excedente de mistura empregado, já que o processo foi iniciado visando uma parede prumada e a finalização ocorre independente desse excedente.

A Tabela 3 relaciona essas atividades com o custo de mão de obra pago na realização do projeto do protótipo e o custo de mão de obra corrente no Mato Grosso do Sul.

Na época, a execução das paredes no protótipo teve um custo de R$ 59,50/m^2 de parede de taipa mecanizada, porém não dividida nas atividades de mistura, lançamento e compactação. Atualmente, o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil, SINAPI (2016), não divulga a mão de obra para tal serviço, por isso nesse trabalho, o custo de mão de obra foi relacionado ao serviço de alvenaria estrutural de blocos cerâmicos, igual a R$ 72,80/m^2.

Tabela 3. Atividades e mão de obra envolvida em relação ao excedente.

Atividade	Pessoas envolvidas	Tempo proporcional ao excesso (h)	Custo de mão de obra no projeto do protótipo proporcional ao volume excedente (R$)
Mistura solo-cimento	2	1:07	2031, 93 (valor em 2016: 2486,12)
Lançamento nas formas	2	6:32	
Compactação	2	5:12	
Total		12:51	

Mesmo que aproximados, os custos envolvidos com as manifestações patológicas examinadas são significativos considerando que o preço dos materiais pode chegar a R$ 946,50 para cimento e microfibra e contabilizando o excesso de solo no preço corrente da localidade – R$ 150,00/m^3 (SINAPI, 2016) – tem-se o valor de R$ 1023,00. Ainda, a mão de obra utilizada no processo chega perto de R$ 2500,00 demonstrando um gasto total de R$ 4455,62 e um tempo empregado de quase 13 horas a mais de produção das paredes.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização desse estudo, decorrente de outras pesquisas, possibilitou a medição de manifestações patológicas visualmente significativas na edificação e também dos impactos

financeiros que elas acarretaram na obra. O método de medição se mostrou eficiente para, através de elementos simples, monitorar as deformações de prumada das fôrmas e obter com precisão auxiliada por *softwares* o volume excedente de material empregado.

Além de monitorar quais os pontos das paredes do protótipo tiveram maiores deformações e excessos de material em virtude de problemas com o sistema de fôrmas – principalmente no topo dos fechamentos –, as decorrências dessas patologias, tais como custo e tempo de serviço, representam outros impactos significativos durante a obra. No sentido de aprimorar a qualidade construtiva das edificações em taipa, a produtividade deve ser estimulada e, dessa maneira, o despedício de quase dois dias de trabalho, tal como apontado no estudo, onera consideravelmente o preço final da obra. Ao mesmo tempo, em caso de produção em escala ou construções maiores, o atraso no cronograma pode gerar impactos ainda mais significativos.

Considerando que os apontamentos utilizados para estimar as atividades de execução são situações ideais e pequenos percalços ocorreram durante a fabricação das diversas paredes por ser uma experimentação do sistema construtivo, da mecanização e da mão de obra, vale-se estimar um custo total 5 mil reais despendidos a mais para uma unidade habitacional de 52m^2 de área útil. Com isso, conclui-se que o uso do mesmo sistema de fôrmas deve ser revisto para que a obra não se torne muito onerosa.

Logo, as informações levantadas podem ser úteis para balizar o desenvolvimento de novos projetos em taipa considerando a mecanização do sistema e o monitoramento da produtividade alcançada, bem como das manifestações patológicas formadas. Em decorrência, é possível estabelecer mão de obra mais eficiente e racionalizada para o processo de produção em taipa e o uso ponderado dos materiais envolvidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Berr, L. R.; Formoso, C. T. (2012). Método para avaliação da qualidade de processos construtivos em empreendimentos habitacionais de interesse social. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 12, n. 2, p. 77-96, abr./jun.

Ciancio, D.; Beckett, C.(EE). (2015). Rammed earth construction. Conferência internacional de construção em taipa, 1, 2015, Western/Austrália. *Anais...* Londres: University of Western Australia. 181p.

Krayenhoff, J. 2014. Sirewall: stabilizer insulated rammed earth. Disponível em: http://www.sirewall.com/about/sirewall-system/. Acesso em: 12 mar 2014.

Neves, C.; Faria, O. (Org.) (2011) Técnicas de construção com terra. Bauru: FEB-UNESP/PROTERRA. Disponível em: <http://www.redproterra.org/images/stories/pub_pdf/tecnicas_de_construcao_com_terra.pdf> Acesso em 30 jun. 2016

Sistema nacional de pesquisa de custos e índices da construção civil – SINAPI (2016). Insumos e Composições: Jun 2016. Caixa Econômica Federal, 2016. Disponível em: http://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_649. Acesso em: 19 jun 2016.

Walker, P.; Keable, R.; Marton, J.; Maniatidis, V. (2005) Rammed earth: design and construction guidelines. Garston, Waltford/Inglaterra: BRE Bookshop

AGRADECIMENTOS

Patrocinadores: FUNDECT, CNPq, UFMS, Taipal Construções em Terra, Construgreen, Neomatex, Votorantim Cimentos, Sermix, Batlab, Ecomáquinas, Quartozolit, SF Formas, Mineração Xerez, Cerâmica Volpini. Imagens: Maria Claudia Bensimon Gomes.

AUTORES

Camila Ajiki Lopes, acadêmica do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Currículo completo em: http://lattes.cnpq.br/6853206502297979

Mylla Barbosa da Frota Barreto, acadêmica do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Currículo completo em: http://lattes.cnpq.br/6569677582839214

Karina Trevisan Latosinski, mestre em engenharia civil, arquiteta e urbanista; professora do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Católica Dom Bosco; Técnica de Laboratório do Canteiro Experimental/FAENG/UFMS. Currículo completo em: http://lattes.cnpq.br/6842984286617568

Andrea Naguissa Yuba, doutora em Ciências da Engenharia Ambiental/USP; mestre em Engenharia Civil/UFRGS; docente do Programa de Pós Graduação em Eficiência Energética e Sustentabilidade e do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFMS, coordenadora do Canteiro Experimental/FAENG/UFMS. Currículo completo em: http://lattes.cnpq.br/8074682392931455

TerraBrasil 2016
VI Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Bauru-SP (Brasil), 8 a 12 de novembro de 2016
http://faacppgarq.wix.com/terrabrasil2016
PPGARQ/FAAC-UNESP

SABERES DA TERRA: PRODUÇÃO E APLICAÇÃO DE TINTAS NATURAIS COM PIGMENTOS DE SOLOS

Mateus de Carvalho Martins[1]; Roberta Aparecida de Andrade[2]

Universidade Federal de São João del-Rei.
[1]mtcvmt@yahoo.com.br; [2]robertaandrade15@yahoo.com.br

Palavras-chave: Tintas naturais, solos, técnicas tradicionais, sustentabilidade, pigmentos

Resumo

Atualmente, a utilização inadequada do meio ambiente e dos recursos naturais dele extraídos tem contribuído para sua degradação. No âmbito da construção civil, tem-se observado o surgimento de soluções alternativas com o desenvolvimento de tecnologias que enfatizam a utilização de recursos renováveis e materiais naturais. Quanto às atividades de pintura, a técnica de produção de tintas com solo apresenta-se como uma alternativa com diversas vantagens ambientais, além da durabilidade. O presente artigo tem como principal objetivo difundir os conhecimentos e resgatar a antiga técnica de utilização do solo para produção de tintas. Assim, a pesquisa "Saberes da Terra – Tons do solo: Produção e Avaliação de Tintas à Base de Solos" – Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de São João del-Rei, atualmente em andamento, propôs, além do levantamento bibliográfico, a busca por profissionais e conhecedores da área de utilização do solo para produção de tintas, cujas informações orientaram a coleta dos solos, buscando-se também maior diversificação de pigmentos. Os pontos de coleta foram georreferenciados para a catalogação das cores e desenvolvimento de um mapeamento. Propôs-se a realização de uma análise comparativa, relacionando as características dos solos coletados com o desemprenho final das amostras de tintas produzidas. Como resultado final tem-se, como principal objetivo, o desenvolvimento de uma Cartilha contendo orientações práticas e técnicas para a confecção de tintas de terra, o mapeamento e a catalogação das cores dos solos coletados e os resultados obtidos com as tintas produzidas. Pretende-se que o material produzido possa ser utilizado por interessados na área de desenvolvimento de técnicas utilizando o solo. Além disso, contribuindo com o aperfeiçoamento da técnica, tem auxiliado os Programas de Extensão "Saberes da Terra" e "Caminhos Sustentáveis" do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de São João del-Rei, na aplicação em comunidades da região.

1 INTRODUÇÃO

Com a Revolução Industrial, o surgimento de novos materiais e tecnologias no âmbito da construção civil influenciou significativamente no modo de construção e, mesmo que de fundamental importância para o desenvolvimento de uma maneira geral, trouxe também diversas desvantagens, como o gasto excessivo com energia e água no processo de obtenção de matérias primas, além da geração de resíduos e gases poluentes. A utilização inadequada do meio ambiente e dos recursos naturais dele extraídos, têm contribuído para sua degradação, tendo a problemática em torno dos conceitos de construção sustentável e bioconstrução influenciado a busca por materiais e técnicas sustentáveis. As técnicas tradicionais de construção, que geralmente têm materiais naturais como matéria prima, são uma alternativa à construção civil, sendo as que utilizam o solo consideradas de grande potencialidade. O solo é um material renovável, que pode ser extraído e manufaturado no próprio local, o que minimiza os gastos com energia no processo de produção e transporte. É uma matéria prima de fácil obtenção e baixo custo, o que viabiliza construções para pessoas de baixa renda.

Quanto às atividades de pintura, o aperfeiçoamento da antiga técnica de utilização do solo para a produção de tintas se apresenta como uma alternativa às tintas à base de petróleo, viável tanto economicamente, quanto do ponto de vista sustentável, além de apresentar boa durabilidade. A utilização de pigmentos minerais pelos seres humanos para a produção de tintas se verifica desde a pré-história.

As tintas foram utilizadas com diversas finalidades, desde as representações abstratas e hábitos cotidianos que consistiam em formas de expressão e comunicação dos nômades, na pintura decorativa dos templos e tumbas das civilizações egípcias e chinesas, na proteção das superfícies das embarcações em madeira das civilizações fenícias, e a partir da Idade Média para a proteção das edificações, principalmente em igrejas e prédios públicos.

De acordo com Mello e Suarez (2012), a diversidade em relação aos constituintes das tintas pode ser determinada pelo desenvolvimento cultural, científico e tecnológico das sociedades de cada época. Segundo Mello e Suarez (2012), no período Paleolítico as tintas eram produzidas com pigmentos minerais misturados com gordura animal, seiva de árvores, clara e gemas de ovos e sangue. Entre 8.000 e 5.800 a.C., os egípcios e chineses produziram os primeiros pigmentos sintéticos com a mudança de coloração dos minerais pela calcinação. Os principais ligantes utilizados eram ovo, goma arábica e cera de abelha. Por volta do século XIV, com a utilização de óleos vegetais para a produção de tintas e vernizes, surgiram as tintas à óleo. Após a Revolução Industrial, com a fabricação e comercialização de tintas prontas para o uso, sua utilização se popularizou. O avanço tecnológico e o desenvolvimento da indústria petrolífera a partir do século XX, contribuiu para o inicio da produção de tintas com uso de resinas sintéticas e de solventes derivados do petróleo.

Atualmente, o mercado de tintas produz uma grande variedade de produtos com funções técnicas especiais, mas que promovem diversos incovenientes. De acordo com Sattler e Pereira (2006), a utilização de derivados do pretróleo na elaboração do produto promove a degradação de recursos naturais, além de causar poluição atmosférica e diversos danos à saúde pela emissão de compostos orgânicos voláteis (COV's), depois de prontas. Além disso, segundo Macedo, Pimenta e Gouvinhas (2008), a indústria de tintas gera resíduos sólidos em praticamente todas as etapas do processo produtivo, inclusive resíduos contaminados por produtos químicos.

As tintas que utilizam pigmentos naturais – minerais e vegetais – podem ser consideradas materiais eco eficientes, por possuírem baixo impacto ambiental e pelo seu potencial enquanto material sustentável. Além disso, de acordo com Anghinetti (2012), as tintas naturais não têm em sua composição metais pesados, como os encontrados em pigmentos sintéticos, e nem compostos orgânicos voláteis, que agridem a camada de ozônio e que podem causar danos à saúde.

Tendo como objetivo o resgate e aperfeiçoamento da utilização tradicional do solo para a produção de tintas atualmente e enfatizando a importância de documentação dessa antiga técnica tradicional, a pesquisa "Saberes da Terra – Tons dos Solos: produção e avaliação de tintas à base de solos" – Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de São João del-Rei –, em andamento, propôs a realização de coletas de amostras de solos na região e cidade de São João del-Rei – Minas Gerais, a análise de suas composições e posteriormente, produzidas as tintas, a caraterização das mesmas de acordo com a tonalidade, a capacidade de cobertura e aderência. O principal objetivo é a produção de tintas que apresentem homogeneidade da cobertura e boa aderência. As informações serão organizadas em uma Cartilha e pretende-se que o material produzido possa ser utilizado como fonte de pesquisa para futuros trabalhos acadêmicos e para interessados na área de desenvolvimento de técnicas utilizando o solo.

1.1 Uso tradicional do solo na produção de tintas

Segundo Pereira, Silva e Oliveira (2007), os pigmentos mais antigos conhecidos pelos seres humanos são os pigmentos naturais, aqueles de origem mineral, vegetal ou animal, sendo o de maior estabilidade e utilidade, os pigmentos minerais. Para a produção de tintas com pigmentos naturais, geralmente utilizava-se a água como solvente e resinas à base de compostos naturais. Quanto às pinturas em edificações com pigmentos de solos, as técnicas tradicionais mais utilizadas são popularmente denominadas “tinta de cal” e “barreado”.

A “caiação” – denominação para a pintura a cal sem pigmentação – e a “tinta de cal” – pintura com o acréscimo de pigmentos –, foram, segundo Uemoto (1993 apud Casalinho 2013), as técnicas mais utilizadas para a pintura de paredes de alvenaria até metade do século XX, tendo sua utilização reduzida quando se introduziu a produção de tintas industriais no país. A composição tradicional das tintas de cal é basicamente a cal hidratada diluída em água, o pigmento de solo, e aditivos, sendo os principais utilizados, segundo Kanan (2008 apud Casalinho 2013), o óleo de linhaça, a caseína, a gordura animal, a mucilagem dos cactos, a água do sisal e o alume. É uma técnica de baixo custo e que proporciona facilidade na aplicação, e por isso manteve seu uso mesmo apresentando menor durabilidade e menores opções decorativas em relação às tintas industrializadas atuais. Atualmente, as tintas com cal são utilizadas principalmente para repintura de prédios antigos de alvenarias em terra. Segundo Casalinho (2013), a maioria das tintas encontradas no mercado atualmente não é adequada para aplicação em paredes de prédios históricos, pois formam uma película que impede o “respiro da alvenaria”, causando patologias à estrutura.

O barreado, denominação popular para a antiga técnica de pintura utilizando o solo como pigmento, consiste na diluição de solos argilosos em água, e sua aplicação sobre as paredes com o auxílio de um pano úmido. O tipo de solo mais utilizado na técnica do barreado era a tabatinga, denominação de origem tupi para barro branco ou barro esbranquiçado (Houaiss, 2001 apud Cardoso 2015). De acordo com Cardoso e outros (2013 apud Cardoso 2015), apesar da falta de referencial teórico com relação às origens da técnica, acredita-se que tenha sido o método de pintura mais utilizado em construções civis pela populçação rural brasileira até o século XX. Quanto às propriedades do barreado, Cardoso (2015) afirma que quando aplicado em paredes em terra apresenta boa aderência, devido à compatibilidade entre os materiais, necessitando apenas de manutenções periódicas usuais a qualquer tipo de pintura. Entretanto, nas paredes em alvenaria revestidas com argamassa a base de cimento ou cal, a aplicação da técnica não apresenta resultados tão satisfatórios devido a incompatibilidades físico-químicas, o que têm contribuído para a perda de conhecimentos em relação à técnica.

A arquitetura tradicional é forma de representação da cultura de um povo, evidenciando assim a importância da preservação tanto de seu aspecto material quanto imaterial, reforçando a necessidade de registro das técnicas construtivas tradicionais, pelo seu valor histórico. Além disso, a possibilidade de resgate e aperfeiçoamento dessas técnincas construtivas para utilização nos dias atuais, considerando as características de sustentabilidade dos materiais, evidencia a importância de sua documentação. De acordo com Castriota e Souza (2015), o reconhecimento da necessidade de se preservar o patrimônio tem levado à sua revalorização, o que tem contribuído, aos poucos, para o desenvolvimento de um trabalho de pesquisa e recuperação da memória, por meio de várias estratégias, desde investigações em laboratórios até consultas aos velhos mestres.

1.2 A pintura com solo atualmente

Constatando a perda gradual do conhecimento tradicional da técnica de execução de pinturas com solo, principalmente do barreado, e que a maioria das edificações periurbanas

não possui pintura, comprometendo assim a qualidade estética e durabilidade das alvenarias, o “Projeto Cores da Terra” do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa – Minas Gerais vem buscando o aperfeiçoamento da técnica para utilização nos dias atuais. Segundo Cardoso (2015), busca-se contribuir com o desenvolvimento de uma tecnologia social, que pode ser definida como “produtos, técnicas e/ou metodologias reaplicáveis, desenvolvidas na interação com a comunidade e que represente efetivas soluções de transformação social” (Dagnino 2009 apud Cardoso 2015, p.1).

O “Projeto Cores da Terra” propôs a adição de cola à base de PVA à técnica do barreado, produzindo um tipo de tinta látex, que garante melhores condições de aderência às superfícies. De acordo com Carvalho (2009, p.8), “para que as partículas fiquem aderidas às paredes é preciso acrescentar uma substância aglutinante e adesiva”. As tintas, então, são basicamente uma mistura de solo (que confere cor à tinta), água (que funciona como solvente) e um ligante. De acordo Carvalho e outros (2016), a proporção base de terra, água e PVA para a confecção das tintas é 3:3:1, podendo variar a quantidade de água para cada tipo de solo. O solo deve ser misturado com a metade da quantidade de água até obter uma massa pastosa, seguido da adição da resina e misturado novamente, e posteriormente se acrescenta o restante da água, conforme necessário. Esse processo é importante para garantir maior uniformidade da mistura. O tipo de solo, devido às diferentes composições, e o tipo de ligante, confere às tintas características específicas.

Os solos são compostos basicamente por minerais e matérias orgânicas, e suas partículas têm dimensões variadas, o que determina sua granulometria. Segundo Carvalho e outros (2009), a areia consiste nas partículas de tamanho grande, o silte as de tamanho médio e a argila as de tamanho muito pequeno. De acordo com Carvalho e outros (2009, p.5), “quanto mais finas as partículas, maior o poder pigmentante, ou seja, maior a capacidade de dar cor e aderir às superfícies”, sendo os solos compostos por uma maior quantidade de argila e silte, os que garantem a confecção de tintas de melhor qualidade. Segundo Campos (apud Fontes, Carvalho, Cardoso, 2013), os solos siltosos são ainda mais adequados do que os argilosos, pois o primeiro apresenta melhores propriedades de viscosidade. As tintas produzidas com solos argilosos apresentam problemas de espalhamento, enquanto as produzidas com solos siltosos apresentam melhores resultados nas etapas de preparação e aplicação e maior durabilidade.

Podem ser utilizados diversos materiais como ligantes, sendo a cola à base de PVA (cola de madeira ou de papel) e o grude (cola tradicional feita com água, soda cáustica e amido ou goma de tapioca) os mais utilizados. Segundo Carvalho e outros (2009), as tintas produzidas com grude são adequadas apenas para aplicação em ambientes internos, por gerarem uma mistura com menor poder de aderência, enquanto as tintas produzidas com cola PVA são mais resistentes e por isso, podem ser utilizadas em ambientes externos.

Para produção de maiores quantidades de tinta é preciso calcular a área das paredes a serem pintadas, já considerando a quantidade de demãos necessárias para uma boa cobertura. De acordo com Carvalho e outros (2009), para a produção de 18 litros da tinta são necessários, aproximadamente, 8 kg de solo, e tem um rendimento de 70 m² a 90 m².

2 OBJETIVOS

Diante da tendência do século XXI de estudo e desenvolvimento de processos tecnológicos visando o desenvolvimento sustentável em todas as áreas da indústria e construção civil, e tendo-se como principal objetivo um aprofundamento dos estudos na área de utilização de solos para a produção de tintas, a atual pesquisa, em andamento – “Saberes da terra – Tons do solo: produção e avaliação de tintas à base de solo” consiste na continuidade à pesquisa, já finalizada, “Saberes da terra – Tons do solo: estudo sobre a produção de tinta à base de solo”, ambas desenvolvidas no Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de São João del-Rei.

Na primeira fase dos estudos, foram produzidas amostras de tintas com solos coletados na região da cidade de São João del-Rei – Minas Gerais, que tiveram suas características avaliadas por meio de testes de proporção e de poder de cobertura. As três amostras que apresentaram melhores resultados foram utilizadas para fabricação de tinta, resultando em uma nova tonalidade, que foi aplicada em uma residência. A tinta proporcionou um resultado bastante eficaz, evidenciando a funcionalidade da técnica, principalmente, quanto à sua aderência.

Com o objetivo de desenvolver os estudos, a pesquisa atual propôs o desenvolvimento de um amplo levantamento teórico sobre o tema, tanto bibliográfico quanto buscando por conhecedores e profissionais da área de utilização do solo para produção de tintas. Objetiva-se produzir e avaliar as tintas de solo a partir de adapatações de normas técnicas para obtenção de resultados mais precisos em relação à técnica. Tem-se como objetivo também a produção de uma cartilha contendo orientações práticas e técnicas do processo de elaboração das tintas, a catalogação e mapeamento das cores dos solos coletados na região da cidade de São João del-Rei, além dos resultados obtidos a partir da produção de tintas com as amostras coletadas, sendo esta, fonte de pesquisa para futuros trabalhos acadêmicos e interessados na área de utilização de solos para a produção de tintas.

3 METODOLOGIA

A fim de se ter conhecimento das interfaces entre a antiga técnica de produção de tintas com solo e o seu desenvolvimento nos dias atuais, além do levantamento bibliográfico, foi necessário a busca por profissionais e conhecedores da área de utilização do solo para produção de tintas. Por se tratar de uma pesquisa teórica e prática, e que tem como base o levantamento de dados, nas etapas práticas de confecção das tintas e de realização de testes foi utilizado o Laboratório de Materiais e de Técnicas de Construção do Departamento de Arquitetura, Urbanismo e Artes Aplicadas da UFSJ. A pesquisa se estrutura da seguinte forma:

3.1 Revisão bibliográfica

Considerando a diversidade quanto aos processos de produção das tintas de solo, a partir do levantamento bibliográfico iniciado na pesquisa anterior, verificou-se a importância, além do levantamento bibliográfico – sobre a sustentabilidade na construção civil e na arquitetura, o solo e o preparo e aplicação das tintas de solo com os diferentes tipos de adesivos –, da busca por profissionais e conhecedores da área de utilização do solo para produção de tintas. Como método de registro das informações foram realizadas entrevistas, tendo como principal objeto de estudo: a forma como desenvolveu/aprendeu a técnica, o motivo de sua utilização ao invés de outros tipos de tinta, a forma de produção (tipo e preparo do solo, materiais utilizados como ligante, as cores utilizadas e o preparo e aplicação da tinta) e a qualidade da tinta produzida, além de buscar informações a respeito da utilização da técnica atualmente e dos locais de coleta dos solos.

3.2 Seleção de amostras de estudo

Para a produção de tintas de boa qualidade, um dos principais fatores a ser observado é o tipo de solo, sendo mais apropriados os que apresentam maior porcentagem de silte e argila. Ainda durante a fase de coleta, é importante observar a textura dos solos. De acordo com Lepsch (2010), é possível estimar a classe de textura do solo por meio do tato, friccionando-se uma amostra úmida do material entre os dedos: os solos que contém maior quantidade de areia consistem em uma pasta sem consistência que não forma “pequenos rolos” e a sensação é de atrito, áspera e pouco pegajosa; já os solos que apresentam maior quantidade de argila, formam rolos que “podem ser dobrados em argolas”, e a impressão é de suavidade e de pegajosidade; quando há predominância de silte, o material “forma rolos

com dificuldade que são muito quebradiços", e a sensação é sedosa, semelhante ao talco em pó.

Outro fator importante para a produção de tintas, é considerar a grande diversidade de tons que os solos apresentam. De acordo com Barros (2011), as propriedades dos minerais pelos quais os solos são formados lhes conferem cores variadas, sendo as sete principais: marrom, amarelo, verde, azul, grafite, branco e preto.

A seleção de amostras de estudo, foi orientada principalmente por meio de informações adquiridas com os estrevistados, buscando a identificação de tons (pigmentos) dentro das sete cores básicas dos solos e buscando solos que apresentem maiores quantidades de silte e argila – principalmente de silte, devido às melhores características das tintas produzidas.

Foi realizado um mapeamento e catalogação das amostras de solos coletadas. Para o mapeamento, os pontos de coleta foram registrados com o auxílio de um aparelho GPS, por meio das coordenadas geográficas (latitude e longitude) e da altitude. O referenciamento geográfico dos pontos é importante para a fase de catalogação dos solos, registrando os locais específicos para futuras coletas.

3.3 Análises dos solos

Para garantir um bom desempenho das tintas, é importante a realização de análise da textura dos solos para verificação da distribuição de areia, silte e argila. De acordo com Carvalho e outros (2009), um teste simples para verificação dessa distribuição é o de sedimentação. O teste se dá por meio da mistura do solo a ser analisado, com água e uma paquena quantidade de sal, colocados em um recipiente transparente. Após a agitação da mistura, é possível observar a separação dos constituintes: a areia, a primeira a se decantar, fica no fundo do recipiente, seguida da camada intermediária de silte, e a argila, mais fina, é a última a se decantar.

Para a pesquisa em questão, como o objetivo é a obtenção de dados precisos da distribuição de areia, silte e argila, propôs-se a realização de Análises de Granulometria de cada amostra de solo coletada.

3.4 Análises das tintas

Para verificação das características que os diversos materiais conferem às tintas com solo, foram produzidas tintas utilizando dois dos adesivos mais comuns (o PVA e o grude) e tintas de cal.

Tem-se como objetivo desenvolver tintas que atendam aos requisitos de desempenho estabelecidos pelas normas técnicas brasileiras – definidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) –, obtendo tintas naturais com semelhança de qualidade às tintas industriais, mas considerando suas vantagens sustentáveis e com relação à saúde humana. Para isso, foram realizados testes para avaliação do poder de cobertura e resistência à abrasão das amostras de tintas produzidas, a partir de adaptações de normas técnicas apropriadas.

3.5 Produção da cartilha

Como produto final da pesquisa, enquanto forma de documentação do processo de produção de tintas com solos na região da cidade de São João del-Rei, registrando os conhecimentos locais, protende-se elaborar uma cartilha com objetivo de resgatar a antiga técnica, constituindo um importante meio de transmissão para reprodução da técnica atualmente. A cartilha apresentará orientações práticas e técnicas do processo de elaboração das tintas de solo, além dos materiais desenvolvidos durante a pesquisa: o mapeamento dos locais e catalogação das cores dos solos (pigmentos) coletados na região

e cidade de São João del-Rei e os resultados obtidos a partir da produção de tintas com as amostras coletadas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Informações sobre a técnica na região de São João del-Rei

Por meio das entrevistas realizadas com cinco profissionais e conhecedores da área de utilização do solo para a confecção de tintas, verificou-se que os conhecimentos sobre a técnica são geralmente transmitidos de forma empírica. No caso da aplicação em residências, o principal fator de utilização das tintas de solo é o baixo custo, considerando que os materiais utilizados eram basicamente terra, água e cal. Percebe-se, entre os entrevistados, uma preocupação pela busca de solos com aspecto mais "fino", por gerarem tintas de melhor qualidade. Quanto à utilização das tintas por demais profissionais, verifica-se um uso frequente por artistas que buscam desenvolver suas próprias tintas de forma artesanal. No caso destes profissionais, a textura do solo e o tipo de ligante, variam segundo suas intenções com a pintura.

4.2 Amostras de solo coletadas e análises de granulometria

Foram coletadas 50 amostras de solos na Serra do Lenheiro e na Colônia do Bengo, região da cidade de São João del-Rei, a partir do contato com a Pesquisa de Iniciação Cientifica "Tintas da terra: o uso dos pigmentos naturais para uma pintura sustentável" do Curso de Artes Aplicadas da UFSJ. Na cidade de Prados as amostras foram coletadas principalmente na zona rural e no povoado de Vitoriano Veloso, a partir de informações com os entrevistados. Na cidade de Nazareno, as amostras foram coletadas na comunidade quilombola Palmital, onde o Projeto de Extensão Saberes da Terra do curso de Arquitetura e Urbanismo realizou atividades com a comunidade. Os pontos de coleta foram identificados com o auxílio de um aparelho GPS, por meio das coordenadas geográficas (latitude e longitude) e da altitude, registrando os locais específicos para futuras coletas. A Figura 1 apresenta as cinquenta amostras de solos e os respectivos locais de coleta.

Figura 1. Amostras de solos coletadas (Fonte: Roberta Andrade)

A granulometria dos solos é determinada pela dimensão de suas partículas, sendo a areia as partículas de tamanho maior, o silte as de tamanho médio e a argila as de tamanho menor. As análises de granulometria das amostras foram realizadas pelo Laboratório de Análises de Solo do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras.

4.3 Testes de aplicabilidade e cor

Como mencionado anteriormente, no Brasil, as técnicas de pinturas com pigmentos de solos mais utilizadas em edificações foram as "tintas de cal" e o "barreado". Como forma de garantir a aderência das tintas às paredes revestidas com argamassa de cimento e cal – como a maioria das construções atuais –, podem ser utilizados diversos materiais como ligantes, sendo os mais comuns e acessíveis, a cola à base de PVA (cola de madeira ou de papel) e o grude (cola tradicional feita com amido ou goma de tapioca). A fim de verificar as diferentes propriedades de aplicação e aspecto final que cada ligante confere às tintas, foram produzidas três misturas diferentes, conforme especificado na Tabela 1.

Tabela 1. Misturas produzidas

Mistura 1	3 partes de terra	1 parte de cola PVA	3 partes de água*
Mistura 2	2 partes de terra	2 partes de grude	2 partes de água*
Mistura 3	2 partes de terra	1 parte de cola PVA	4 partes de leite de cal**

* Quantidade de água pode variar para cada tipo de solo
** Dissolução da cal em água conforme recomendação do fabricante

A partir das experimentações realizadas com as 50 amostras de solo com cada mistura, fazem-se as seguintes considerações:

- A Mistura 1 (com PVA) apresenta um aspecto/consistência mais semelhante às tintas industrializadas; a Mistura 2 (com grude) apresenta um aspecto gelatinoso; e a Mistura 3 (com cola e cal) apresenta um aspecto aerado;
- A Mistura 1 apresenta melhores características de aplicabilidade em relação às misturas 2 e 3;
- A Mistura 1 gera uma pintura com tonalidade mais escura que a Mistura 2, que por sua vez gera uma pintura com tonalidade mais escura que a Mistura 3, sendo a tonalidade da Mistura 2 a que mais se assemelha à cor do solo natural.

Além das observações já citadas, quanto ao aspecto final, as tintas produzidas com os solos que contém maior quantidade de argila e silte apresentaram mais uniformidade em relação às que contém maior porcentagem de areia – que apresentaram uma textura mais áspera. A partir das aplicações foi possível verificar as características específicas que cada tipo de solo e demais materiais conferem às tintas. O objetivo desse tipo de ensaio não foi a verificação da durabilidade do material – não sendo exposto às intempéries –, entretanto cabe ressaltar, que as tintas apresentaram boa aderência, não havendo desprendimento de material.

4.4 Verificação do poder de cobertura e resistência à abrasão

A fim de se verificar o desempenho das tintas com pigmentos de solos foram realizados testes para avaliação do poder de cobertura e resistência à abrasão das amostras de tintas produzidas com o PVA – que é o ligante que garante melhores condições –, a partir de adaptações de normas técnicas apropriadas, NBR 14942:2012 (Determinação do poder de cobertura de tinta seca), NBR 14943:2003 (Determinação do poder de cobertura de tinta úmida) e NBR 15078:2004 (Determinação de resistência a abrasão úmida sem pasta abrasiva) para tintas do tipo látex econômica, conforme descrito a seguir.

a) Determinação do poder de cobertura de tinta seca

Para determinação do poder de cobertura de tinta seca foram feitas adaptações da norma NBR 14942:2012. O limite mínimo de desempenho para o poder de cobertura de tinta seca estabelecido pela norma é de 4,0 m²/L. Para determinação do poder de cobertura em m²/L, é necessário definir a razão de contraste entre a tinta aplicada em uma cartela específica (com uma parte branca e uma parte preta) medida com um espectrofotômetro computadorizado, sendo esta não inferior a 98,5%. Adaptando-se para a pesquisa em questão (com a indisponibilidade do espectrofotômetro), as análises do poder de cobertura foram feitas a partir de observação e o processo registrado por meio de fotografias, para cada uma das amostras. Como não foi possível especificar as razões de contraste, também não se pôde estimar o poder de cobertura em m²/L. Entretanto, foi possível comparar os resultados das tintas produzidas verificando as influências de cada tipo de solo na mistura final.

O ensaio foi realizado da seguinte forma: foram utilizados um rolo de lã sintética, com largura de 5 cm e tamanho de pelos de 5 mm (dimensões aproximadas das estabelecidas pela norma), e a cartela impressa em papel vergê (120g/m²). O rolo deve ser trabalhado várias vezes para que a tinta fique impregnada de forma homogênea na lã, retirando o excesso posteriormente. A cartela deve ser fixa em uma superfície vertical com fita adesiva. A aplicação é feita com movimentos na vertical, seguidos por movimentos na horizontal e finalizando na vertical, com movimentos suaves, sem pressionar o rolo. A secagem da cartela deve ser na horizontal. A verificação do poder de cobertura é feita após a secagem da tinta. O procedimento deve ser realizado quantas vezes necessário até a obtenção de uma razão de contraste superior a 98,5% entre a película de tinta aplicada nas partes branca e preta da cartela. A verificação do poder de cobertura de tinta seca das cinquenta amostras de tinta produzidas foi feita a partir da comparação entre a quantidade de aplicações necessárias para obter uma cobertura satisfatória (Tabela 2).

b) Determinação do poder de cobertura de tinta úmida

A determinação do poder de cobertura de tinta úmida foi feita a partir de adaptações da NBR 14943:2003. O limite mínimo de desempenho para o poder de cobertura de tinta úmida estabelecido pela norma é de 55,0% de contraste, aplicada em uma cartela especifica com uma parte branca e uma parte preta. A razão de contraste entre a tinta aplicada na parte branca e na parte preta da cartela, também é medida com o espectrofotômetro. Assim, as análises do poder de cobertura de tinta úmida também foram feitas a partir de observação e o processo registrado por meio de fotografias da tinta ainda úmida.

O ensaio foi realizado da sequinte forma: a aplicação é feita estendendo-se uma camada de tinta sobre a cartela (cartela impressa em papel vergê de 180g/m²). Para verificação da razão de contraste, posiciona-se um gabarito com duas circunferências (cortadas) de modo que uma fique posicionada na parte branca e a outra na parte preta da cartela. A verificação do poder de cobertura de tinta úmida das amostras foi feita observando-se o cobrimento que a película proporcionou às partes branca e preta da cartela, com a tinta ainda úmida, classificado em “bom”, “médio” e “ruim” (Tabela 2).

c) Determinação de resistência à abrasão úmida sem pasta abrasiva

A NBR 15078:2004 define o método de avaliação da “capacidade que uma película de tinta possui de resistir ao desgaste mecânico provocado por escovação”. O limite mínimo estabelecido pela norma é de 100 ciclos. Para os ensaios de resistência à abrasão, deve-se estender uma película de tinta sobre uma placa e depois de seca (durante 7 dias), realizar o processo de escovação (com uma escova dura), observando o número de ciclos necessários para remoção de 80% da extensão de tinta – sendo que um ciclo corresponde a uma ida e volta da escova.

A aplicação da tinta foi feita em uma placa de MDF e a escovação com uma escova de cerdas duras. Durante o processo de escovação, deve-se gotejar uma solução detergente na parte central da placa com velocidade de 30 gotas por minuto; o gotejamento foi feito com um conta-gotas. Os resultados foram expressos em “conforme” e “não conforme” (Tabela 2).

A Tabela 2 apresenta as análises de granulometria, bem como a predominância de argila, silte ou areia em cada amostra de solo e os resultados dos ensaios de determinação do poder de cobertura de tinta seca (expresso em número de aplicações necessárias para o cobrimento), determinação o poder de cobertura de tinta úmida (classificado em bom, médio e ruim) e determinação de resistência à abrasão sem pasta abrasiva (expresso em número de ciclos necessários para remoção da película de tinta), por meio da qual se pode identificar a influência da granulometria nos resultados finais.

A partir dos ensaios de “Determinação do poder de cobertura de tinta úmida”, pôde-se constatar que as tintas produzidas com os solos que contém maior porcentagem de silte foram as que apresentaram melhores resultados. Os solos que contém grande porcentagem de silte e relevante porcentagem de areia e os solos que contém grande porcentagem de areia e relevante porcentagem de silte apresentaram resultados intermediários, mas ainda assim, bons resultados. As tintas produzidas com solos que contém maior porcentagem de areia tiveram resultados insatisfatórios.

Tabela 2. Granulometria dos solos e desempenho das amostras de tinta para cada um dos ensaios

Nº Amostra	Granulometria dos solos				Desempenho das tintas		
	Argila (%)	Silte (%)	Areia (%)	Predominância	Poder de cobertura de tinta seca (Nº de aplicações)	Poder de cobertura de tinta úmida	Resistência à abrasão (Nº de ciclos)
1	7	91	2	silte	3	médio	117
2	10	86	4	silte	3	bom	156
3	7	86	7	silte	3	bom	110
4	7	85	8	silte	3	bom	106
5	9	88	3	silte	2	bom	108
6	5	91	4	silte	2	bom	112
7	7	90	3	silte	2	bom	106
8	1	91	8	silte	2	médio	115
9	9	88	3	silte	2	médio	105
10	9	74	17	silte	3	bom	96
11	5	54	41	silte-areia	4	ruim	78
12	2	65	33	silte-areia	4	ruim	90
13	9	53	38	silte-areia	3	bom	188
14	9	54	37	silte-areia	3	bom	220
15	9	38	53	areia-silte	4	bom	170
16	12	38	50	areia-silte	3	bom	212
17	3	33	64	areia-silte	4	bom	193
18	7	72	21	silte-areia	3	bom	402
19	11	51	38	silte-areia	4	bom	249
20	45	52	3	silte-argila	2	bom	100
21	9	87	4	silte	2	bom	70
22	12	85	3	silte	3	bom	106
23	1	17	82	areia	6	ruim	47
24	2	13	85	areia	6	ruim	50
25	2	49	49	silte/areia	3	bom	108
26	3	51	46	silte-areia	3	médio	78
27	5	61	34	silte-areia	3	bom	110
28	4	61	35	silte-areia	4	médio	112

(continua)

Tabela 2. (continuação)

29	11	56	33	silte-areia	3	bom	140
30	5	67	28	silte-areia	3	bom	143
31	10	84	6	silte	2	bom	144
32	11	87	2	silte	3	bom	138
33	17	72	11	silte	2	bom	100
34	7	78	15	silte	2	bom	110
35	5	51	44	silte-areia	2	bom	120
36	3	84	13	silte	4	médio	92
37	6	79	15	silte	3	bom	110
38	2	49	49	silte/areia	4	bom	164
39	7	56	37	silte-areia	3	bom	130
40	2	56	42	silte-areia	4	bom	128
41	2	58	40	silte-areia	4	bom	108
42	1	56	43	silte-areia	3	bom	105
43	1	46	53	areia-silte	4	bom	159
44	2	48	50	areia-silte	4	bom	128
45	1	54	45	silte-areia	4	bom	95
46	14	48	38	silte-areia	3	bom	169
47	12	51	37	silte-areia	4	bom	80
48	7	46	47	areia-silte	3	bom	104
49	41	19	40	argila-areia	3	bom	158
50	6	38	56	areia-silte	4	bom	140

Quanto ao “Poder de cobertura de tinta úmida”, verificou-se que a maioria das tintas apresentou bons resultados. É importante ressaltar que os solos que contém maior porcentagem de areia foram os que apresentaram resultados menos satisfatórios, também para este ensaio.

Quanto a “Resistência à abrasão”, a maioria das amostras apresentou resultados satisfatórios. Entretanto, para este ensaio, não foi possível identificar as melhores misturas a partir da granulometria dos solos, considerando que amostras que contém porcentagens semelhantes de argila, silte e areia apresentaram variações quanto à resistência à abrasão.

Os ensaios para verificação do poder de cobertura e resistência à abrasão, feitos a partir de adaptações das normas técnicas, mostraram resultados bastante satisfatórios para as tintas. É importante ressaltar que os solos que possuem maior porcentagem de areia não apresentaram resultados satisfatórios para nenhum dos ensaios. Como nenhum dos solos coletados tem predominância de argila, não foi possível analisar as características das tintas produzidas com solos desse tipo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na construção civil, a principal função das pinturas é a proteção das superfícies, além de embelezamento e de proporcionar melhores condições de higiene. As tintas produzidas com pigmentos naturais têm grande potencial enquanto material sustentável e a viabilidade de sua produção se dá principalmente por ser uma técnica de baixo custo.

A técnica de produção de tintas com solo contribui para o processo de preservação e restauração do patrimônio histórico nacional, sendo uma opção às tintas industrializadas para aplicação em paredes de terra, por não formarem uma camada impermeabilizante, impedindo o “respiro” das paredes. Assim, enfatiza-se a importância de estudos e registros da técnica, e da produção das tintas naturais para a perpetuação dessa prática cultural.

Buscando contribuir para o aperfeiçoamento da técnica, visando seu desenvolvimento como forma de resgate da herança coletiva e preservação do patrimônio histórico e cultural, a pesquisa em desenvolvimento dispõe de uma parceria com os Programas de “Extensão

Saberes da Terra" e "Caminhos Sustentáveis" do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de São João del-Rei. Os Programas de Extensão buscam difundir os conhecimentos acerca de técnicas construtivas tradicionais e de técnicas sustentáveis – o adobe, o pau a pique, a taipa de pilão, a tinta à base de solo e o bambu –, por meio de oficinas e workshops. A pesquisa "Saberes da Terra – Tons do Solo: produção e avaliação de tintas à base de solo" é também um instrumento de estudo para aperfeiçoamento das tintas a serem desenvolvidas nas oficinas. São desenvolvidas desde oficinas educativas com crianças e adolescentes, com a produção de mini adobe e amostras de tintas à base de solo, até atividades em comunidades de São João del-Rei e região, onde as técnicas são aplicadas, como, por exemplo, na oficina desenvolvida durante o EREA Minas – Encontro Regional de Estudantes de Arquitetura, realizado em maio de 2015, em São João del-Rei e nas Comunidades Quilombolas do município de Nazareno/MG.

Como produto final da pesquisa, a cartilha – a ser desenvolvida –, contendo os resultados obtidos, constitui-se como importante instrumento para difundir os conhecimentos sobre a antiga técnica da utilização do solo na confecção de tintas na região da cidade de São João del-Rei.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anghinetti, I. C. B. (2012). Tintas, suas propriedades e aplicações imobiliárias. Monografia (Especialização em Construção Civil). Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Belo Horizonte.

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

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

Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2004). NBR 15078/2004: Determinação de resistência a abrasão úmida sem pasta abrasiva. Rio de Janeiro.

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

Cardoso, F. P. (2015). Desenvolvimento de processos de produção e avaliação do desempenho de tintas para a construção civil manufaturadas com pigmentos de solos. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Viçosa. Voçosa, Minas Gerais.

Carvalho, A. F. [et al.]. (2009). Cartilha Cores da terra: fazendo tinta com terra! Departamento de Solos, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Minas Gerais.

Carvalho, A. F. [et al.] (2016) Cores da terra: pintando o Brasil. Gráfica e Editora GSA. Viçosa, MG.

Casalinho, P. M. A. (2013). Análise comparativa de pinturas para intervenções no patrimônio edificado em pelotas no final do século XIX. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, Rio Grande do Sul.

Castriota, L. B.; Souza, V. P. (2015). Um inventario das técnicas construtivas tradicionais brasileiras. Revista Memória em Rede. v.5, n.12, jan./jun.2015.

Day, P. R. (1965). Particle fractionation and particle-size analisys. In: Brack, C.A. (Ed). Methods of soil analysis. Madison: ASA.

Fontes, M.P; Carvalho, A. F. C.; Cardoso, F. P. (2013). Qualidade de tintas imobiliárias produzidas à base de solos relacionada às propriedades mineralógicas, químicas e físicas. Relatório de pesquisa. Departamento de Solos, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Minas Gerais.

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

Macedo, R. G.; Pimenta, H. C. D.; Gouvinhas, R. P. (2008). Gestão ambiental de resíduos sólidos industriais: proposição de um modelo de gerenciamento para indústria de tintas em Natal-RN. XXVIII

Encontro Nacional de Engenharia de Produção: A integração de cadeias produtivas com a abordagem da manufatura sustentável. Rio de Janeiro, Brasil. 13-16 de Outubro de 2008.

Mello, V. M.; Suarez, P. A. Z. (2012). As formulações de tintas expressivas através da História. Revista Virtual de Química. v.4, n.1, p.1-12, jan./fev.

Pereira, A.R.P.; Silva, M.J.S.F.; Oliveira, J.A.S. (2007). Análise química de pigmentos minerais naturais de Itabirito (MG). Cerâmica, n.53, p.35-41.

Sattler, M. A.; Pereira, F. O. R. (2006). Construção e Meio Ambiente. Porto Alegre: ANTAC. Coleção Habitare, vol. 7.

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 de Pós-Graduação em Artes, Urbanidades e Sustentabilidades da mesma universidade. Tem experiência na área de Engenharia Civil e Arquitetura, com ênfase em concreto, materiais, estruturas, sistemas estruturais, edificações históricas, materiais e estruturas em terra, técnicas de construção alternativas e sustentáveis. Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/4714325705400318

Roberta Aparecida de Andrade, graduanda de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ). Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/3740986074472177

TerraBrasil 2016
VI Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Bauru-SP (Brasil), 8 a 12 de novembro de 2016
http://faacppgarq.wix.com/terrabrasil2016
PPGARQ/FAAC-UNESP

RETRAÇÃO POR SECAGEM EM COMPÓSITOS SOLO-CIMENTO-FIBRAS DE SISAL AUTOADENSÁVEIS

Adriana P. S. Martins[1]; Flávio de A. Silva[2]; Romildo Dias Toledo Filho[3]

Programa de Engenharia Civil (PEC), COPPE, UFRJ, Brasil,
[1]adriana@coc.ufrj.br; [3]toledo@coc.ufrj.br
[2] Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro; RJ, Brasil, fsilva@puc-rio.br

Palavras-chave: solo-cimento, fibras de sisal, misturas autoadensáveis, retração por secagem, compósitos solo-cimento

Resumo

Este trabalho investiga o comportamento de retração por secagem de compósitos solo-cimento-fibras de sisal autoadensáveis. Materiais à base de terra apresentam baixa resistência à ação da água, instabilidade dimensional e fissuração induzida por retração por secagem. Essas características deletérias são melhoradas através da estabilização com cimento e da incorporação de fibras. Neste contexto, compósitos solo-cimento autoadensáveis foram produzidos, e fibras de sisal foram incorporadas nos teores de 0,5, 1,0 e 1,5% (em relação à massa de solo seco) e nos comprimentos de 20 mm e 50 mm. Ensaios de retração por secagem foram realizados com amostras fibrosas e não fibrosas na idade de 28 dias, sendo registradas as variações dimensionais e as variações de massa, durante um período de130 dias. Os resultados mostraram que a incorporação de fibras efetivamente contribuiu para a redução da magnitude e da taxa de retração por secagem, assim como para a redução do tempo para estabilização do fenômeno, em relação à matriz sem fibras. As misturas reforçadas com 1.5% de fibras com comprimento de 20 mm apresentaram melhor desempenho, com redução da retração de cerca de 31%, em relação à matriz sem fibras. As fibras de sisal, por apresentarem módulo de elasticidade (19 GPa) bastante superior ao da matriz (4 GPa), funcionaram como restrições às deformações de retração, possibilitando assim a otimização do comportamento de retração por secagem. A perda de massa manteve-se entre 16% e 17%, para todas as misturas.

1 INTRODUÇÃO

Estimativas das Nações Unidas (United Nations, 2015) apontam para um crescimento acelerado da população mundial nos próximos anos, devendo alcançar 11,2 bilhões de habitantes até 2100, significando um crescimento de 53% em relação ao presente. As previsões apontam também para uma concentração de habitantes em áreas urbanas, gerando uma gigantesca demanda para o setor da construção civil, no sentido de prover a esse contingente populacional habitação, transporte e outras infraestruturas. Nesse cenário, o grande desafio que se configura é a viabilização do desenvolvimento sócio-econômico preservando o meio ambiente e os recursos naturais não renováveis. Essas pressões ambientais poderão ser mitigadas com o uso mais intensivo de materiais de construção alternativos, que podem ser produzidos através de processos tecnológicos de baixo consumo energético, que utilizam matérias-primas locais e que têm potencial de reciclagem ao fim da vida útil. Materiais à base de terra vêm ganhando relevância no meio científico por atenderem aos requisitos de sustentabilidade aliados a baixo custo, bom desempenho higrotérmico, incombustibilidade e grande disponibilidade. Em alguns países, esses materiais já estão sendo produzidos comercialmente (Eid et al, 2015; Segetin, Jayaraman, Xu X., 2007) e priorizados em programas governamentais de habitação (Ciancio, Jaquin, Walter, 2013), confirmando a viabilidade técnica e econômica dos mesmos.

Materiais à base de terra apresentam baixa resistência à ação da água, instabilidade dimensional e fissuração excessiva induzida por retração (Ghavami, Toledo Filho, Barbosa,

1999; Bouhicha, Aouissi, Kenai, 2005; Yetgin, Çavdar, Çavdar, 2008; Quagliarini, Lenci, 2010; Taallah et al, 2014; Millogo et al, 2014; Laborél-Préneron et al, 2016). Essas características deletérias podem ser melhoradas através da estabilização com agentes químicos (cimento, cal, betume), compactação ou incorporação de fibras.

Os compósitos solo-cimento sofrem retração durante a secagem, e a magnitude dessa retração depende de vários fatores, tais como: relação água/cimento, teor de cimento, mineralogia e atividade da fração argila, granulometria da fração areia, condições de cura, grau de compactação, dentre outros (ACI, 2009).

Matrizes argilosas são mais sensíveis ao fenômeno, e desenvolvem fissuras com menor abertura e espaçamento, em relação às arenosas (ACI, 2009).

Ghavami, Toledo Filho e Barbosa (1999) ressaltam que um dos principais objetivos da adição de fibras é reduzir a fissuração associada à retração por secagem, e o teor ótimo estabelecido por esses autores foi de 4% (em relação à massa de solo), no comprimento de 50 mm.

Salgado (2010) obteve maior retração em compósitos solo-areia contendo caulinita, em relação àqueles contendo ilita. Para ambos os compósitos a incorporação de fibras de sisal e cânhamo minimizou a retração.

Yetgin, Çavdar e Çavdar (2008) não conseguiram reduzir a taxa de retração para valores compatíveis com as normas DIN 4172 (DIN, 2000) no caso de matrizes contendo 33% de argila e reforçadas com 3% de fibras.

Bouhicha, Aouissi e Kenai (2005) obtiveram melhor desempenho em relação à retração de matrizes arenosas reforçadas com maior teor e maior comprimento de fibra, em comparação às matrizes argilosas.

Vários estudos evidenciam o efeito positivo da inserção de fibras no comportamento de retração: Ghavami, Toledo Filho e Barbosa (1999); Bouhicha, Aouissi e Kenai (2005); Yetgin, Çavdar e Çavdar (2008); Galán-Marín, Rivera-Gómez, Petric (2010); Quagliarini, Lenci (2010); Salgado (2010); Vega et al (2011); Aymerich, Fenu, Meloni (2012); Hamard et al (2013); Mohamed (2013); Melià et al (2014); Belhadj et al (2014); Danso et al (2015); Eid et al (2015); Laborel-Préneron et al (2016).

Danso et al (2015) utilizaram fibras de resíduos agrícolas reforçando solos de baixa e alta plasticidade, em teores de 0,25% a 1,0% (em relação à massa de solo), e todos os tipos de fibra foram efetivos na redução da retração, com os melhores resultados correspondendo ao maior teor (1,0%).

Yetgin, Çavdar e Çavdar (2008) afirmam que a fibra vegetal acelera o processo de secagem em virtude da sua estrutura porosa, porém Quagliarini e Lenci (2010) contradizem essa afirmação, explicando que as fibras promovem uma liberação mais lenta da água contida na matriz.

Apesar de existirem vários trabalhos na literatura abordando o comportamento de retração de compósitos solo-fibra, estabilizados ou não com cimento, constata-se a necessidade de complementações (Laborel-Préneron et al, 2016), de forma a incluir outros tipos de solo, outros tipos e teores de fibra, outros tipos e teores de estabilizantes, ampliando assim o arcabouço técnico e científico para melhor compreensão do fenômeno da retração e dos parâmetros que controlam esse fenômeno. Esse comportamento está diretamente relacionado com a capacidade de uso e a vida útil do elemento construtivo, assumindo consequentemente caráter de extrema relevância.

2 OBJETIVO

O objetivo do presente trabalho é o estudo do fenômeno de retração por secagem em compósitos solo-cimento autoadensáveis reforçados com fibras curtas de sisal. A compreensão desse fenômeno é de extrema importância nos materiais à base de terra, uma vez que são susceptíveis de sofrerem retração quando a água adsorvida (associada ao C-S-H e às partículas de argila) e a água contida nos capilares menores que 50 µm é removida por gradiente de umidade entre o material e o ambiente.

3 METODOLOGIA ADOTADA

3.1 Materiais

Para o desenvolvimento da matriz solo-cimento autoadensável foram empregados os seguintes materiais: solo, cimento, cinza volante, metacaulinita, água deionizada e superplastificante.

O cimento foi do tipo CP II-F-32, fabricado pela Lafarge, com 85-91% de clínquer, 3-5% de gesso e 6-10% de fíler. A cinza volante foi fornecida pela Pozofly Comércio de Cinzas Lima Ltda. e a metacaulinita pela Metacaulim do Brasil. O superplastificante (Glenium 51), à base de éter policarboxílico, foi produzido pela Basf, com teor de sólidos de 30,99%.

O solo escolhido foi do tipo residual, conhecido como saibro, e resultante da decomposição de rochas graníticas e gnáissicas, com distribuição granulométrica constituída por 9% de argila, 26% de silte, 62% de areia e 3% de pedregulho, de acordo com os critérios da NBR 6502 (ABNT, 1995). Foi classificado como “areia argilosa – SC” pelo Sistema Unificado ASTM D2487-08 (ASTM, 2008), com limite de liquidez de 34% conforme a NBR 6459 (ABNT, 1984) e limite de plasticidade de 16%, conforme a NBR 7180 (ABNT, 1988). Ensaios de difração de raios-X mostraram uma predominância de feldspato na sua fração fina, seguido de menores teores de caulinita, mica e carbonatos.

A cinza volante foi do tipo F, conforme ASTM C618 (ASTM, 2005) e apresentou 1,8% de óxido de cálcio (CaO). Os difratogramas da cinza volante e da metacaulinita indicaram a presença de minerais amorfos, caracterizando o potencial pozolânico desses materiais.

A incorporação de pozolanas na formulação da matriz teve como objetivos: (i) consumir o hidróxido de cálcio gerado nas reações de hidratação do cimento, que é um agente degradador das fibras naturais, (ii) promover o refinamento da estrutura de poros da matriz, diminuindo o tamanho dos grãos e o tamanho dos poros, e consequentemente otimizando a microestrutura, a resistência e a durabilidade (Mehta, Monteiro, 2008) e (iii) no caso da cinza volante, promover a dispersão de agregações cimento-argila (Horpibulsuk, Rachan, Raksachon, 2009; Horpibulsuk, Rachan, Suddeepong, 2011) e contribuir para a redução da retração por secagem (George, 2002; Kolias, Kasselouri-Rigopoulou, Karahalios, 2005; Brooks, Udoeyo, Takkalapelli, 2011; Villamizar et al, 2012).

As curvas granulométricas do cimento, cinza volante e metacaulinita apresentaram valores de cerca de 4, 20 e 64 µm para os valores de D_{10}, D_{50} e D_{90}, sendo D_X o diâmetro abaixo do qual se situam X% das partículas, em massa. Na Figura 1 são apresentadas as curvas granulométricas dos materiais cimentícios e do solo.

As fibras de sisal foram fornecidas pela APAEB (Associação de Desenvolvimento Sustentável e Solidário da Região Sisaleira, município de Valente, Bahia). Apresentam massa específica de 0,9 g/cm^3 a 1,0 g/cm^3 (Toledo Filho, 1997), resistência à tração de 400±126 MPa, módulo de elasticidade de 19,0±6,9 GPa e diâmetro de 240 µm (Silva, Chawla, Toledo Filho, 2008). As fibras foram previamente lavadas em água quente (100°C) para a remoção de resíduos aderidos à superfície (gorduras, graxas e resinas naturais). Em seguida foram submetidas a secagem em sala com temperatura controlada (40°C), alinhamento, e corte em guilhotina (comprimentos de 20 mm e 50 mm).

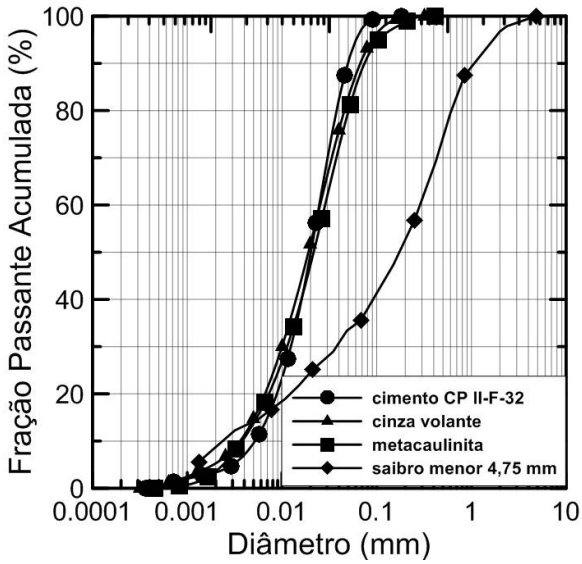


Figura 1 – Curvas granulométricas do cimento, cinza volante, metacaulinita e saibro

3.2 Dosagem da matriz

A metodologia de dosagem da matriz foi baseada no modelo de empacotamento compressível (MEC), desenvolvido por De Larrard (1999). O referido modelo otimiza a mistura granular seca, visando obter a máxima compacidade para o sistema. Maiores detalhes sobre esse modelo podem ser obtidos em De Larrard (1999), Sedran (1999), Silva (2004) e Formagini (2005). A implementação do MEC foi feita através do programa computacional BétonlabPro 3. Os procedimentos de dosagem da matriz utilizando o BétonlabPro 3 estão descritos em Martins, Silva e Toledo Filho (2012). Os resultados de dosagem estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados de dosagem da matriz (programa BétonlabPro 3)

Constituinte	**Consumo (kg/m^3)**
Solo	1.338,40
Cimento CP II-F-32	192,00
Cinza volante	19,00
Metacaulinita	19,00
Superplastificante Glênium 51 (SP*=2,0%)	12,39
Água corrigida**	452,80
Água contida no SP	8,55
Água total***	461,35
Relação a/c	2,40
Relação a/mc	2,00

SP* – teor de superplastificante
Teor de SP – porcentagem de sólidos do SP/massa de cimento
Água corrigida** = (água total - água contida no SP)
Água total*** - água correspondente à relação água/cimento
Relação a/c – relação água/cimento
Relação a/mc – relação água/material cimentício

3.3 Produção, caracterização reológica e caracterização mecânica da matriz

Os procedimentos para a produção da matriz estão descritos em Martins, Silva e Toledo Filho (2012).

O comportamento reológico da matriz foi avaliado através de ensaios de espalhamento (NBR 15823-2 – ABNT, 2010) e abatimento (NM 67 - ABNT, 1998), utilizando o cone de Abrams. Os valores adotados de espalhamento e abatimento para alcançar a condição autoadensável foram de 600 mm e 250 mm, respectivamente. Estes valores seguiram

recomendações para a tecnologia de concretos autoadensáveis (NBR 15823-2 - ABNT, 2010; EFNARC, 2005 e De Larrard, 1999), tendo em vista a ausência de recomendações específicas para as misturas solo-cimento.

O comportamento mecânico da matriz foi obtido em Martins, Silva e Toledo Filho (2012), tendo apresentado resistência à compressão uniaxial de 3,33 MPa e resistência à tração direta de 0,64 MPa, ambos os valores na idade de 28 dias.

3.4 Produção dos compósitos

As fibras foram inseridas nos teores de 0,5%, 1,0% e 1,5% em relação à massa de solo seco, e nos comprimentos de 20 e 50 mm. Foram incorporadas às misturas após a completa homogeneização do dispersante (etapa descrita em Martins, Silva e Toledo Filho (2012). As fibras foram previamente dispersadas antes de serem inseridas nas misturas, sendo esse procedimento feito manualmente. Os teores de fibra de 0,5%, 1,0% e 1,5% (em relação à massa de solo seco) corresponderam a consumos de 6,69 kg/m^3, 13,38 kg/m^3 e 20,08 kg/m^3, respectivamente. Os consumos dos demais constituintes, exceto o de dispersante, estão apresentados na Tabela 1. Para facilitar o processo de produção dos compósitos, produzia-se 8 litros de mistura de cada vez.

A inserção de fibras reduziu a trabalhabilidade das misturas, tendo sido necessário ajustar os teores de dispersante, mantendo-se constante o consumo dos demais constituintes. Dessa forma, as misturas não fibrosas utilizaram teor de dispersante de 2,5%, e esse teor foi ajustado para 3,0% (teor de fibra de 0,5%), para 3,5/4,5% (teor de fibra de 1,0%), e para 5,0/6,0% (teor de fibra de 1,5%). Os maiores consumos de dispersante foram associados ao maior comprimento de fibra (50 mm), e para o teor de 1,5% de fibras não foi possível obter a condição autoadensável.

Após a produção dos compósitos e ensaios reológicos (abatimento e espalhamento através do cone de Abrams) procedeu-se à moldagem dos corpos de prova para os ensaios de retração por secagem. Foram utilizados moldes prismáticos de dimensões 7,5 cm x 7,5 cm x 28,5 cm previamente lubrificados com óleo mineral. Pinos de aço inox foram inseridos no centro das faces menores, pelo lado de dentro. A distância entre as extremidades dos pinos foi mantida igual a 250 mm, e esse valor foi usado no cálculo das deformações provenientes de retração. Após o preenchimento do molde, foi realizado adensamento com o auxílio de um vibrador de imersão. Foram moldadas três amostras para cada condição estudada (misturas não fibrosas e misturas fibrosas reforçadas com 0,5%, 1,0% e 1,5% de fibras nos comprimentos de 20 mm e 50 mm). As amostras moldadas foram envolvidas por uma manta úmida e mantidas em ambiente climatizado durante cinco dias, e após esse tempo foram desmoldadas e encaminhadas para a câmara úmida (T=21°C, UR=100%), onde permaneceram até a idade de 28 dias. Os procedimentos de moldagem e cura seguiram as recomendações da ASTM C157 (ASTM, 1991), exceto em relação ao processo de cura, tendo sido realizada cura úmida ao invés de cura em água saturada com cal.

3.5 Ensaios de retração por secagem

Os ensaios de retração por secagem foram realizados em um ambiente com temperatura e umidade relativa controladas (T=21°C±2°C, UR=60%±5%), monitorando as variações dimensionais e as variações de massa durante um período de 130 dias. O aparato para medição das leituras de comprimento consistiu em um quadro metálico rígido acoplado a um relógio comparador na parte superior, e com encaixe para posicionar a amostra verticalmente, conforme Figura 2b. Antes de cada leitura de comprimento o relógio comparador era zerado com o auxílio de uma barra de referência feita de aço inox (Figura 2a). As medidas de massa foram feitas em uma balança analítica com precisão de 0,01 g.

As deformações de retração foram calculadas de acordo com a Equação 1.

$$\varepsilon = \frac{L_t - L_i}{L} \quad (1)$$

Onde:
ε - deformação de retração por secagem;
L_t – leitura de comprimento em um instante t (mm);
L_i– leitura de comprimento inicial (após 28 dias de cura) (mm);
L – distância entre os pinos (mm).

A perda de massa ao longo do tempo foi calculada pela Equação 2.

$$W = \frac{m_t - m_i}{m_i} \times 100 \quad (2)$$

Onde:
W – perda de massa de água durante a retração por secagem (%);
m_t – massa da amostra em um instante t;
m_i – massa inicial da amostra (após 28 dias de cura).

(a) (b) (c)

Figura 2 – Etapas do ensaio de retração por secagem: (a) zerando o relógio comparador, (b) posicionando a amostra para leitura de comprimento e (c) armazenando as amostras em ambiente com temperatura e umidade relativa contoladas

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Curvas típicas (média de três determinações) de retração por secagem *versus* tempo para os compósitos reforçados com fibras de sisal nos teores de 0,5%, 1,0% e 1,5% (em relação à massa de solo seco) e nos comprimentos de 20 e 50 mm são apresentadas na Figura 3.

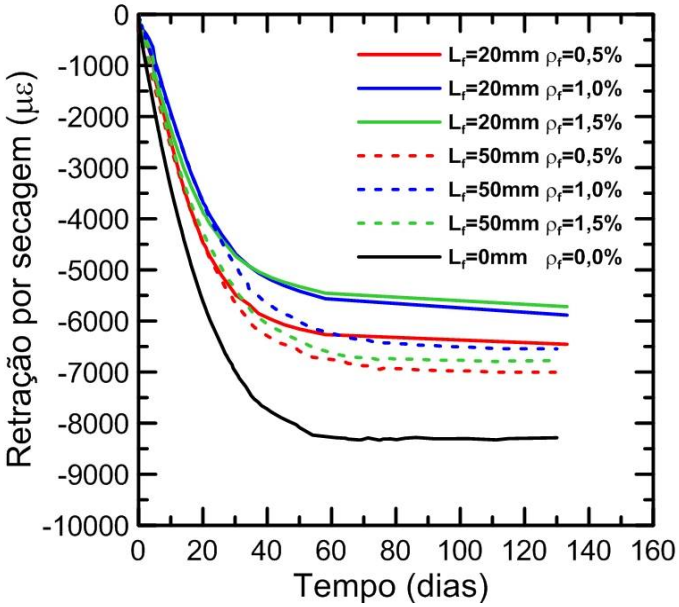


Figura 3 – Curvas típicas retração por secagem *versus* tempo - compósitos reforçados com fibras de sisal nos comprimentos de 20 mm e 50 mm. Ensaio com início aos 28 dias e duração de 130 dias

Observando as curvas de retração por secagem *versus* tempo apresentadas na Figura 3 verifica-se que a incorporação de fibras produziu redução na magnitude e na taxa de desenvolvimento da retração, em relação às misturas não reforçadas. Observa-se também que as fibras de 20 mm de comprimento foram mais eficientes na redução da retração, em relação às de 50 mm. A retração da matriz ao fim de 130 dias foi da ordem de 8.285 με, e esse valor foi reduzido para 5.700 με na situação mais otimizada (misturas reforçadas com 1,5% de fibras de 20 mm), significando uma redução de 31%. Em relação à evolução do fenômeno, houve uma variação mais expressiva das leituras de comprimento nos primeiros 50 dias, e a partir daí as leituras variaram pouco.

A influência das fibras no comportamento de retração por secagem está provavelmente associada a dois fatores: (i) as fibras de sisal apresentam rigidez da ordem de 19 GPa, valor cinco vezes superior à rigidez da matriz (4 GPa), e funcionaram como restrições "rígidas" que se opuseram às deformações de retração da pasta endurecida através de mecanismos de aderência friccional, (ii) a natureza higroscópica e hidrofílica das fibras induz uma redistribuição da umidade interna dos sistemas, potencializando a retração. Observa-se que os efeitos (i) e (ii) são antagônicos, porém nos sistemas solo-cimento-fibras de sisal estudados houve a predominância do primeiro efeito. Entretanto, estudos da literatura utilizando compósitos cimentícios reforçados com fibra de sisal e maior consumo de cimento na formulação das misturas (matriz mais rígida que a fibra) reportam a predominância do segundo efeito (Toledo Filho, 1997; Toledo Filho, Sanjuán, 1999; Toledo Filho et al, 2005).

Os resultados obtidos estão em conformidade com diversos autores que abordaram o comportamento de retração por secagem de compósitos solo-fibra (estabilizados ou não com cimento) e ressaltaram a contribuição positiva do reforço fibroso nesse comportamento: Ghavami, Toledo Filho e Barbosa (1999); Bouhicha, Aouissi, Kenai (2005); Yetgin, Çavdar, Çavdar (2008); Galán-Marín, Rivera-Gómez, Petric (2010); Quagliarini, Lenci (2010); Salgado (2010); Vega et al (2011); Aymerich, Fenu, Meloni (2012); Hamard et al (2013); Mohamed (2013); Melià et al (2014); Danso et al (2015); Eid et al (2015); Laborel-Préneron et al (2016).

Bouhicha, Aouissi e Kenai (2005) obtiveram maiores reduções da retração com a utilização de maiores comprimentos de fibra (palha de cevada), porém os resultados da presente pesquisa foram opostos. Possivelmente os maiores teores de dispersante necessários para

manter a trabalhabilidade das misturas reforçadas com fibras de maior comprimento conduziram a um maior refinamento da estrutura de poros, com maior capacidade de retenção de água por tensões de capilaridade nos microporos (Ø < 50 nanometros). Quagliarini e Lenci (2010) ressaltam que as fibras influenciam a cinética do processo de secagem, tornando-a mais lenta (em relação à misturas não fibrosas), e essa característica também pode ser observada na Figura 3, onde se observa que a taxa de evolução da retração é menor para as misturas fibrosas.

Na Tabela 2 são mostrados alguns valores de retração, obtidos a partir das curvas mostradas na Figura 3, correspondentes a determinados valores de tempo (1 dia, 7 dias, 28 dias, 60 dias e 130 dias). Verifica-se que a retração variou de 5.700 με a 8.285 με para todas as misturas no período monitorado.

Tabela 2 **-** Valores de retração por secagem obtidos a partir das curvas retração *versus* tempo

Mistura		Retração por secagem (με)				
Comprimento de fibra (mm)	Teor de fibra (ρ_f) (%)	1 dia	7 dias	28 dias	60 dias	130 dias
20	1,5	-295	-1.633	-4.575	-5.480	-5.700
	1,0	-228	-1.332	-4.504	-5.600	-5.880
	0,5	-375	-1.781	-5.305	-6.280	-6.450
50	1,0	-255	-1.405	-4.732	-6.250	-6.545
	1,5	-359	-1.844	-5.219	-6.620	-6.776
	0,5	-476	-1.944	-5.461	-6.750	-7.004
0	0,0	-548	-2.560	-6.784	-8.290	-8.285

As curvas de perda de massa *versus* tempo são apresentadas na Figura 4.

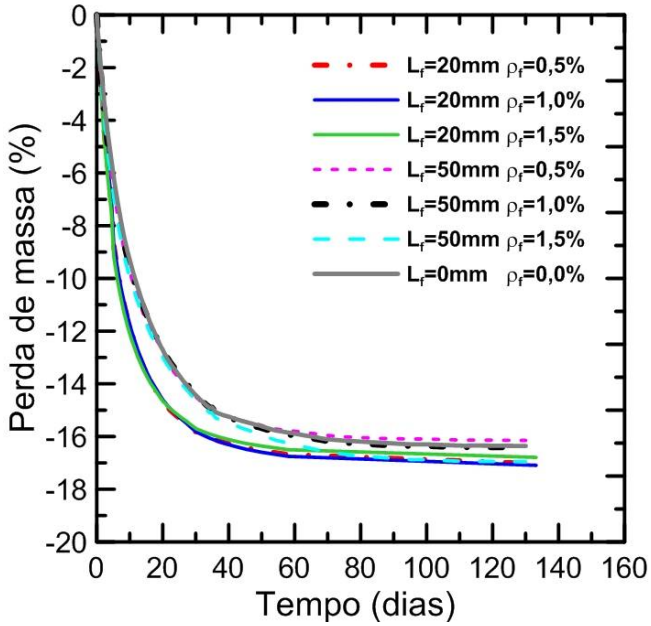


Figura 4 – Curvas típicas perda de massa versus tempo para os compósitos reforçados com fibras de sisal nos comprimentos de 20 mm e 50 mm. Ensaio com início aos 28 dias e duração de 130 dias

A influência do reforço fibroso em relação à perda de massa dos compósitos ao longo do tempo seguiu a mesma tendência da retração ao longo do tempo, e as misturas reforçadas com fibras de 20 mm apresentaram as menores perdas de massa ao longo de todo o ensaio. Ao final de 130 dias a perda de massa dessas misturas foi cerca de 17%, enquanto as misturas de referência e reforçadas com fibras de 50 mm apresentaram maiores valores de perda de massa, da ordem de 16%.

5 CONCLUSÕES

O presente estudo investigou o comportamento de retração por secagem de compósitos solo-cimento autoadensáveis reforçados com fibras de sisal nos teores de 0,5%, 1,0% e 1,5% e nos comprimentos de 20 mm e 50 mm. Com base nos resultados obtidos, as seguintes conclusões podem ser estabelecidas:

● A matriz apresentou retração por secagem ao fim de 130 dias de 8.285 με e perda de massa de 16%. Esse valor de retração foi influenciado pelos seguintes parâmetros: (i) teor de finos da matriz (finos do solo, cimento, cinza volante e metacaulinita), (ii) relação água/materiais cimentícios (igual a 2), (iii) tamanho do agregado (Ø < 4,75 mm), (iv) teor de dispersante e (v) pela ausência de compactação na etapa de produção das misturas;

● A inserção de fibras nos teores de 0,5%, 1,0% e 1,5% (em relação à massa de solo seco) e nos comprimentos de 20 mm e 50 mm reduziu a retração de até 31% (mistura com 1,5% de fibras com 20 mm de comprimento), em relação às misturas não reforçadas. O reforço fibroso contribuiu também para a redução da taxa de desenvolvimento da retração. As fibras com 20 mm de comprimento foram mais efetivas na redução da retração, em relação às fibras com 50 mm;

● A retração (ao fim de 130 dias) variou de 5.700 με a 8.285 με, e a perda de massa variou de 16% a 17%, para todas as misturas. A evolução da perda de massa ao longo do tempo mostrou que quanto maior a perda de massa de uma dada mistura maior a sua respectiva retração, demonstrando coerência entre os ensaios realizados;

● A influência das fibras no comportamento de retração por secagem foi provavelmente controlada por dois fatores: (i) as fibras funcionaram como restrições “rígidas” que se opuseram efetivamente às deformações de retração através de mecanismos de aderência friccional, em função de apresentarem rigidez (19 GPa) cerca de 5 vezes superior à rigidez da matriz (4 GPa), (ii) a natureza higroscópica e hidrofílica das fibras, induzindo uma redistribuição da umidade interna dos sistemas e potencializando a retração. Os efeitos (i) e (ii) foram antagônicos, porém nos sistemas solo-cimento-fibras de sisal investigados observou-se a predominância do primeiro efeito.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American Concrete Institute (2009). Report ACI 230.1R-09: *Report on soil cement*. Farmington Hills, MI, USA: ACI

American Society for Testing and Materials (1991). *C157: Length change of hardened hydraulic-cement mortar and concrete.* Philadelphia, USA: ASTM

American Society for Testing and Materials (2005). *C618-05*: *Standard specification for coal fly ash and raw or calcined natural pozolan for use in concrete*. Philadelphia, USA: ASTM

American Society for Testing and Materials (2008). D2487-08: Standard practice for classification of soils for engineering purposes. Philadelphia, USA: ASTM

Associação Brasileira de Normas Técnicas (1984). *NBR 6459: Solo – Determinação do limite de liquidez*. Rio de Janeiro: ABNT

Associação Brasileira de Normas Técnicas (1995). *NBR 6502: Rochas e solos*. Rio de Janeiro: ABNT

Associação Brasileira de Normas Técnicas, (1988). *NBR 7180: Solo – Determinação do limite de plasticidade:* Versão Corrigida. Rio de Janeiro: ABNT

Associação Brasileira de Normas Técnicas (1998). *NBR NM 67: Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone*. Rio de Janeiro: ABNT

Associação Brasileira de Normas Técnicas (2010). *NBR 15823-2: Concreto autoadensável. Parte 2: Determinação do espalhamento e do tempo de escoamento – Método do cone de Abrams*. Rio de Janeiro: ABNT

Aymerich, F.; Fenu, L.; Meloni, P. (2012). Effect of reinforcing wool fibres on fracture and energy absorption properties of an earthen material. *Construction and Building Materials*, v.27, p. 66-72

Belhadj, B.; Bederina, M.; Montrelay, N.; Houessou, J.; Quéneudec, M. (2014). Effect of substitution of wood shavings by barley strawa on the physico-mechanical properties of lightweight sand concrete. *Construction and Building Materials*, v.66, p. 247-258

Bouhicha, M.; Aouissi, F.; Kenai, S. (2005). Performance of composite soil reinforced with barley straw. *Cement & Concrete Composites*, v.27, n.5, p. 617-621

Brooks, F. R.; Udoeyo, F. F.; Takkalapelli, K. V. (2011). Geotechnical properties of problem soils stabilized with fly ash and limestone dust in Philadelphia. *Journal of Materials in Civil Engineering*, v.23, n.5, may, p.711-716

Ciancio, D., Jaquin, P., Walter, P. (2013). Advances on the assessment of soil suitability for rammed earth. *Construction and Building Materials*, v.42, p.40-47

Danso, H.; Martinson, D. B.; Ali, M.; Williams, J. B. (2015). Physical, mechanical and durability properties of soil blocks reinforced with natural fibres. *Construction and Building Materials*, v.101, p. 797-809.

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

Deutsches Institut für Normung (2000), DIN 4172, Modular co-ordination in building construction, Berlim: DIN

EFNARC: *The european guidelines for self-compacting concrete* (2005). The European Federation of Specialist Construction Chemicals and Concrete Systems, 68 p. Disponível em: www.efnarc.org, 68 pag, May 2005

Eid, J.; Taibi, S.; Fleureau, J.M.; Hattab, M. (2015). Drying, cracks and shrinkage evolution of natural silt intended for a new earth building material. Impact of reinforcement. *Construction and Building Materials*, v.86, p. 120-132

Formagini, S., 2005, *Dosagem científica e caracterização mecânica de concretos de altíssimo desempenho*. Tese. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro

Galán-Marín C.; Rivera-Gómez, C.; Petric, J. (2010). Clay-based composite stabilized with natural polymer and fibre. *Construction and Building Materials*, v.24, p. 1462-1468

George, K. P. (2002). Minimizing cracking in cement-treated materials for improved performance. RD123. Skokie, Il, USA: Portland Cement Association

Ghavami, K.; Toledo Filho, R. D.; Barbosa, N. P. (1999). Behaviour of composite reinforced with natural fibres. *Cement & Concrete Composites*, v.21, n.1, p.39-48

Hamard, E.; Morel, J-C,; Salgado, F.; Marcom, A.; Meunier, N. (2013). A procedure to assess the suitability of plaster to protect vernacular earthen architecture. *Journal of Cultural Heritage*, v.14, p. 109-115

Horpibulsuk, S.; Rachan, R.; Raksachon, Y. (2009). Role of fly ash on strength and microstructure development in blended cement stabilized silty clay. *Soils and Foundations*, v.49, n.1, p. 85-98

Horpibulsuk, S.; Rachan, R.; Suddeepong, A. (2011). Assessment of strength development in blended cement admixed Bangkok clay. *Construction and Building Materials*, v.25, p. 1521-1531

Kolias, S.; Kasselouri-Rigopoulou, V.; Karahalios, A. (2005). Stabilisation of clayey soils with high calcium fly ash and cement. *Cement and Concrete Composites*, v.27, n.2, p.301-313

Laborel-Préneron, A.; Aubert, J. E., Magniont, C.; Tribout, C.; Bertron, A. (2016). Plant aggregates and fibers in earth construction materials: a review. *Construction and Building Materials,* v.111, p. 719-734

Martins, A. P.; Silva, F. A.; Toledo Filho, R. D. (2012). Desenvolvimento e caracterização mecânica de compósitos solo-cimento autoadensáveis. *IV Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil*, Anais do TerraBrasil 2012. Fortaleza: Rede TerraBrasil/UFCE

Mehta, P. K.; Monteiro, P. J. M. (2008). *Concreto. Microestrutura, propriedades e materiais*. 3ª ed. São Paulo: Ibracon/Instituto Brasileiro do Concreto

Melià, P.; Ruggieri, 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

Millogo, Y.; Morel, J-C,; Aubert, J-E.; Ghavami, K. (2014). Experimental analysis of pressed adobe blocks reinforced with *Hibiscus Cannabinus* fibers. *Construction and Building Materials*, v.52, p. 71-78

Mohamed, A. E. M. K. (2013). Improvement of swelling clay properties using hay fibers. *Construction and Building Materials*, v.38, p. 242-247

Quagliarini, E.; Lenci, S. (2010). The influence of natural stabilizers and natural fibres on the mechanical properties of ancient Roman adobe bricks. *Journal of Cultural Heritage*, v.11, p. 309-314

Salgado, F. A. (2010). *Análise macro-mecânica do comportamento da terra como revestimento externo, com ou sem reforço de fibras vegetais*. Dissertação. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, DEC-PUC-RIO. Rio de Janeiro

Sedran, T. (1999). *Rheologie et rheometrie des betons. Application aux betons autonivelants.* These de Doctorat, École Nationale des Ponts et Chaussées, Paris, France, 220p.

Segetin, M.; Jayaraman, K.; Xu X. (2007). Harakeke reinforcement of soil-cement building materials: manufacturability and properties. *Building and Environment*, v.42, n.8, p.3066-3079.

Silva, A. S. M. (2004). *Dosagem de concreto pelos métodos de empacotamento compressível e Aïtcin-Faury modificado*. Dissertação. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro

Silva, F. A.; Chawla, N.; Toledo Filho, R. D. (2008). Tensile behavior of high performance natural (sisal) fibers. *Composites Science and Technology*, v.68, p.3438-3443

Taallah, B.; Guettala, A.; Guettala, S.; Kriker, A. (2014). Mechanical properties and hygroscopicity behavior of compressed earth block filled by date palm fibers. *Construction and Building Materials*, v.59, p. 161-168

Toledo Filho, R. D. (1997). *Materiais compósitos reforçados com fibras naturais: caracterização experimental*. Tese DEC-PUC-RIO/DEC-Imperial College-Londres. Rio de Janeiro

Toledo Filho, R. D.; Ghavami, K.; Sanjuán, M .A.; England, G. L. (2005). Free, restrained and drying shrinkage of cement mortar composites reinforced with vegetable fibres. *Cement & Concrete Composites*, v.27, p. 537-546.

Toledo Filho, R. D.; Sanjuán, M. A. (1999). Effect of low modulus sisal and polypropylene fibre on the free and restrained shrinkage of mortars at early age. *Cement & Concrete Composites*, v.29, p. 1597-1604

United Nations (2015). *World population prospects: The 2015 revision, key findings & advance tables.* Disponível em http://esa.un.org/unpd/wpp/publications/files/key_findings_wpp_2015.pdf, acessado em junho de 2016.

Vega, P.; Juan, A.; Guerra, M. I.; Moran, J. M.; Aguado, P. J.; Llamas, B. (2011). Mechanical characterisation of traditional adobes from the north of Spain. *Construction and Building Materials*, v.25, p. 3020-3023

Villamizar, M. C. N.; Araque, V. S.; Reyes, C. A. R.; Silva, R. S. (2012). Effect of the addition of coal-ash and cassava peels on the engineering properties of compressed earth blocks. *Construction and Building Materials*, v.36, p. 276-286

Yetgin, S.; Çavdar, Ö.; Çavdar, A. (2008). The effects of the fiber contents on the mechanic properties of the adobes. *Construction and Building Materials*, v.22, p. 222-227.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos técnicos do Núcleo de Materiais e Tecnologias Sustentáveis (NUMATS) do Programa de Engenharia Civil da COPPE/UFRJ pelo apoio na realização dos ensaios.

AUTORES

Adriana Paiva de Souza Martins, graduada em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Ouro Preto, mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2005) e doutora em

Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2014). Atualmente é engenheira da Universidade Federal do Rio de Janeiro e trabalha no NUMATS/COPPE/UFRJ. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em planejamento e execução de obras, orçamento e manutenção predial.

Flávio Andrade Silva, graduado em Engenharia Civil pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (2001), mestre em Engenharia Civil pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (2004), doutor em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2009) e Pós-doutorado na Technische Universitat Dresden (2010). Atualmente é professor do Departamento de Engenharia Civil da PUC-Rio. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Materiais Compósitos.

Romildo Dias Toledo Filho, graduado em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Paraíba (1983), mestre em Engenharia Civil pela PUC-Rio (1986) e doutor em Engenharia Civil pela PUC-Rio (1997). Atualmente é professor titular da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Tem experiência na área de Engenharia Civil com ênfase em Concreto, atuando principalmente nos seguintes temas: concreto, materiais compósitos, materiais de baixo impacto ambiental, resíduos sólidos, durabilidade, concretos refratários, pastas para cimentação e barragens de concreto.

TerraBrasil 2016
VI Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Bauru-SP (Brasil), 8 a 12 de novembro de 2016
http://faacppgarq.wix.com/terrabrasil2016
PPGARQ/FAAC-UNESP

SOLO-CIMENTO COMPACTADO: RESISTÊNCIA À TRAÇÃO POR COMPRESSÃO DIAMETRAL

Eduardo da Silva Pinto[1]; Obede Borges Faria[2]

[1] PPGARQ/FAAC/UNESP - Bauru; SP, Brasil, falecom_edu@hotmail.com
[2] DEC/FEB/UNESP - PPGARQ/FAAC/UNESP - Bauru; SP, Brasil, obede.faria@gmail.com

Palavras-chave: arquitetura e construção com terra, solo-cimento compactado, caracterização mecânica, resistência à tração, compressão diametral.

Resumo

A resistência à tração não é considerada no Brasil para dimensionamento de paredes, por supostamente não ser uma região de vulnerabilidade sísmica e também não é prevista nas normas brasileiras de solo-cimento. Entretanto, seu conhecimento pode ser útil na avaliação do desempenho estrutural de paredes de taipa (em trabalhos de intervenção no patrimônio arquitetônico), em locais sujeitos a vibrações decorrentes do tráfego de veículos, como em Ouro Preto-MG, considerando-se que esta técnica de construção com terra se baseia no mesmo princípio do solo-cimento compactado. O objetivo do trabalho foi apresentar uma proposta metodológica para determinação da resistência à tração por compressão diametral de solo-cimento compactado, utilizando corpos de prova (CP) de 5 cm x 10 cm e desenvolvendo dispositivos metálicos para confecção e ensaio desses CP. Produziu-se uma série de dez CP, com um traço previamente estudado, sendo sete para o ensaio de determinação da resistência à tração por compressão diametral e três para absorção de água. Para efeito de comparação, também foram produzidos e ensaiados três CP de 10 cm x 12,7 cm (de acordo com as normas de solo-cimento). Os ensaios foram realizados com o dispositivo da máquina universal de ensaio, próprio para CP de concreto de 10 cm x 20 cm. A resistência média à tração por compressão diametral dos CP 5 cm x 10 cm foi de 0,29 MPa e dos CP 10 cm x 12,7 cm foi de 0,57 MPa; esta grande diferença entre os resultados é discutida no trabalho. Como esperado, a resistência à tração foi muito baixa, considerando-se que a resistência à compressão axial foi de 2,58 MPa (± 0,27 MPa e coeficiente de variação 10%). Não foram encontrados trabalhos que apresentassem resultados de determinação deste parâmetro, obtidos com a mesma estratégia metodológica, impossibilitando a comparação dos resultados obtidos. Além disso, foram encontradas algumas dificuldades na realização do ensaio, que são discutidas no trabalho, juntamente com propostas para solução das mesmas.

1 INTRODUÇÃO[1]

A terra, através das mais diversas técnicas que a utilizam como material de construção, é usada em todo o mundo. Assim, uma parcela significativa da população mundial usufrui desse tipo de edificação. Minke (2005) estima que metade da população do planeta habita ou trabalha em ambientes construídos com terra.

Para atingir tal abrangência, a terra vem sendo utilizada pelo homem desde a pré-história. Faria (2011) destaca que ela foi um dos primeiros materiais de construção utilizados, juntamente com a madeira e a pedra, em suas formas brutas. Sua utilização estende-se desde construções de caráter popular até edifícios representativos e monumentais. Porém, a partir do século XIX, passa a ser deixada de lado, sendo substituída por outros materiais

[1] Este artigo é parte do trabalho de pesquisa de mestrado do primeiro autor, intitulado "Solo-cimento compactado: proposta de métodos de ensaio para dosagem e caracterização física e mecânica", em desenvolvimento.

industrializados, mantendo-se viva como alternativa para a população de baixa renda, principalmente nos países em desenvolvimento (Neves, 2011).

A partir do final do século XX, resultado da crise ambiental e energética, iniciou-se maior sensibilização para as questões relativas à sustentabilidade ambiental. Rogers e Gumuchdjian (2001) citam a crise global como estopim para uma constatação mundial de que o meio ambiente é um patrimônio frágil e limitado, e por isso, deve ser tratado com absoluto cuidado. Nesse contexto, diversas técnicas de construção com terra voltam a ganhar destaque, principalmente no âmbito acadêmico, pois a terra pode ser usada de forma a causar impacto ambiental negativo muito baixo, considerando-se: a produção local e em pequena escala (reduzindo gasto energético com transporte); que é uma matéria-prima local e abundante; o reduzido consumo de energia para a produção (o material não passa pelo processo de queima), entre outras características (Faria, 2002).

Segundo Lopes (1998) as principais técnicas de construção com terra utilizadas no Brasil são o adobe, a taipa de pilão (ou simplesmente taipa) e a taipa de mão ou pau a pique. Estas técnicas chegaram ao Brasil através dos primeiros colonizadores portugueses, não havendo evidências de que os indígenas já as utilizavam. No entanto, de acordo com Brasil (2015), os nativos das tribos Kaingáng viviam em habitações escavadas na terra (cobertas com folhas de palmeiras) até o século IX, nos estados de São Paulo e da região sul do país.

Outra técnica de construção com terra foi incentivada no Brasil, a partir dos anos 70-80 do século XX. Trata-se dos blocos de terra comprimida (BTC), estabilizados com cimento. Para este material, encontram-se normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), elaboradas nos anos 80, com apoio da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), dentre outras instituições, e revisadas em 2012. No entanto, não existem normas técnicas brasileiras para as três técnicas anteriores, quer seja para os materiais, ou para sua aplicação na elevação de paredes.

Nesse contexto, estudos que visem aperfeiçoar as técnicas de construção com terra são cada vez mais importantes, tanto para que as novas construções tenham maior qualidade, atendendo os atuais requisitos da construção civil, quanto para a preservação do patrimônio arquitetônico, com inúmeros exemplares construídos com terra.

Assim, a resistência à tração ganha importância. Atualmente, tal parâmetro não é considerado no Brasil para o dimensionamento de paredes, por supostamente não ser uma região de vulnerabilidade sísmica. Este parâmetro também não é considerado nas normas brasileiras de solo-cimento. Entretanto, seu conhecimento pode ser útil na avaliação do desempenho estrutural de paredes de taipa (técnica com mesmo princípio de produção do material estudado neste trabalho), em projetos de intervenção no patrimônio arquitetônico, em locais sujeitos a vibrações decorrentes do tráfego de veículos (por exemplo, em Ouro Preto-MG).

2 OBJETIVOS

Tendo em vista o panorama apresentado anteriormente, o objetivo geral do presente trabalho é a busca de uma estratégia metodológica para determinação da resistência à tração por compressão diametral de solo-cimento compactado.

Para que fosse atingido este objetivo, foram desenvolvidas as seguintes etapas básicas, ou objetivos específicos:

a) Projeto e execução de molde metálico para produção dos corpos de prova;

b) Coleta e caracterização do solo e do cimento utilizados;

c) Moldagem dos corpos de prova; e,

d) Realização dos ensaios para determinação da resistência à tração por compressão diametral.

3 ESTRATÉGIA METODOLÓGICA

Nesta seção são apresentados os principais procedimentos adotados na realização da etapa experimental do trabalho. Alguns destes procedimentos obedecem a normas técnicas já consagradas, outros são adaptações de normas técnicas às características particulares do material estudado e outros são propostas inovadoras, para suprir lacunas.

3.1 Projeto e execução de molde metálico para produção dos corpos de prova

Em substituição ao molde adotado pelas normas NBR 7182 (ABNT, 1988), NBR 12023 (ABNT, 2012a) e NBR 12024 (ABNT, 2012b), que propõem CP de 10,0 cm x 12,7 cm (diâmetro x altura), foi projetado o molde apresentado na figura 1, para a produção dos CP de 5 cm x 10 cm, doravante denominados simplesmente por CP 10x12,7 e CP 5x10. O molde foi produzido no Laboratório de Usinagem, do Departamento de Engenharia Mecânica, da Faculdade de Engenharia, da UNESP – Campus de Bauru.

Figura 1**.** Moldes dos CP 10x12,7 (a) e CP 5x10 (b), montados (acima) e desmontados (à direita)

O corpo do molde proposto foi projetado bipartido para facilitar a desmoldagem, em substituição ao extrator hidráulico manual, tradicionalmente utilizado, que demanda muito tempo para operação.

3.2 Coleta e caracterização do solo e do cimento utilizados

O solo utilizado no presente trabalho foi adquirido de uma empresa de terraplenagem da cidade de Bauru-SP, extraído de profundidades compreendidas entre 4 m e 6 m, isento de matéria orgânica e outras impurezas, tais como brita e cacos de vidro. Os ensaios de sua caracterização foram realizados no Laboratório de Mecânica dos Solos e no Laboratório de Estruturas e Materiais de Construção Civil, do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, da Faculdade de Engenharia, da UNESP-Campus de Bauru.

Optou-se por usar um cimento Portland de alta resistência inicial (CP V-ARI), porque este tipo de cimento atinge praticamente sua resistência máxima já aos sete dias de idade. As especificações deste cimento são dadas pela norma NBR 5733 (ABNT, 1991). Foi feita a

caracterização mínima, com determinação da massa específica, da pasta de consistência normal, do tempo de início de pega e determinação da resistência à compressão.

Não são descritos os métodos específicos dos ensaios de caracterização do solo e do cimento utilizados para a produção dos corpos de prova, visto que o objetivo geral deste trabalho é a busca de uma estratégia metodológica para determinação da resistência à tração por compressão diametral de solo-cimento compactado, e não o estudo dos materiais utilizados para a produção dos corpos de prova ou o estudo de dosagem.

3.3 Moldagem dos corpos de prova

Os CP 5x10 foram moldados por compactação, em três camadas de iguais alturas, compactadas com 10 golpes cada, número necessário para obtenção da massa específica aparente seca máxima ($\rho_{d,máx}$), previamente determinada pelo ensaio de compactação, de acordo com a norma NBR 12023 (ABNT, 2012a).

O solo preparado foi colocado no molde com o auxílio de um funil (encaixado na gola do molde), em quantidade suficiente para produzir uma camada compactada de altura igual a 1/3 da altura do CP; acomodado com uma haste própria para esta operação e compactado com o número de golpes definido. Em seguida, a superfície da camada compactada foi escarificada (com uma faca pontiaguda de mesa), para receber a segunda camada, produzida como a primeira. Sua superfície também foi escarificada, para receber a terceira e última camada.

Ao realizar a segunda camada, foi coletada uma amostra do solo em cápsula de alumínio, para determinação do teor de umidade (W) do CP.

Após a terceira camada, foi retirada cuidadosamente a gola e o excesso de solo foi removido com régua biselada, para medir a massa do conjunto CP e molde, para o cálculo da massa específica aparente seca do CP ($\rho_{d,\,sc}$) e de seu grau de compactação (GC).

Os CP 10x12,7 foram produzidos de acordo com os procedimentos e na quantidade estabelecidos pela norma NBR 12024 (ABNT, 2012b).

3.4 Realização dos ensaios para determinação da resistência à tração por compressão diametral

Foi proposto o ensaio de sete CP 5x10 para determinação da resistência à tração por compressão diametral do solo-cimento ($f_{tD,sc}$), dentre os 10 CP produzidos com cada traço. Os demais três CP foram utilizados para determinação da absorção de água, ensaio não abordado pelo presente trabalho. Para efeito de comparação, também foram ensaiados três CP 10x12,7, o mesmo número de CP recomendado pela norma NBR 12025 (ABNT, 2012c) para o ensaio de determinação da resistência à compressão. Estes ensaios foram realizados utilizando-se o dispositivo previsto na norma NBR 7222 (ABNT, 2011), para ensaio de corpos de prova cilíndricos de concreto de 10 cm (diâmetro) x 20 cm (altura). Foi adotada taxa de incremento de tensão de (0,30 $\pm$ 0,12) MPa/min, correspondente a 10% do recomendado para o concreto, que é de (3,0 $\pm$ 1,2) MPa/min. Na figura 2 são apresentados alguns aspectos da realização do ensaio.

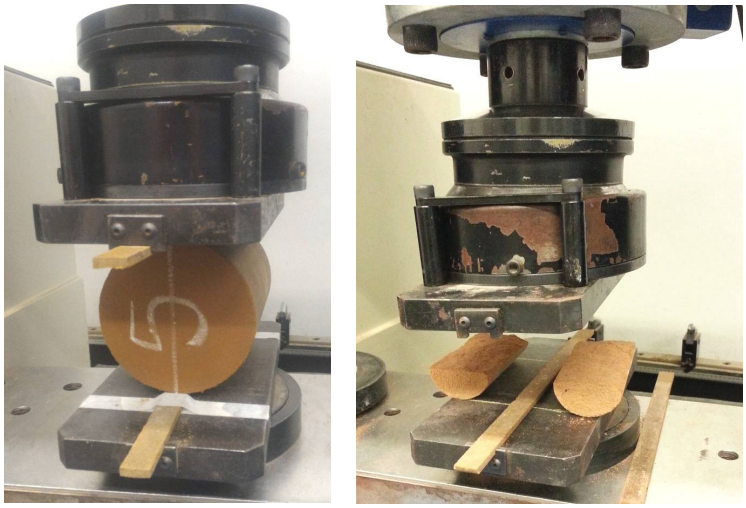


Figura 2. CP 10x12,7 em ensaio e rompido, na determinação da resistência à tração por compressão diametral

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O solo utilizado apresentou, resumidamente, as seguintes características: 72,5% de areia (45,0% fina e 32,5% média), 8,0% de silte, 14,5% de argila; limite de liquidez (LL) de 22%, limite de plasticidade (LP) de 15%, índice de plasticidade (IP) de 7%; umidade ótima de compactação ($W_{ót}$) de 11,3%, massa específica aparente seca máxima ($\rho_{d,máx}$) de 1,950 g/cm^3. O cimento atendeu às especificações da norma brasileira pertinente.

Com relação à produção dos corpos de prova, o molde proposto (figura 1) apresentou as seguintes vantagens, com relação ao estabelecido pela norma NBR 12024 (ABNT, 2012b):

- Menor consumo de material e de tempo para compactação, por corpo de prova;
- O corpo bipartido, encaixado na base e travado no topo pelo colarinho, dispensou o uso de duas porcas borboleta, reduzindo o tempo de operação;
- O corpo bipartido facilitou a extração manual do corpo de prova, dispensando o uso do extrator hidráulico, já mostrado na figura 3.10 (capítulo anterior).

No entanto, ao longo do uso, apresentou os seguintes problemas:

- O pouco espaço entre os parafusos verticais de fixação dificultou a remoção do colarinho, para extração do corpo de prova;
- O corpo bipartido frequentemente provocou a ruptura diametral dos corpos de prova, ao tentar extraí-los do molde;
- Nem sempre a ruptura citada no item anterior era completa e perceptível, sendo notada apenas no momento do ensaio de determinação da resistência à compressão ou à tração.

Neste momento, estão sendo estudadas soluções de projeto para estes problemas e, após a produção de um novo molde, os ensaios serão refeitos, para avaliação de possíveis discrepâncias.

Nas tabelas 1 e 2 são apresentados os resultados dos ensaios de todos os corpos de prova, representados graficamente nas figuras 3 e 4. Os resultados médios encontrados são:

- CP 5x10: $f_{tD,sc}$ = (0,29 $\pm$ 0,04) MPa e CV = 11,97%
- CP 10x12,7: $f_{tD,sc}$ = (0,57 $\pm$ 0,06) MPa e CV = 9,78%

Tabela 1. Resultados do ensaio de determinação da resistência à tração, por compressão diametral dos CP 5X10 (f_{tD}), com as respectivas cargas de ruptura ($F_{tD,max}$), para 6% de cimento, valores médios, desvio padrão (Sd) e coeficiente de variação (CV)

CP nº	$F_{tD,max}$ (kgf)	f_{tD} (MPa)
1	206,70	0,26
2	215,86	0,27
3 (R)	371,65	0,46
4	260,66	0,32
5 (R)	155,79	0,19
6	257,61	0,32
7 (R)	140,51	0,18
Média ± Sd (CV %) (1)	235,20 ± 27,91 (11,87)	0,29 ± 0,04 (11,97)
Média ± Sd (CV %) (2)	229,83 ± 77,49 (33,72)	0,29 ± 0,09 (33,20)

(1) Excluindo-se os CP rejeitados e marcados com (R)
(2) Considerando-se todos os sete CP

Os CP 3, 5 e 7 foram rejeitados porque apresentaram resultados muito discrepantes dos demais, estratégia válida quando se trabalha com resultados experimentais. Os CP 3 e 5 apresentaram resultados muito baixos, além de aparentarem indícios de ruptura prévia (durante a desmoldagem). O CP 7 apresentou resultado muito alto. Estas discrepâncias ficam evidenciadas quando se calculam os parâmetros estatísticos sem rejeição, considerando-se todos os corpos de prova, conforme apresentado na tabela 1. A média da resistência à tração, com e sem rejeição, se manteve inalterada (0,29 MPa), porém, o coeficiente de variação aumentou de 11,97% (com rejeição) para 33,20% (sem rejeição), o que seria classificado por Correa (2003, p.60) como "alta dispersão". De acordo com esta autora, uma distribuição estatística precisa apresentar coeficiente de variação de, no máximo, 15% para ser considerada de "baixa dispersão", o que aconteceu quando se rejeitaram os valores discrepantes na tabela 1.

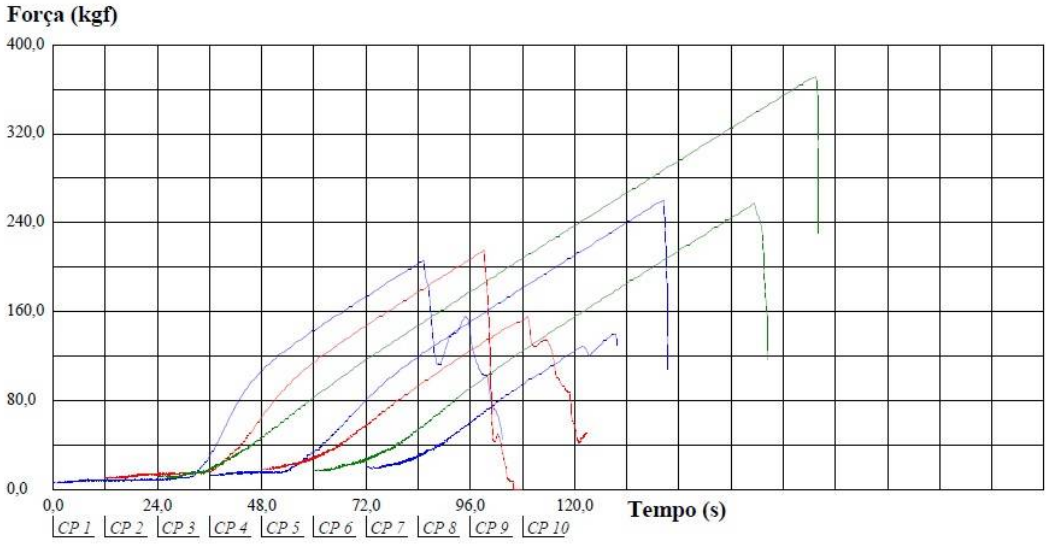


Figura 3. Gráficos do ensaio de determinação da resistência à tração por compressão diametral dos CP 5x10

Tabela 2. Resultados do ensaio de determinação da resistência à tração, por compressão diametral dos CP 10X12,7 (f_{tD}), com as cargas de ruptura ($F_{tD,max}$), para 6% de cimento, valores médios, desvio padrão (Sd) e coeficiente de variação (CV)

CP nº	$F_{tD,max}$ (kgf)	f_{tD} (MPa)
1	1.293,14	0,62
2	1.164,84	0,56
3	1.057,93	0,51
Média ± Sd (CV %)	1.171,97 ± 117,77 (10,05)	0,56 ± 0,06 (9,78)

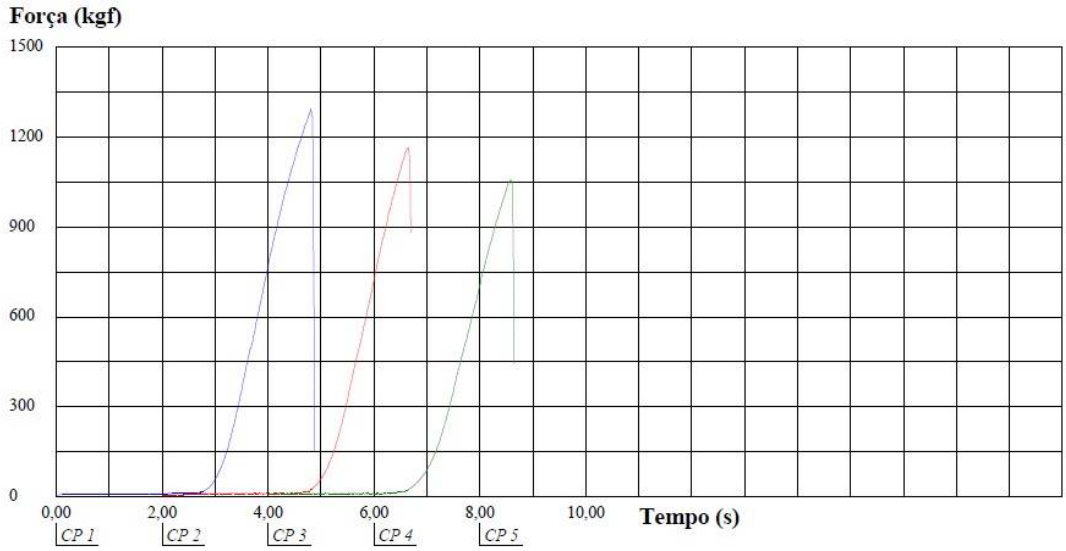


Figura 4**.** Gráficos do ensaio de determinação da resistência à tração por compressão diametral dos CP 10x12,7

Comparando-se os resultados dos ensaios dos dois tamanhos de corpos de prova, nota-se que:

- O resultado médio de $f_{tD,sc}$.do CP 5x10 foi praticamente a metade do CP 10x12,7, mesmo tendo sido excluídos os 3 corpos de prova mais discrepantes dos CP 5x10 (CP números 3, 5 e 7);
- O coeficiente de variação dos resultados do CP 10x12,7 (9,78%) foi ligeiramente inferior ao do CP 5x10 (11,97%), mesmo considerando-se praticamente o mesmo número de corpos de prova, ou seja, 3 CP 10x12,7 e 4 CP 5x10; e,
- Caso se considerem todos os 7 CP 5x10, a dispersão de seus resultados seria muito maior que a dos CP 10x12,7 (coeficiente de variação CV de 33,20% contra 9,78%).

São poucos os trabalhos encontrados na literatura, que tratam da resistência à tração por compressão diametral de solo-cimento compactado. Milani e Freire (2006) utilizaram solo com 9% de argila, 19% de silte e 72% de areia (semelhante ao do presente trabalho), moldaram CP 10x12,7 com 8% de cimento e obtiveram $f_{tD,sc} = (0,33 \pm 0,09)$ MPa e CV = 26,7% aos 7 dias de idade; portanto, inferior ao do presente trabalho (0,57 MPa) e com grande dispersão. No entanto, estes autores utilizaram cimento CP-III-40 RS e não explicitaram as possíveis adaptações realizadas no método adotado, o da norma NBR 7222 (ABNT, 2011).

Parente et al. (2002) utilizaram solo com 18% de argila, 12% de silte e 70% de areia (semelhante ao do presente trabalho); moldaram corpos de prova com 10 cm de diâmetro e 5 cm de altura (diferente dos dois CP do presente trabalho) e, para 7% cimento, aos 7 dias de idade obtiveram $f_{tD,sc} = 0,37$ MPa. No entanto, utilizaram cimento CP-II E32, não

apresentaram parâmetros de dispersão (desvio padrão e CV) e não explicitaram o método de ensaio adotado. Portanto, não são possíveis comparações.

Falcão e Soares (2015) utilizaram um solo laterítico (composição granulométrica não declarada), moldaram corpos de prova com 10,16 cm de diâmetro e 6,3 cm de altura e, para 7% de cimento, obtiveram $f_{tD,sc}$ = 0,18 MPa. No entanto, não especificaram o tipo de cimento, não informaram o método de compactação, a idade do CP e os parâmetros de dispersão dos resultados, além de terem adotado um método de ensaio não detalhado (citado apenas como "ME 138, DNER, 1994"). Portanto, também não é possível realizar comparações, mas os autores apresentam revisão bibliográfica e fundamentação teóricas muito consistentes e comentam sobre as dificuldades e incertezas dos resultados.

Mesmo para o concreto, supostamente um material mais homogêneo e sobre o qual se tem maior domínio do processo de produção, a realização deste ensaio é bastante delicada, apresentando dificuldades no perfeito posicionamento dos corpos de prova no dispositivo de ensaio, de modo que a aplicação da carga seja exatamente diametral. Com isso, também ocorrem dispersões de resultados[2].

No caso do presente trabalho, estas dificuldades foram ampliadas e os resultados podem ser considerados pouco confiáveis pelos seguintes motivos:

- Há evidência de defeitos causados pelos moldes aos corpos de prova, como já apontado;
- Foi utilizada a célula de carga com capacidade para 30.000 kgf (padrão da máquina de ensaios), que apresenta pouca precisão para o baixo nível das cargas deste ensaio (da ordem de 300 kgf), porque não seria possível acoplar o dispositivo de aplicação de carga padrão da norma NBR 7222 (ABNT, 2011); e,
- Mesmo tendo sido utilizado um gabarito (para posicionamento dos CP 5X10), por estes serem de dimensões reduzidas, pequenos desvios já afetam os resultados.

Para tentar minimizar estes problemas, serão produzidos novos corpos de prova, a serem ensaiados com o auxílio de um dispositivo mais apropriado para ensaio dos CP 5x10, já projetado e em processo de produção, cujo cutelo de aplicação de carga pode ser acoplado em uma célula de carga do tipo "Z", com capacidade de carga de 2.000 kgf, que oferece mais precisão para os níveis de carga deste ensaio.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mesmo sendo um material milenar, a terra caiu em desuso como material de construção, prevalecendo os materiais industrializados. Pórém, volta a ganhar força, principalmente no âmbito acadêmico, devido aos problemas ambientais resultantes do atual estilo de vida e de consumo da população. Uma série de estudos científicos vem sendo realizados com o intuito de desenvolver e padronizar essas técnicas, para que possam atender aos atuais requisitos de desempenho das edificações.

Nesse sentido, o conhecimento da resistência à tração (importante parâmetro para o dimensionamento de paredes) deve ser considerado, mesmo o Brasil não sendo uma região de vulnerabilidade sísmica, pois tal parâmetro pode ser útil na avaliação do desempenho estrutural de paredes construídas com terra, seja em novas construções ou em trabalhos de intervenção no patrimônio arquitetônico, principalmente em locais sujeitos a vibrações decorrentes do tráfego de veículos ou de outras fontes.

[2] Conforme atesta o prof. Obede B. Faria, que realiza estes ensaios semestralmente há 14 anos (de acordo com a norma NBR 7222:2011), em suas aulas de Laboratório de Materiais de Construção Civil I, para o Curso de Graduação em Engenharia Cvil, na FEB/UNESP-Bauru. No entanto, seus resultados não estão compilados e publicados.

Como apresentado ao longo do trabalho, algumas dificuldades foram encontradas durante a realização dos ensaios, como a ruptura diametral de parte dos corpos de prova de 5 cm x 10 cm, assim como a discrepância entre os resultados desses CP, com os de 10 cm x 12,7 cm. Além disso, nos poucos trabalhos encontrados, nos quais são apresentados resultados de determinação da resistência à tração por compressão diametral, a estratégia metodológica não é clara o suficiente para que sejam realizadas comparações consistentes e conclusivas. Contudo, propostas para mitigar tais dificuldades foram estudadas pelos autores deste trabalho e já estão sendo colocadas em prática, para que novos ensaios sejam realizados e tragam maior confiabilidade ao processo, assim possibilitando a realização de trabalhos similares por outros laboratórios, difundindo esse conhecimento e validando cada vez mais seus resultados.

O presente trabalho é parte da dissertação de mestrado do primeiro autor, que propõe uma série de alterações nos ensaios hoje realizados, desde a dimensão dos corpos de prova, até o projeto de um novo molde para os produzir e um novo dispositivo para realizar o ensaio de resistência à tração por compressão diametral, visando iniciar uma discussão com outros pesquisadores, para proposta de revisão das normas brasileiras para solo-cimento, junto à ABNT, possibilitando até a elaboração de normas técnicas sobre outras técnicas de construção com terra, a exemplo da discussão em andamento no "Comitê Brasileiro CB-02" da primeira norma brasileira para alvenaria de adobes. Para esta discussão se encontra em funcionamento a "Comissão de Estudos de Construções com Terra" (denominada CE-002:123.009), que já aprovou no dia 10/08/2016[3] o texto do projeto de norma (PN) para consulta nacional.

Dessa forma, com a possibilidade de respaldo de normas técnicas para sua caracterização, as técnicas de construção com terra poderão ser inseridas no mercado da construção civil juntamente com os demais materiais de construção, sem relação de inferioridade ou superioridade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas (1988). NBR 7182: Solo: ensaio de compactação. Versão corrigida. Rio de Janeiro: ABNT

Associação Brasileira de Normas Técnicas (1991). NBR 5733: Cimento Portland de alta resistência inicial. Rio de Janeiro: ABNT

Associação Brasileira de Normas Técnicas (2011). NBR 7222: Concreto e argamassa: determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro: ABNT

Associação Brasileira de Normas Técnicas (2012a). NBR 12023: Solo-cimento: Ensaio de compactação. Rio de Janeiro: ABNT

Associação Brasileira de Normas Técnicas (2012b). NBR 12024: Solo-cimento: moldagem e cura de corpos de prova cilíndricos: procedimento. Rio de Janeiro: ABNT

Associação Brasileira de Normas Técnicas (2012c). NBR 12025: Solo-cimento: ensaio de compressão simples de corpos de prova cilíndricos: método de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT

Brasil, K. (2015). Livro descreve as casas subterrâneas dos índios Kaingáng. Disponível em: http://amazoniareal.com.br/livro-descreve-as-casas-subterraneas-dos-indios-kaingang/ Acesso em: 09 jul. 2016

Correa, S. M. B. B. (2003). Probabilidade e estatística. Belo Horizonte: PUC Minas Virtual, 2.ed., 116 p. Disponível em: http://www.sema.edu.br/editor/fama/livros/educacao/ESTATISTICA/livro_probabilidade_estatistica_2a_ed.pdf Acesso em: 05 fev. 2016

[3] Comunicação pessoal do prof. Obede B. Faria, coordenador da CE-002:123.009

Falcão, M. F. B.; Soares, J. B. (2015). Considerações sobre o ensaio de compressão diametral no estudo de materiais para pavimentação. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/267254059 Acesso em: 06 ago. 2016

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, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. Disponível em: http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-10022003-103821/ Acessado em 2 dez.2015

Faria, O. B. (2011). Identificação e seleção de solos. In: Neves, C.; Faria, O. B. (Org.). Técnicas de construção com terra. Bauru: FEB-UNESP/PROTERRA. p. 12-15. Disponível em: http://www.redproterra.org. Acesso em: 03 jan. 2016

Lopes, W. G. R. (1998). Taipa de mão no Brasil: levantamento e análise de construções. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) - Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) da Universidade de São Paulo (USP), São Carlos

Milani, A. P. S.; Freire, W. J. (2006). Características físicas e mecânicas de misturas de solo, cimento e casca de arroz. Revista Eng. Agrícola, Jaboticabal, v.26, n.1, p.1-10, jan./abr. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/eagri/v26n1/30090.pdf Acesso em: 06 ago. 2016

Minke, G. (2005). Manual de construcción en tierra. Montevideo: Fin de Siglo.

Neves, C. (2011). Introdução. In: Neves, C.; Faria, O. B. (Org.). Técnicas de construção com terra. Bauru: FEB-UNESP/PROTERRA,. p. 12-15. Disponível em: http://www.redproterra.org. Acesso em: 03 jan. 2016

Parente, E. B.; Parreira, A. B.; Soares, J. B. (2002). Avaliação do comportamento mecânico de um solo laterítico e de outro não laterítico estabilizados com cimento. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/242243712 Acesso em: 06 ago. 2016

Rogers, R.; Gumuchdjian, P. (2001) Cidades para um pequeno planeta. Barcelona: Editoria Gustavo Gili

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos técnicos dos Laboratórios de Construção Civil e de Mecânica dos Solos, do DEC/FEB/UNESP *Israel Luiz P. dos Santos* e *Gustavo Pinheiro*, técnicos dos Laboratórios de Construção Civil e de Mecânica dos Solos, do DEC/FEB/UNESP, pelo apoio com os ensaios de laboratório. Ao *Professor Doutor Roger Augusto Rodrigues*, pela orientação e auxílio na interpretação dos resultados dos ensaios com o solo. E a todos que de alguma forma, tenham contribuído para a realização deste trabalho.

AUTORES

Eduardo da Silva Pinto, arquiteto e urbanista; mestrando do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação (FAAC) da UNESP-Bauru; agente de fiscalização no Conselho de Arquitetura e Urbanismo de SP (CAU-SP), escritório de Bauru-SP. Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/5277283648690948

Obede Borges Faria, Doutor em ciências da engenharia ambiental; mestre em arquitetura e urbanismo; engenheiro civil; professor do Dep. de Engenharia Civil e Ambiental da Faculdade de Engenharia de Bauru, da Universidade Estadual Paulista (UNESP); professor do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação (FAAC) da UNESP-Bauru; membro da Rede Ibero-Americana PROTERRA e da Rede TerraBrasil. Currículo completo em: http://lattes.cnpq.br/2435383614704158

TerraBrasil 2016
VI Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Bauru-SP (Brasil), 8 a 12 de novembro de 2016
http://faacppgarq.wix.com/terrabrasil2016
PPGARQ/FAAC-UNESP

DESCRIÇÃO DA TÉCNICA DE CONSTRUÇÃO COM TERRA ESTABILIZADA COMPACTADA NA AUSTRÁLIA

Rodrigo Amaral do Prado Rocha[1], Pedro Henryque Melo de Oliveira[2]

[1]OlneeConstruction, Melbourne, Austrália,arqrodrigoamaral@gmail.com
[2]UFU,Uberlândia, MG, Brasil,pedrohenryque@hotmail.com

Palavras chave: Terra estabilizada compactada (TEC), construção com terra na Austrália, produção arquitetônica australiana, desenvolvimento de técnica construtiva

Resumo

A técnica construtiva conhecida por *rammed earth,*correspondente à taipa de pilão realizada no Brasil etraduzida como terra estabilizada compactada (TEC), há décadas vem sendo utilizada na construção civil australiana. Essa experiência realizada em várias regiões da Austrália acumula avanços técnicos importantes para execução de obras em TEC, sendo destacados neste estudo um pouco dos avanços relacionados aos detalhes construtivos, ao traço do material, aos cuidados na execução, à montagem das formas e às patologias de construção, que podem tanto ser apropriadas quanto pesquisadas para a taipa de pilão. O presente artigo tem o objetivo de informar e atualizar profissionais e estudantes sobre uma tecnologia em desenvolvimento que faz uso da terra como o material de construção, com informações relevantes para a produção contemporânea em terra. Pretende-se compartilhar experiências construtivas e de projeto que possam ser úteis à ampliação do conhecimento sobre os limites e necessidades construtivas e assim contribuir para a pesquisa sobre sua cadeia produtiva, desde o fornecimento de material até sua manutenção. Através de um relativo acúmulo de conhecimento produzido até hoje acerca da técnica em questão, é possível romper com alguns preconceitos ou deturpações sobre o uso da terra como material de construção. Parte desse conhecimento e experiência é aqui compartilhado e estudado com a intenção de contribuir para a ampliação do conhecimento e divulgação da TEC.

1. INTRODUÇÃO

Construir com terra atualmente vai ao encontro de questões fundamentais para arquitetura contemporânea, haja vista sua participação na alteração do meio ambiente,da poluição e do consumo de recursos naturais de um modo geral causados pela indústria da construção.De acordo com John (2000) citado por John, Silva e Agopyan (2001,p.92)

> a indústria da construção e seus produtos consome aproximadamente 40% da energia e dos recursos naturais e gera 40% dos resíduos produzidos por todo o conjunto de atividades humanas, mas podem atingir até 75%, como no caso dos EUA.

Este artigo trata da caracterização e divulgação da técnica construtiva chamada terra estabilizada compactada (TEC) praticada na Austrália, equivalente à técnica conhecida no Brasil como taipa de pilão. Inicia com a introdução do tema com a visão geral do método de construção, destacando características e particularidades de sua produção; em seguida, detalha procedimentos da produção agrupados em quatro partes: a primeira tratada fabricação e utilização das fôrmas;a segunda acercada proporção dos materiais e da composição do material construtivo; a terceira aborda detalhes de projeto; e a quarta expõe detalhes da execução da técnica construtiva em questão.Um último item é destinado aos vícios de construção, que são tratadas como manifestações patológicas identificadas e passíveis de serem evitadas,desde que observadas as condições de produção,

notadamente o projeto, a composição dos materiais, a execução e a manutenção da edificação produzida.

Espera-se poder contribuir não só para a divulgação da TEC, mas estimular o uso da taipa de pilão no Brasil, como uma via possível de enfrentamento dessa realidade poluente e degradante que se encontra a indústria da construção.

2. O MÉTODO AUSTRALIANO DE TERRA ESTABILIZADA COMPATACTADA (TEC)

A vasta produção de construções com terra na Austrália obedece a uma particularidade com relação a outros países, como bem ressaltado por Guyet (2014):

> Ao contrário da maioria dos países, a história do uso da terra nas construções na Austrália estende-se há poucas centenas de anos atrás. Essa falta de associação com a história antiga pode explicar por que a produção arquitetônica de edifícios com terra na Austrália está prosperando.

O procedimento tradicional para a execução de obras em terra compactada estabilizada é feito a partir de fôrmas de madeira travadas por guias verticais externas, fixas ou móveis,preenchidas com uma mistura de solo com estabilizantes. Esta estabilização feita principalmente com cimento,difere da técnica de taipa de pilão que utiliza somente a terra, tendo a argila como aglomerante natural ou,talvez, a cal.De maneira resumida, a execução da TEC pode ser descrita em duas etapas. Na primeira, faz-se a montagem das fôrmas para colocar o material em camadas de 15 a 30 centímetros e, em seguida,compacta-se cada camada até atingir a altura final da parede. A segunda etapa ocorre no dia seguinte, quando é realizada a retirada das fôrmas, ou a desforma, que marca o início do processo de cura da parede. Não há a necessidade de fazer qualquer acabamento ou impermeabilização da parede.A altura das camadas define a quantidade de linhas de compactação, evidentes na face da parede como mostra a Figura 1.

Figura 1. Tipos diferentes de terra estabilizada compactada na fachada da construtora Olnee Constructions (Foto: Rodrigo Rocha, 2015)

O método de construção da TEC australiana traz alterações importantes se comparada com a técnica tradicional de se construir com terra apiloada. Devido ao travamento horizontal das fôrmas metálicas,sem a necessidade de guias externas, o operário pode apiloar o material de fora das fôrmas. Ele fica sobre plataformas metálicas apoiadas em cantoneiras metálicas engastadas nas próprias fôrmas,agilizando assim o processo construtivo e possibilitando um trabalho contínuo e eficiente, além de permitir paredes com até 20 cm de espessura.

Geralmente, a execução de uma parede com medidas de 4 m de comprimento por 3 m de altura e com espessura de 30 cm, demanda em torno de 8 horas de trabalho com quatro operários. Esse trabalho é dividido em dois momentos: um primeiro em que dois operários fazem a mistura da massa enquanto os outros dois fazem a montagem das formas, o que leva cerca de 30 minutos, normalmente. Em um segundo momento, um operário revira a

massa, outros dois colocam o material dentro das formas e o último apiloa este material com o uso de um compactador pneumático.

2.1. Produção da TEC

Para iniciar a produção da TEC é preciso atentar para a obtenção do material de construção, que não se restringe apenas à terra do local do canteiro de obras. Na Austrália os fornecedores de solo e agregados de construção, geralmente localizados nas intermediações entre campo e cidade, são responsáveis por providenciar diferentes tipos de agregados com granulometrias diversas, além de fazerem o trabalho de triturar e reutilizar concreto e tijolos. A diversidade e disponibilidade de solos e agregados são fundamentais para a produção e difusão das paredes de TEC. Sendo este geralmente o cascalho de terra argilosa e cascalho de argila-arenosa.

A execução pode ser entendida como simples e descrita por um sistema construtivo que envolve apenas quatro operários no canteiro, sendo dois com experiência em carpintaria, alvenaria e concreto armado, e os outros dois podendo ser iniciantes. O fundamental é a etapa de projeto. Muitos arquitetos e engenheiros na Austrália são capacitados a projetar e calcular para TEC, o que fomenta e amplia a produção e consequentemente possibilita que mais operários saibam como trabalhar corretamente com essa técnica construtiva.

Depois de obter o material e ponderar sinteticamente sobre sua execução, concentra-se nas especificidades das fôrmas usadas para a execução das paredes, pois estas são diferentes das destinadas à construção em concreto armado. Geralmente, as fôrmas são produzidas pelos próprios operários de TEC,toda em madeira ou com um esqueleto metálico. A figura 2 apresenta os principais instrumentos e ferramentas necessárias para a realização da obra em TEC e a figura 3 demonstra o uso de formas com ou sem andaime acoplado.

Figura 2. Equipamentos necessários para a execução da terra estabilizada compactada (Foto: Oliver Petrovic, 2014)

Figura 3. Exemplos de utilização de fôrmas e de fôrmas com plataformas metálicas apoiadas em cantoneiras para execução de paredes em TEC (Fonte: Rodrigo Rocha, 2015)

a) Fabricação e utilização da fôrma

A fôrma utilizada predominantemente na Austrália foi desenvolvida na cidade de Perth, no estado da Austrália Ocidental. Após vários anos utilizando fôrmas com estrutura de madeira com chapa de compensado,com ferramentas e equipamentos específicos (tais como: colunas de travamento, parafusos, espaçadores, andaime e outros mais), operários verificaram que poderiam aumentar o rendimento de produção das paredes a partir da utilização de fôrmas com estrutura metálica e chapa de compensado. Essas fôrmas possuem dimensões fixas entre 30 e 60 centímetros altura e 240, 180, 120 ou 90centímetros de comprimento, pesando entre 10 e 30 kg. Adota-se, geralmente, a padronização de medidas em múltiplos de 30 cm para a altura das paredes, evitando finalizar a parede dentro da fôrma, garantindo o topo da parede em nível com o topo da forma.

As fôrmas,como mostra a figura 4, são estruturadas por peças pré-fabricadas metálicas soldadas, um padrão desenvolvido a partir da necessidade de customizar as fôrmas. Uma chapa de compensado é parafusada no esqueleto metálico e depois, na parte superior e inferior da fôrma são feitos furos de 1,5 cm de diâmetro a cada 15 cm ao longo da maior extensão. Esta quantidade de furos facilita o processo de montagem das fôrmas, porém ao desformar, os furos ficam evidentes na face acabada das paredes. Uma camada de resina de fibra de vidro é aplicada sobre a superfície do compensado, garantindo assim sua impermeabilização, por conseguinte, maior durabilidade à fôrma, já que, além de proteger a madeira em contato com a terra, facilita a etapa de desforma e assim garante a qualidade da superfície da parede acabada.

Figura 4. Fabricação de fôrmas metálicas e utilização das fôrmas na execução (Fotos: Rodrigo Rocha, 2015)

b) Materiais e mistura

A estabilização da taipa de pilão com o uso de cimento possibilita aplicação em ambientes externos, assim como elimina a necessidade de rebocar ou revestir a parede.

De acordo com Ciancio e Beckett (2015),a quantidade aceitável é de5% a 15% de cimento, em termos de garantia de esforços estruturais, longevidade, estabilização e capacidade de suportar cargas em compressão. Segundo Dobson (2015), 10% de umidade na mistura é o ideal para se garantir a resistência à compressão de 2,5 a5 MPa (25 a 50 kgf/cm²),o suficiente para utilizar a TEC como alvenaria de vedação, de acordo com Middleton (1992).

Os tipos de solos utilizados para a produção de TEC na Austrália variam de acordo com as necessidades do projeto e da utilização das paredes. De acordo com Middleton (1992), normalmente utilizam-se um ou dois tipos de solos, sendo estes com máximo de 2% de matéria orgânica, livre de folhas e gravetos, entre 5% e 20% de argila e silte, mínimo de 20% de areia e pedras não superiores a 40 mm e um teor de umidade entre 4% e 12%. Em alguns casos utiliza-se também concreto triturado, assim como tijolos maciços triturados como agregados, materiais provenientes de desperdícios e restos de construções convencionais.

São adicionados aditivos à mistura a fim de melhorar a durabilidade da parede.Recomenda-se o uso de 1% de *plasticure*, produto que, adicionado à mistura, repelente à água, sal e mofo, além de reforçar a estrutura. Esse produto também é utilizado para concreto de baixo *slump*,ou seja, para concretos de baixa consistência, cuja sua função é garantir a resistência a longo prazo contra intempérie e deterioração.

Para a mistura ideal utiliza-se uma mini-carregadeira, que revira os materiais e garante sua uniformidade, já que, devido à baixa umidade da mistura, a betoneira ou misturador não conseguem resultado satisfatório, pois parte da mistura fica retida em suas paredes e palhetas. A mini-carregadeira, além de agilizar a mistura dos materiais, é capaz de colocar a mistura no interior das formas até a 3 m de altura.

Após a desforma das paredes, nas faces externas das paredes, é aplicado um selador incolor, capaz de penetrar nos capilares no material compactado e tornar o substrato repelente a água. Ao reduzira absorção a água, reduz-se também a possibilidade de manifestação da eflorescência e da ação de outros produtos à base de água, que são responsáveis pela maior parte da degradação em estruturas de taipa. O fabricante do produto geralmente utilizado[1] garante que a aparência dos substratos e a permeabilidade ao vapor não é alterada significativamente.

c) Detalhes de projeto

Conhecer as possibilidades e saber projetar para TEC é essencial para um projeto adequado às necessidades e às capacidades da técnica, que se assemelha ao concreto armado, pois se trata de paredes autoportantes, com propriedades estruturais suficientes para suportar cargas de compressão. Para a alvenaria estrutural, utiliza-se uma estrutura metálica no interior da parede, feita com barras de aço de 12 mm de diâmetro a cada 50 cm na vertical e duas barras 12 mm de diâmetro a cada 60 cm na horizontal, com ao menos 20 MPa (200 kgf/cm²) de resistência à compressão, conectando a estrutura de concreto da fundação com as vigas superiores ou diretamente com as vigas do telhado.No caso de construções de torres, tal como a apresentada na figura 5, é necessário a utilização de armação metálica no interior da parede em toda sua extensão.

[1]www.techdry.com.au

Figura 5 - Exemplo de execução de torre de 12 metros de altura de TEC armada (Fotos: Oliver Petrovic, 2014)

De acordo com Ciancio e Beckett (2015), a parede de TEC atinge resistência cerca de 2 MPa a 47 MPa (20 kgf/cm^2 470 kgf/cm^2), variação dada pela quantidade de estrutura metálica embutida na parede, granulometria dos agregados, pressão de compactação e quantidade de cimento e água na mistura.

A depender do projeto e da execução, Krayenhoff (2015) confirma o valor de resistência à compressão de 47 MPa (470 kgf/cm²) para a parede de TEC com estrutura metálica, que é semelhante a de uma parede de concreto armado.

Quanto à face da parede, deve-se projetar uma diagramação da posição das fôrmas, sendo elas sobrepostas ou intertravadas, pois sua posição interfere na aparência final da parede.

Com um projeto executivo finalizado é possível executar as instalações elétricas e hidráulicas dentro das paredes, como mostra a figura 6, porém qualquer alteração futura torna-se inviável.Ligações com vigas e pilares estruturais possibilita a TEC interagir com outros materiais como aço e madeira, assim como com outras técnicas construtivas, conforme ilustra a figura 7.Para se executar lareiras e fornos em TEC, utiliza-se uma forma metálica com a forma desejada dentro da parede. Constrói-se uma parede maciça embaixo, em volta e acima da forma metálica; a tubulação de saída de ar deve ser centralizada e termina acima da superfície final da parede. Para a finalização do topo da parede, em casos externos e exposto a sol e chuva, deve-se aplicar uma mistura de água e *plasticure*, ou, assim como executado no Brasil e em outros países, adiciona-se maior quantidade de cimento na última camada da parede.

Figura 6. Exemplos de detalhes de instalação elétrica embutida, coluna metálica embutida e contraste com aço corten (Foto: Rodrigo Rocha, 2015)

Figura 7. Exemplos de conexões de piso em madeira e viga metálica para cobertura
(Fotos: Oliver Petrovic, 2014)

d) Detalhes de execução

Ao iniciar a construção da parede coloca-se uma massa forte e espessa de cimento e água sobre a fundação para impermeabilizar e funcionar como transição de superfícies, além de aumentar a estabilidade da parede.

Para se executar vigas em TEC utilizam-se perfis metálicos em “T” conectados a colunas metálicas dentro da parede. Para evitar o aparecimento de fissuras devido à diferenciação de movimentos entre estrutura metálica e a parede de TEC, recomenda-se revestir a coluna metálica com material com propriedade isolante, tal como a espuma de etileno-propileno-diendo (EPDM) expandido ou inserir outros isolantes no material compactado, conforme ilustrado da figura 8.

Figura 8. Exemplo de parede curva armada com poliestireno extrudido, viga de TEC armada com fita de espuma de EPDM expandido com junta de dilatação
(Fotos: Oliver Petrovic e Rodrigo Rocha, 2014)

A utilização de perfil metálico em “T” possibilita vãos de até 10 m. Para vãos com até 4 m sugere-se utilizar apenas duas barras de aço de 12mm de diâmetro a cada 20 cm na horizontal, conectando as paredes laterais e suportando o movimento de tração da viga. Para executar a parede na parte acima do perfil metálico, monta-se a forma sobre vigotas de madeira aparafusadas na parede temporariamente, além de colunas em madeira feitas *in loco* como sustentação da viga até o momento da desforma (figuras8 e 10).

Figura 9 – Execução de TEC sobre viga metálica em “T” e colunas metálicas embutidas
(Fotos: Rodrigo Rocha e Oliver Petrovic, 2014)

Figura 10 – Exemplos de execução de TEC acima de vigas metálicas em “T”
(Fonte: Rodrigo Rocha, 2015)

O tempo de cura da parede vai depender das quantidades de cimento e terra da mistura, assim como condições climáticas locais. Estudos comprovam que a taipa de pilão não estabilizada (sem cimento) pode levar até dois anos para finalizar sua retração, mas com a adição do cimento este tempo diminui para até 30 dias. Para as misturas com cimento, em épocas ou locais com temperatura elevada e principalmente umidade relativa do ar baixa, recomenda-se umedecer as paredes nos dias seguintes à desforma, para não ocorrer retrações rápidas e bruscas, o que poderá desencadear fissuras na parede.

Para cobrir fissuras ou imperfeições na parede, recomenda-se esperar a cura da parede para a devida correção. É importante ressaltar que se deve utilizar a mesma proporção de materiais da mistura original usada na execução da parede para evitar alteração de cor ou textura na superfície corrigida. Após a cura da parede, em alguns casos, aplica-se selador incolor repelente à água nas faces externas da parede.

3. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DEVIDO À EXECUÇÃO

Em geral, manchas na parede de TEC acontecem por deficiência no tempo de cura. O uso de *plasticure* possibilita acabamento uniforme e sem manchas, devido a sua característica de repelência à água. Porém, para evitar o aparecimento de manchas destas origem, deve-se garantir que, após a execução da parede, não há nenhum material no seu topo que,em contato com a água, pode liberar minerais, impurezas ou químicos que irão manchar a parede interferindo na coloração da superfície, tais como o tanino da madeira ou ferrugem de ferro, conforme ilustra a figura 11.

Figura 11 –Exemplos de manchas nas paredes decorrentes da má execução e/ou projeto
(Fonte: Rodrigo Rocha, 2015)

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apresentou-se, de forma resumida, as características básicas e procedimento da técnica construtiva TEC, reunindo informações e dados que podem auxiliar na pesquisa acerca das técnicas que utilizam a terra como material de construção. A proposição desse artigo foia de compartilhar dados e imagens acerca dessa técnica usada na Austrália, que se destaca por sua contemporaneidade ao contrário de muitas outras regiões do mundo.

O uso da terra na construção, apesar de ser uma prática mundial, no Brasil assim como em outros países, é classificado como um material alternativo e primitivo. O mais grave é que a maioria dos arquitetos destes países hesita em utilizar técnicas de construção com terra em projetos, notadamente por desconhecerem as engenhosas possibilidades de uso desse material amigável ambientalmente e encontrado em abundância. Apresentar como é possível construir com terra atualmente tratou-se do mote principal do artigo.

Esse artigo informa aspectos particulares de projeto e técnica construtiva do sistema semelhante à taipa de pilão adotado na Austrália, que possui uma cadeia produtiva desenvolvida em construção com TEC. É escrito sob o olhar dos autores, arquitetos que possuem experiência no uso da taipa de pilão no Brasil e da TEC na Austrália, e, por isso, habilitam-se a comentar, por um lado, sobre as necessidades do mercado brasileiro e, por outro, sobre as potencialidades do sistema construtivo apresentado que compreende a produção arquitetônica contemporânea na Austrália em arquitetura e construção com terra.

Para acontecer o uso desta TEC no Brasil,deve-se fomentar o conhecimento teórico e prático além de proporcionar informações técnicas acerca do uso e aplicabilidade dessa técnica construtiva que alia o conhecimento tradicional com o atual desenvolvimento da tecnologia. O uso do cimento como estabilizante dificulta o descarte da parede, porém este material pode ser triturado e utilizado como agregado para outras finalidades ou mesmo outras paredes de TEC, além de ser acessível e de baixo custo econômico.

É essencial construir para compreender o processo de execução de uma parede de TEC, assim como projetar para otimizar os detalhes construtivos e aperfeiçoar o desenvolvimento da técnica. Espera-se, com este artigo, incentivar a pesquisa e aplicação desta técnica construtiva no meio acadêmico e profissional, com a intenção de ampliar a cadeia produtiva das construções que visam mitigar o impacto ambiental provocado pela indústria da construção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ciancio, D.; Beckett, C. (eds.) (2015).Rammed earth construction, cutting-edge research on traditional and modern rammed earth.Perth: CRC Press

Dobson, S. (2015). Rammed earth in the modern world. In: D. Ciancio; C. Beckett, *Rammed earth construction, cutting-edge research on traditional and modern rammed earth*. Perth: CRC Press. p.3-10

Guyet, C. (2014). Terres cruesaustrales. Disponível em: https://docs.google.com/file/d/0B7e6-x3FGWLTdkhUYmRHOVVQS1U/edit, 2014.

John, V. M.; Silva, V. G.; Agopyan, V. (2001). Agenda 21: uma proposta de discussão para o construbusiness brasileiro. II Encontro nacional e I Encontro Latino americano sobre edificações e comunidades sustentáveis. Canela, RS: ANTAC/UFRGS, p. 91- 98

Krayenhoff, M. (2015).Rammed earth in a concrete world. In: D. Ciancio; C. Beckett, *Rammed earth construction, cutting-edge research on traditional and modern rammed earth*. Perth: CRC Press.p.111-114

Middleton, G.F. (1992) Bulletin 5. Earth wall construction.Fourth Edition. North Ryde, Australia: CSIRO Division of Building, Construction and Engineering.

AUTORES

Rodrigo Rocha, arquiteto e urbanista, atua como arquiteto projetista na *Olnee Constructions* em Melbourne, Austrália. Graduado pela Escola da Cidade, São Paulo em 2011.Possui formação complementar em permacultura, PDC, realizado na UNESP-Botucatu em 2011.

Pedro Henryque Melo, arquiteto e urbanista,mestrando em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Uberlândia. Graduado pela Universidade Estadual de Goiás – UEG em 2015.Possui formação complementar em permacultura, PDC realizado na UNESP-Botucatu em 2011.

TerraBrasil 2016
VI Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Bauru-SP (Brasil), 8 a 12 de novembro de 2016
http://faacppgarq.wix.com/terrabrasil2016
PPGARQ/FAAC-UNESP

ESTUDO DA APLICAÇÃO DE SOLO-CIMENTO EM FUNDAÇÕES SUBMETIDAS A PEQUENAS CARGAS

D'Willian Johnson Romero[1]; Daniel Anijar de Matos[2]

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – campus Campo Grande; MS, Brasil
[1]dwillianr@hotmail.com; [2]damatos@gmail.com

Palavras-chave: Solo-cimento plástico, fundações, estacas, capacidade de carga

Resumo

Este artigo estuda a aplicação do solo-cimento plástico em fundações por estacas, submetidas a pequenas cargas (de até 100 kN), substituindo o concreto que convencionalmente seria utilizado. O solo-cimento tem potencial de ser economicamente atrativo e ser pouco agressivo ao meio ambiente. Busca-se saber se o SCP também tem um desempenho estrutural compatível com o uso aqui proposto. Para isso, foram estudados 3 traços compostos por solo, cimento e água, sendo eles com 10%, 15% e 20% de teor de cimento em massa. A adição de água foi feita de modo a obter-se uma consistência classe S100 de acordo com a NBR 8953:2015 (com abatimento 100≤ A ≤160 mm), medida através do ensaio de abatimento de tronco de cone (NBR NM67:1998). Foi aferida a resistência à compressão axial aos 7, 14 e 28 dias e também o índice de vazios, absorção de água por imersão e massa específica aos 28 dias. Os resultados obtidos mostraram que, adotando-se estacas com 30 cm de fuste e uma resistência de cálculo igual a 40% da resistência aos 28 dias, os traços com 15% e 20% de cimento possibilitam a construção de estacas com capacidade de carga de 64,89 kN e 126,84 kN, respectivamente. Esses resultados são compatíveis com as solicitações de pequenas edificações (cargas de até 100 kN). Vale ressaltar que, para a utilização desse material, é indispensável um estudo prévio do solo e dos traços, além do acompanhamento do desempenho das estacas com a realização de provas de carga no local da obra.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Iniciais

Toda obra de engenharia gera impactos ambientais, sejam eles grandes ou pequenos. Quando se pondera o benefício social e econômico trazido por uma obra e o impacto ambiental que a mesma trará após a sua construção, pode-se analisar a viabilidade do empreendimento. Tendo consciência da crise ambiental que o mundo enfrenta, que já apresenta sintomas gravíssimos e evidentes, deve ser constante a busca por soluções que amenizem os impactos causados por uma edificação sem que essas soluções inviabilizem economicamente o empreendimento.

Os materiais de construção civil empregados nas obras de engenharia têm influência direta no impacto que essa construção gerará no meio ambiente. Como exemplo, pode-se citar o concreto, que é um material que revolucionou a engenharia, conferindo ao homem a possibilidade de moldar como queira uma rocha artificial com propriedades que possibilitam seu uso de acordo com as necessidades particulares de cada edificação (respeitando as limitações de fôrma existentes). Por outro lado, seja no processo de extração dos agregados ou na produção do cimento, este material gera um impacto considerável no meio ambiente, que vai desde a abertura da cava para extração dos agregados, que retira a vegetação e modifica a paisagem local, até a emissão de gases poluentes e material particulado na atmosfera, resultante do processo de produção do cimento Portland e transporte dos materiais.

Desta forma, vê-se a necessidade pela diversificação de materiais que são empregados na construção civil, apresentando soluções que poderão, em alguns casos, substituir os materiais convencionais, gerando um impacto ambiental menor além de um desempenho estrutural compatível com o uso a que se destinam esses materiais.

1.2 Justificativa

O uso do solo-cimento dispensa a utilização de agregados como a brita, o que significa uma redução na quantidade de materiais que precisam ser extraídos e transportados até a obra. Outro fator favorável ao uso desse material é que ele diminui significativamente o volume de resíduos a serem descartados devido à escavação das fundações, conhecido como "bota-fora", já que o solo da própria escavação pode ser utilizado na preparação do solo-cimento plástico.

Além disso, o uso do concreto em estacas escavadas submetidas a pequenas cargas pode resultar em um elemento de fundação superdimensionado, em que a resistência do concreto é muito maior que a resistência do solo. Essa sobra de resistência é desnecessária e onerosa, motivando ainda mais a procura por um material que tenha resistência e custo compatível a essa aplicação, como o solo-cimento plástico.

1.3 Histórico

Desde o início da civilização o homem tem utilizado o solo como material de construção, seja utilizando técnicas construtivas apenas com solo e água, até se conseguir a consistência plástica, como os adobes, ou até mesmo utilizando algum tipo de ligante estabilizado para melhorar seu desempenho, como na muralha da China (CEPED, 1984). Acredita-se que a muralha da China, construída no século III antes de Cristo, seja o mais antigo indício de utilização de solo melhorado com ligante (Berberian, 2015).

Berberian (1997) descreve um breve histórico a respeito do uso do solo-cimento, datando de 1916 os primeiros relatos do uso de solo-cimento nos Estados Unidos para correção de problemas em estradas de rodagem. Em 1932, motivados pela necessidade de se fazer um controle tecnológico do solo-cimento para seu uso na construção civil, iniciaram-se as primeiras linhas de pesquisa da Portland Cement Association (PCA) e da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP). O início da utilização do solo-cimento no Brasil se deu em uma obra no Aeroporto Santos Dumont no Rio de Janeiro. Nessa ocasião, a ABCP executou uma das pistas de circulação em 1942.

Conforme crescia o conhecimento a respeito dessa técnica, passou-se a ter um controle bem definido sobre as características tecnológicas desse novo material. Isso contribuiu para que sua aplicação fosse difundida em bases para pavimentos rodoviários e aeroportuários, fabricação de tijolos e blocos, construção de paredes monolíticas, pavimentação de ruas e vias urbanas, revestimento de barragens de terra, diques, reservatórios, revestimentos de canais, entre outras aplicações (Segantini, 1994).

1.4 Classificação

Andrade Filho (1989) classificou o solo-cimento em duas classes: solo-cimento compactado e solo-cimento plástico. O solo-cimento compactado (SCC) é o mais usual e o mais conhecido e de uso vastamente difundido, sendo que este material tem uma adição de água que é influenciada pelo teor de umidade ótimo e pela quantidade de água necessária para a hidratação do cimento adicionado. É comumente utilizado em camadas de base e sub-base para pavimentação e em blocos compactados de solo-cimento (conhecidos como tijolos de solo-cimento). Já o solo-cimento plástico (SCP), tem uma maior quantidade de água, concedendo ao material uma trabalhabilidade semelhante a uma argamassa de emboço.

É importante entender a diferença entre o SCC e o SCP, já que a maior motivação por utilizar o SCP é a trabalhabilidade que esse material tem, possibilitando sua aplicação

semelhantemente ao concreto, que pode ser lançado ou até bombeado. Para fins de execução, essa é uma vantagem significativa do SCP sobre o SCC. Segantini (2000) executou estacas tanto de solo-cimento plástico (SCP) quanto de solo-cimento compactado (SCC), e constatou que o processo executivo do SCC é muito trabalhoso e demorado quando comparado com o SCP. Comparativamente, esse último é um material mais novo e vem sendo estudado para diferentes fins. Milani e Barbosa (2012) estudaram seu emprego em paredes monolíticas e Segantini (2000), Silva (1994) e Cortopassi (1996) estudaram o emprego do SCP em fundações submetidas a pequenas cargas.

1.5 Fundações

É comum na região Centro-Oeste ocorrer situações onde as camadas de solo próximas à superfície não possuem capacidade de carga suficiente para suportar as cargas atuantes, mesmo em pequenas edificações. Nesses casos em que não é possível utilizar fundações rasas, adotam-se fundações profundas (por estacas).

Cintra e Aoki (2010) denominam elemento de fundação por estaca o sistema formado pela estaca (elemento estrutural) e o maciço que a envolve (elemento geotécnico). Alonso (2012) afirma que a capacidade de carga de uma estaca é obtida com o menor dos dois valores, ou seja: resistência estrutural do material da estaca ou a resistência do solo que lhe dá suporte.

É comum entre as edificações de pequeno porte (como casas, sobrados e pequenos galpões), que recorrem às fundações profundas, a utilização de estacas escavadas do tipo broca. Essas edificações têm carregamentos pequenos e, por isso, não se necessita de toda a capacidade estrutural do concreto das estacas, significando que há uma sobra desnecessária e onerosa de resistência. Isso ocorre porque o que limita a capacidade de carga do elemento de fundação (estaca+solo) é o elemento geotécnico (solo) e não o elemento estrutural (estaca). Assim sendo, o solo-cimento apresenta-se como um material alternativo, de baixo custo, e que pode ser dosado de maneira a se conseguir resistências compatíveis com seu uso.

1.6 Experiência de outros autores

Alguns autores estudaram misturas de solo-cimento plástico para diferentes aplicações. Martins (2014) agrupou essas experiências, que podem ser vistas na tabela 1.

Tabela 1. Experiências de misturas de solo-cimento plástico de outros autores (Martins, 2014)

Autor	Segantini (2000)	Bertolini et al. (2010)	Chang e Chen (2006)
Consumo de cimento (kg/m³)	200	150	140
Teor cimento/solo	14%	21%	10%
Relação água/solo	27%	98%	27%
Relação água/cimento	1,93	4,7	2,7
Resistência aos 28 dias (MPa)	3,61	0,5	2,8
Finalidade	Estacas moldadas in-loco	Preenchimento de galerias subterrâneas	Verificação da resistência

2 OBJETIVO

Verificar a possibilidade de aplicação do solo-cimento plástico em fundações por estacas submetidas a cargas de até 100 kN (cargas características de pequenas edificações).

3 MATERIAIS UTILIZADOS

Os materiais utilizados foram solo, cimento e água:

- O solo foi coletado de uma jazida localizada nas coordenadas (19°34'32.6"S 54°25'59.8"W), nas proximidades do KM-586 da BR-163, entre os municípios de São Gabriel do Oeste e Campo Grande, no estado de Mato Grosso do Sul;
- Água potável do poço que abastece a Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)
- Cimento Portland CPII-E.

Os equipamentos utilizados nos ensaios são os indicados nas normas técnicas de cada ensaio.

4 MÉTODO EXPERIMENTAL

4.1 Caracterização do solo

O solo coletado foi submetido a ensaios para determinar suas características. As amostras, preparadas conforme a NBR 6457 (ABNT, 1986), foram submetidas aos procedimentos descritos na tabela 2.

Tabela 2. Relação de ensaios realizados para caraterização do solo

Propriedade	Ensaio
Tátil visual	NBR 7250 (ABNT,1982)
Granulometria	NBR 7181 (ABNT, 1984d)
Limite de Liquidez (LL)	NBR 6459 (ABNT, 1984b)
Limite de Plasticidade (LP)	NBR 7180 (ABNT, 1984c)
Massa específica dos sólidos (ρ)	NBR 6508 (ABNT, 1984)

4.2 Estudo da proporção de materiais

Após a caracterização do solo, iniciou-se para o estudo de dosagem. Preliminarmente, dosou-se uma mistura com 10% de cimento em relação à massa de solo. O objetivo era conhecer os desafios de moldar solo-cimento plástico da maneira mais simples possível, sem o uso de aditivos, conhecer o teor de água que seria necessário para conferir à mistura uma consistência de acordo com a NBR 8953 (ABNT, 2015) e, por último, obter valores de resistência a compressão axial desse material. O abatimento adotado foi de classe S100 (100≤ A ≤160 mm) para que se obtivesse uma trabalhabilidade semelhante à de concretos utilizados em fundações.

Conforme a experiência dos autores citados e também baseado nos testes preliminares realizados em laboratório, decidiu-se estudar três misturas diferentes, variando o teor de cimento e procurando manter a mesma trabalhabilidade. Dessa forma, determinaram-se teores em massa de 10%, 15% e 20% de cimento em relação ao solo, sendo que estes teores têm consumo de cimento menor ou semelhante ao do concreto para utilização em estacas submetidas a pequenas cargas. Foi determinante para essa escolha a busca por misturas simples para encorajar a aplicação prática dos resultados desta pesquisa, conforme descrito na tabela 3.

Tabela 3. Dados das misturas

Discriminação	Amostra		
	1	2	3
Consumo de cimento (kg/m³)	140	210	280
Teor cimento/solo	10%	15%	20%
Relação água/solo	29,5%	30,7%	31,4%
Relação água/cimento	2,95	2,04	1,57
Relação água/(cimento+solo)	26,8%	26,7%	26,2%
Abatimento obtido (mm)	116	102	101

4.3 Moldagem dos corpos de prova

Para a moldagem dos corpos de prova (CPs), separaram-se quantidades pré-estabelecidas de água e cimento, conforme as misturas determinadas na tabela 2. O cuidado especial foi dado ao solo, que foi secado até a sua umidade higroscópica, peneirado e só então separado para mistura.

No processo de mistura, homogeneizou-se o solo seco e o cimento em um recipiente. Após isso, a água foi adicionada aos poucos, mexendo sempre com a colher de pedreiro até que se obtivesse a trabalhabilidade desejada.

A consistência do material controlada pelo abatimento do tronco de cone conforme procedimento estabelecido na NBR NM 67 (ABNT,1998). Constatada a trabalhabilidade desejada, deu-se início à moldagem dos corpos de prova conforme o procedimento descrito na NBR 5738 (ABNT, 2015).

Foram moldados 9 CPs cilíndricos de 100x200 mm e 2 CPs cilíndricos de 50x100 mm para cada mistura. Após a moldagem, os moldes foram cobertos com papel filme e desmoldados 48 h depois, quando foram então submetidos à cura em câmara úmida. Os 9 CPs de 100x200 mm foram submetidos ao ensaio de compressão simples; os 2 CPs de 50x100 mm foram destinados ao ensaio de índice de vazios, massa específica e absorção de água por imersão.

4.4 Resistência à compressão

Para se determinar a resistência das misturas propostas, foi realizado o ensaio de compressão axial de acordo com a norma NBR 12025 (ABNT, 1990), nas idades de 7, 14 e 28 dias. Para cada idade foram utilizados 3 CPs com dimensões100x200 mm.

4.5 Índice de vazios, massa específica e absorção de água por imersão

Foi realizado o ensaio. O ensaio foi realizado conforme a NBR 9778 (ABNT, 2005) aos 28 dias para determinar a influência do teor de cimento nesses parâmetros. Para cada mistura foram utilizados 2 CPs com dimensões 50x100mm.

4.6 Avaliação da viabilidade

Quanto à viabilidade do uso deste material em fundações submetidas a pequenas cargas, este artigo limita-se à análise da resistência à compressão axial do material. Para possibilitar uma análise simples, alguns parâmetros foram assumidos:

- Considerou-se uma estaca com 30 cm de diâmetro de fuste;

- Adotou-se uma resistência de cálculo do material de 40% da resistência à compressão aos 28 dias.

5 RESULTADOS

5.1 Caracterização do solo

O solo estudado, classificado de acordo com o sistema do HRB da AASHTO, correponde a um solo A-2-4, classificado como areia argilosa vermelha no ensaio tátil visual. A figura 1 mostra a distribuição granulométrica do solo. A tabela 4 apresenta as porcentagens de cada fração do solo segundo a NBR 7181 (ABNT, 1984d) e a tabela 5 mostra os índices físicos e limites de Atterberg.

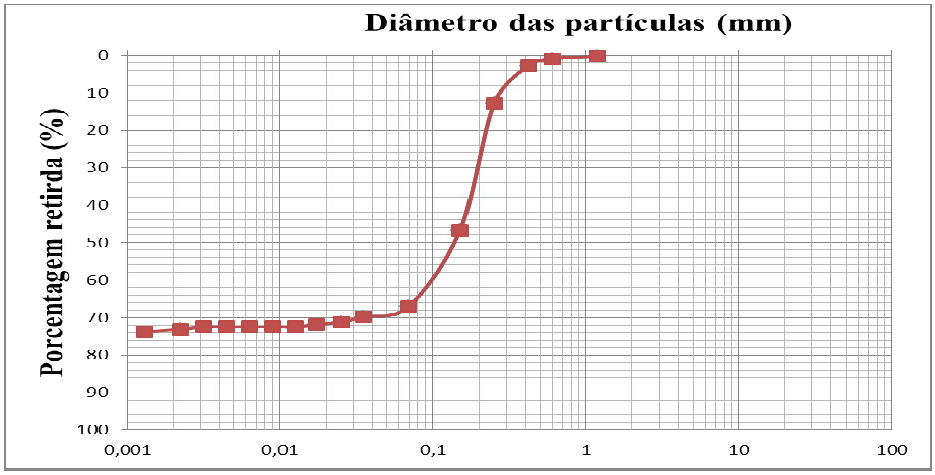


Figura 1. Distribuição granulométrica

Tabela 4. Porcentagens de distribuição granulométrica (NBR 7181:1984)

Argila	27,5
Silte	2,7
Areia fina	68,8
Areia grossa	1,0
Pedregulho	0,0
Argila	27,5

Tabela 5. Índices físicos e limites de Atterberg

ρ (g/cm³)	2,62
LL (%)	15%
LP (%)	14%
IP (%)	1%
IG	2
ρ (g/cm³)	2,62

Sendo:

ρ – massa específica dos sólidos (g/cm³)

LL, LL e IP – limites liquido, de plasticidade e índice de plasticidade (limites de Atterberg)

IG – índice de grupo[1]

De acordo com os limites de Atterberg desse solo, ele apresenta um comportamento não plástico.

5.2 Resistência à compressão

Na tabela 6, mostra-se a evolução da resistência dos CPs ao longo do tempo com diferentes teores de cimento. Para a ruptura dos corpos de prova, dispensou-se o processo tradicional de capeamento e utilizaram-se duas placas com neoprene para regularização das superfícies. Os valores apresentados são os valores médios dos 3 CPs rompidos para cada idade.

[1] parâmetro que indica a capacidade de suporte de um terreno, classificado segundo o sistema de classificação HRB-AASHTO – Highway Researhh Board/ American Association of State Highway and Transportation Officials

Tabela 6. Resistência à compressão axial (NBR 12025, ABNT, 1990)

Amostra	Teor de cimento	Resistência à compressão axial (MPa)								
		7 dias	D.P.*	C.V.**	14 dias	D.P.*	C.V.**	28 dias	D.P.*	C.V.**
1	10%	0,83	0,05	5,44%	1,03	0,01	1,19%	1,06	0,10	9,79%
2	15%	1,71	0,13	7,58%	1,84	0,14	7,78%	2,30	0,13	5,46%
3	20%	2,57	0,17	6,46%	3,56	0,10	2,89%	4,49	0,09	2,08%

*D.P. – Desvio padrão **C.V. – Coeficiente de variação

5.3 Absorção de água por imersão, índice de vazios e massa específica

A tabela 7 apresenta os resultados obtidos no ensaio de índice de vazios, massa específica e absorção de água por imersão, cujos valores correspondem à média de resultados de 2 CPs.

Tabela 7. Absorção de água por imersão, índice de vazios e massa específica (NBR 9778, ABNT, 2005)

Amostra	Teor de cimento	Absorção (%)	Índice de vazios (%)	Massa específica (g/cm^3)
1	10%	27,99	42,33	1,51
2	15%	26,89	41,08	1,53
3	20%	24,25	37,94	1,56

6 ANÁLISE DOS RESULTADOS

O solo A-2-4 estudado tem granulometria desuniforme com graduação aberta, apresentando elevadas porcentagens de areia fina e argila (68,8% e 27,5%, respectivamente), em relação à de silte (2,7%).

Os ensaios de compressão axial mostraram o desenvolvimento da resistência do SCP com o tempo. As misturas com teor de 10% e 15% de cimento apresentaram um ganho de resistência de aproximadamente 28% entre 7 e 28 dias. Já a mistura com teor de 20% de cimento apresentou um ganho de resistência de quase 75% entre as idades de 7 e 28 dias. Portanto, pode-se observar que o aumento no teor de cimento aumentou e acelerou o ganho de resistência até os 28 dias.

A bibliografia a respeito do solo-cimento plástico aponta o fato de a resistência desse material aumentar consideravelmente após os 28 dias. Como exemplo, pode-se citar Segantini (2000), que verificou aumentos de até 100% na resistência entre 28 e 120 dias. Esse aumento ocorre possivelmente pela presença de material pozolânico na mistura, que proporciona uma hidratação lenta, aumentando a resistência do material em idades mais avançadas. Todavia, para manter os mesmos padrões utilizados para o concreto e por motivos de segurança, decidiu-se utilizar a resistência à compressão aos 28 dias como referência para os valores de resistência de projeto.

No ensaio de índice de vazios, massa específica e absorção de água por imersão, o solo-cimento plástico apresentou um comportamento semelhante ao do concreto: o aumento do teor de cimento e a diminuição do fator água/cimento contribuíram para a diminuição da absorção de água e do índice de vazios, já a diminuição no fator água/cimento (a/c) reduz a porosidade do material, ocasionando, consequentemente, um decréscimo na absorção de água e no índice de vazios. O aumento do teor de cimento majora a formação de cristais provenientes da hidratação do cimento, elevando a proximidade entre essa rede de cristais.

Aliados, a diminuição no fator a/c e o aumento no teor de cimento produzem um material com um menor índice de vazios, portanto, com maior massa específica.

Quanto às misturas, observa-se que houve uma relação consistente entre a trabalhabilidade do material e o fator água/(solo+cimento), sendo que, variando-se a proporção dos materiais mas mantendo-se aproximadamente a mesma trabalhabilidade, este fator teve pouca variação. Para estudos futuros, a observância deste parâmetro pode auxiliar na dedução da quantidade de água que se deve adicionar à mistura com diferentes teores de cimento, para se adquirir uma trabalhabilidade pré-determinada.

Com isso, pode-se determinar a capacidade de carga de estacas, feitas com cada um das misturas estudadas. Vale lembrar que esta capacidade de carga diz respeito ao elemento estrutural e não ao elemento geotécnico.

O fuste de 30 cm é comum na prática corrente e também é recomendado por Berberian (2015), que observou maior possibilidade de estrangulamento do fuste para diâmetros menores que 30 cm.

O fator de minoração da resistência do material foi proposto por Segantini (2000). Em sua pesquisa com solo-cimento plástico utilizando um solo A-4, notou que, ao realizar ciclos de carregamento e descarregamento com 40% da carga de ruptura nos corpos de prova, estes voltavam à sua altura original, significando que o material estava dentro do regime elástico. Como ainda não há normatização para este fator de minoração da resistência do solo-cimento plástico (fator este que já existe para materiais como concreto, aço, madeira, entre outros), adota-se o coeficiente sugerido por Segantini (40% da resistência aos 28 dias).

Nessas condições, destacam-se as seguintes considerações:

- Para a dosagem com 10% de cimento, é possível produzir estacas com capacidade de carga de até 30 kN;

- Para a dosagem com 15% de cimento, é possível produzir estacas com capacidade de carga de até 65 kN;

- Para a dosagem com 20% de cimento, é possível produzir estacas com capacidade de carga de até 127 kN.

Ainda é possível aumentar a capacidade de carga das estacas aumentando o diâmetro do fuste, contudo, este aumento tem limites que devem ser analisados, pois, possivelmente o SCP deixaria de ser economicamente viável.

7 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos e, a partir da bibliografia sobre o assunto, conclui-se que:

- O solo-cimento plástico é um material pouco agressivo ao meio ambiente, além de possuir uma preparação simples, que não exige muita experiência da mão de obra;

- A utilização do solo-cimento plástico em estacas submetidas a pequenas cargas é tecnicamente viável quanto à resistência à compressão e pode ser economicamente atrativa.

- Para a utilização desse material, é indispensável um estudo prévio do solo e ensaios de laboratório para definir as proporções do materiais, além do acompanhamento do desempenho das estacas com a realização de provas de carga no local da obra.

- Para o solo estudado, misturas com teor de cimento entre 15% e 20% e consistência classe S100 (abatimento 100≤ A ≤160 mm), atingem resistências aos 28 dias que atendem os carregamentos de pequenas edificações.

- Para o solo estudado, houve uma relação muito consistente entre a trabalhabilidade do material e o fator água/(solo+cimento), sendo que, variando-se a proporção dos materiais mas mantendo-se a aproximadamente a mesma trabalhabilidade, este fator apresenta variação inferior a 1%.

- Para os traços estudados, o SCP apresentou diminuição do índice de vazios e da absorção de água quando há o aumento no teor de cimento e diminuição no fator água cimento da mistura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alonso U. R. (2012). Dimensionamento de fundações profundas. 2ª ed. São Paulo: Blucher 2012.

Andrade Filho, J. (1989). Reforço de solos com utilização de tubulões em solo-cimento. Dissertação de Mestrado, São Carlos: USP.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (1982). NBR 7250: Identificação e descrição de amostras de solos obtidas em sondagens de simples reconhecimento dos solos. Rio de Janeiro: ABNT

Associação Brasileira de Normas Técnicas (1984a). NBR 6508: Grãos de solos que passam na peneira de 4,8 mm - Determinação da massa específica. Rio de Janeiro: ABNT

Associação Brasileira de Normas Técnicas (1984b). NBR 6459: Solo - Determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro: ABNT

Associação Brasileira de Normas Técnicas (1984c). NBR 7180: Solo - Determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro: ABNT, 1984b. 3p.

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

Associação Brasileira de Normas Técnicas (1986). NBR 6457: Amostras de solo – Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. Rio de Janeiro: ABNT

Associação Brasileira de Normas Técnicas (1990). NBR 12025: Solo-cimento — Ensaio de compressão simples de corpos de prova cilíndricos — Método de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT

Associação Brasileira de Normas Técnicas (1998). NBR NM 67: Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro: ABNT

Associação Brasileira de Normas Técnicas (2005). NBR 9778: Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica. Rio de Janeiro: ABNT

Associação Brasileira de Normas Técnicas (2015). NBR 5738: Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro: ABNT

Associação Brasileira de Normas Técnicas (2015). NBR 8953: Concreto para fins estruturais - Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência. Rio de Janeiro: ABNT,

Berberian, D. (1997). The economical plastic soil-cement foundation – PSC, International Conference on soil mechanics and foundation engineering, 14, Hamburg, Germany, v.3, p.1573-1576

Berberian D. (2015) Fundações muito econômicas de solo-cimento plástico. Editora Infrasolo Geotechpress (no prelo)

Centro de Pesquisas e Desenvolvimento (1984). Manual de construção com solo-cimento. Convênio CEPED/BNH. São Paulo, ABCP

Cintra J. C.; Aoki N. (2010). Fundações por estacas – Projeto geotécnico. São Paulo: Oficina de Textos

Cortopassi R. S. (1996). Solo- cimento plástico para fundações de baixo custo no Distrito Federal. Projeto Final de Graduação. Brasília: UnB.

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

Milani A. P. S., Barbosa C. S. (2012). Uso de aditivo plastificante em solo-cimento plástico para fabricação de paredes monolíticas. Encontro Nacional do Ambiente Construído, 14. Juiz de Fora, MG: Proac/UFJF.

Segantini A.A.S. (1994). Utilização de solo-cimento em estacas apiloadas para obras de pequeno porte. Dissertação de Mestrado. Campinas: UNICAMP/FEAGRI

Segantini, A. A. S. (2000). Utilização de solo-cimento plástico em estacas escavadas com trado mecânico em Ilha Solteira-SP. Tese de Doutorado. Campinas:UNICAMP.

Silva M. T. (1994). Interação solo-estrutura de fundação em estacas de solo-cimento e concreto. Dissertação de Mestrado nº G-DM – 016A/94. Brasília: DEC/UnB

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos acadêmicos, técnicos e professores do Laboratório de Materiais de construção Civil da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (LMCC-UFMS), pelo auxílio na realização dos ensaios.

AUTORES

D'Willian Johnson Romero, engenheiro civil pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Fez graduação sanduíche na University of Toronto por um ano, onde fez estágio no laboratório de Materiais de Construção. Atua como Coordenador Técnico do Loteamento Alphaville 2 em Campo Grande - MS. Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/1164009338112427

Daniel Anijar de Matos, doutor em engenharia de transportes; mestre em engenharia de transportes; engenheiro civil; professor do curso de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia (FAENG) da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS); coordenador administrativo da FAENG. Currículo completo http://lattes.cnpq.br/7218506851037579

TerraBrasil 2016
VI Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Bauru-SP (Brasil), 8 a 12 de novembro de 2016
http://faacppgarq.wix.com/terrabrasil2016
PPGARQ/FAAC-UNESP

APLICAÇÃO DO SOLO-CIMENTO AUTOADENSÁVEL EM PAREDES MONOLÍTICAS IN LOCO

Bruna Ramos de Souza[1]; João Gabriel Santana Paz[2]; Ana Paula da Silva Milani[3]

Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia, UFMS – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul - campus Campo Grande; MS, Brasil,
[1]b.ramosdesouza@gmail.com; [2]jgabrielsp@gmail.com; [3]ana.milani@ufms.br

Palavras-chave: viabilidade técnica, resistência mecânica, produtividade

Resumo

O aprimoramento da tecnologia no processo construtivo com o solo-cimento fluido ou solo-cimento autoadensável (SCAA) vem ao encontro da busca da produção de edificações modulares e em série. Para contribuir com este cenário a pesquisa tem como objetivo estudar a viabilidade técnica do uso do produto SCAA para a fabricação de paredes monolíticas in loco. Para tal, foi necessário o estudo das características físico-mecânicas de misturas de SCAA e confecção de minipainéis de paredes monolíticas de SCAA, analisando as técnicas de peparação, homogeneização e lançamento da mistura SCAA em fôrmas metálicas; e, posteriormente, quantificado e analisado a viabilidade dessas técnicas, materiais e equipamentos adotados no processo construtivo. A dosagem do SCAA na proporção 1:5 (cimento:solo, em massa) mostrou viabilidade técnica de uso para fabricação de paredes monolíticas moldadas in loco, sendo que o processo de preparação da mistura em betoneira estacionária e lançamento manual sem adensamento foi considerado eficaz, já que o SCAA no estado fresco apresentou-se fluido, homogêneo, sem segregação; e no estado endurecido alcançou resistências mecânicas compatíveis para construção de paredes monolíticas.

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 (2014), 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.

Estes estudos ainda revelam que o uso de altos teores de cimento no SCAA em relação as porcentagens convencionais aplicadas ao solo-cimento tradicional elevam o potencial do produto final ao alcance de melhor desempenho, qualidade e durabilidade, o que são características desejáveis para sistemas construtivos mais eficientes.

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 massa de solo) e aditivos superplastificantes na faixa de 0,8% a 1,2%, (em massa de cimento). 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.

Nesse trabalho, estudou-se a viabilidade técnica-construtiva do produto SCAA para fabricação de paredes monolíticas in loco. Para tanto foi necessário avaliar a influência do tipo de fôrma e de mecanização no processo de produção do SCAA, bem como o desempenho físico-mecânico dessas paredes produzidas a partir das técnicas construtivas aplicadas. Também, optou-se por estudar a viabilidade técnica do produto SCAA sem adições e com adição de microfibras de polipropileno com volume crítico de incorporação ao referido material de 0,1%.

2 OBJETIVOS

Estudar a viabilidade técnica do uso do produto SCAA para a fabricação de paredes monolíticas in loco.

3 METODOLOGIA ADOTADA

Para a produção do SCAA, foi utilizada terra (solo arenoso) retirada de uma jazida próxima à região metropolitana de Campo Grande, MS. 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 aglomerante, utilizou-se CP II-Z-32 e para garantir a fluidez, utilizou-se o aditivo químico plastificante MasterGlenium® 51composto por base de éter policarboxílico e água de abastecimento público.

Como adição, utilizaram-se microfibras de polipropileno fornecidas pela empresa Neomatex, com especificações de 12 mm de comprimento, diâmetro de 12 µm e massa específica de 0,91 g/cm³.

3.1 Estudo de dosagem

Com o intuito de determinar as proporções de materiais mais adequadas para a fabricação de paredes monolíticas in loco de SCAA, foi feito um estudo de dosagem para definir a melhor proporção de solo, cimento, água e aditivo.

Foram utilizados como ponto de partida as amostras unitárias 1:5 e 1:4 (cimento:solo, em massa) sem e com adição de microfibras de polipropileno, definidos pela pesquisa de Paz, Dias e Milani (2016). Para a elaboração de tais amostras foi fixado o percentual de 1,2% de aditivo em relação à massa do cimento.

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 (ABNT, 2010).

Com as amostras de referência definidas, foi realizada nova dosagem, sendo as amostras acrescidas de microfibras de polipropileno em percentual de massa de 0,1% já que, de acordo com Paz, Dias e Milani (2016), esse teor melhora as propriedades mecânicas do SCAA e reduz as fissuras por retração plástica.

Após obter as amostras consideradas mais adequadas para a fabricação de paredes monolíticas in loco, estes foram submetidos a ensaios de resistência à compressão simples, em conformidade com a NBR 5739 (ABNT, 2007) e de resistência à tração na flexão e à compressão de acordo com a NBR 13279 (ABNT, 2005b), sendo todos realizados com idade de sete dias após cura úmida.

Considerando resistência mínima compatível com a de um material autoportante em paredes de edificações e consumo mínimo de cimento, optou-se pela proporção de material

1:5 com e sem adição de microfibras de polipropileno para a confecção dos painéis de paredes monolíticas de SCAA.

Por fim, foram realizados ensaios para determinação das densidades de massas das amostras no estado fresco e endurecido, em conformidade com NBR 13278 (ABNT, 2005a) e NBR 13280 (ABNT, 2005c) respectivamente.

3.2 Estudo da viabilidade técnica-construtiva

O processo de moldagem in loco de paredes monolíticas de SCAA consistiu basicamente nas seguintes etapas: montagem das fôrmas metálicas, determinação do volume de material necessário para confecção dos painéis, mistura e homogeneização dos materiais, lançamento do produto SCAA nas fôrmas metálicas, cura úmida e desforma.

As fôrmas utilizadas para a moldagem das paredes eram metálicas e foram fabricadas pela SF fôrmas. 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.

As fôrmas podem ser montadas em formato convencional ou em forma de canto, tendo a primeira 20 cm de espessura, 120 cm de largura e 95 cm de altura e a segunda as mesmas espessura e altura, mas uma face de 160 cm de largura e a outra 90 cm, formando o canto (figura 1). Contudo, as paredes foram moldadas apenas até a altura de 45 cm (figuras 2 e 3).

Figura 1. Montagem da fôrma em L

Figura 2. Preenchimento da fôrma

Figura 3. Parede desformada em L

Para determinar a quantidade necessária de material para confecção das paredes, fez-se uso da densidade de massa do SCAA no estado fresco. Dispondo do volume da fôrma metálica, foi possível determinar a massa de material necessária para que fosse feito seu preenchimento.

A mistura dos materiais que compõem o produto SCAA foi feita em betoneira estacionária e, assim que terminada, foi submetida ao *slump flow test* para verificação do espalhamento de consistência fluida. O espalhamento alcançado foi de 700 mm, conforme ilustrado nas figuras 4 e 5.

Figura 4. Espalhamento para SCAA sem adições

Figura 5. Espalhamento para SCAA com adições

Tendo a mistura alcançado o espalhamento determinado pela NBR 15823 (ABNT, 2010), a mesma foi despejada da betoneira em um carrinho de mão, que foi levado para perto de onde a forma metálica estava montada. O lançamento da mistura na fôrma foi feito através do uso de baldes. O procedimento está ilustrado na figura 6.

Figura 6. Lançamento da mistura de SCAA na fôrma

As paredes monolíticas de SCAA foram desmoldadas com idade de dois dias e para a verificação do seu desempenho físico-mecânico foram extraídos três painéis, com as seguintes dimensões: 20 cm de espessura, 20 cm de largura e 40 cm de altura, respeitando a relação 1:2 entre espessura e altura, determinada por Milani e Labaki (2012). Após cura em câmera úmida, os painéis foram submetidos ao ensaio de resistência à compressão com idade de sete dias. O ensaio de compressão simples nos painéis monolíticos foi realizado conforme disposições da norma NBR 15961-2 (ABNT, 2011), sem avaliação de deformabilidade e eliminando o uso de argamassa de assentamento para preparação do painel. A ilustração do ensaio é apresentada na figura 7.

Figura 7. Ensaio de resistência à compressão

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Ensaios físico-mecânicos

A determinação do teor ótimo de água na mistura SCAA foi feita através do ensaio de espalhamento *slump flow test*, que forneceu os resultados expressos na tabela 1 para uma abertura de 700 mm.

Com o intuito de determinar uma amostra de referência e o sua respectiva proporção de materiais com adição para a moldagem de paredes monolíticas, as quatro amostras pré-

estabelecidas foram submetidas a ensaios de resistência à compressão simples e resistência à tração na flexão com idade de sete dias e cura úmida. As resistências médias alcançadas estão apresentadas nas tabelas 2 e 3.

As amostras escolhidas foram submetidas aos ensaios para determinação de suas densidades de massas nos estados fresco e endurecido. Os valores obtidos estão contidos na tabela 4.

Tabela 1. Proporção dos materiais

Amostra	T3 sem adições	T4 sem adições	T3 com 0,1% polipropileno	T4 com 0,1% polipropileno
Solo (kg)	5	4	5	4
Cimento (kg)	1	1	1	1
Água (L)	1,3	1,02	1,4	1,1
Aditivo (ml)	12,0	12,0	12,1	12,1
Fibra (g)	-	-	6,0	5,0
Relação agua/solo	0,26	0,25	0,28	0,27
Relação água /cimento	1,30	1,02	1,40	1,10

Nota-se que as amostras T3 com e sem adições precisam de mais água para atingir o espalhamento ideal devido ao aumento da proporção do solo.

Tabela 2. Resistência à compressão simples aos sete dias

Amostra	T3 sem adições	T4 sem adições	T3 com 0,1% polipropileno	T4 com 0,1% polipropileno
Resistência média (MPa)	3,65	7,16	4,68	6,44
Desvio Padrão (MPa)	0,15	0,31	0,21	0,29

Na tabela 2, comparando-se as misturas de SCAA com e sem adições, a amostra T3 apresentou melhora de resistência à compressão com a adição das microfibras de polipropileno, enquanto a amostra T4 apresentou queda, ainda que em ordem de grandeza não-significativa. O mesmo aconteceu no ensaio de resistência à tração na flexão. Por esse motivo, aliado ao menor consumo de cimento para atendimento de resistência mínima de vedações monolíticas autoportantes, a amostra T4 com e sem adições foi excluída e a pesquisa teve continuidade apenas com as amostras T3 com e sem adições.

Tabela 3. Resistência à tração na flexão e à compressão aos sete dias

Amostra	T3 sem adições	T4 sem adições	T3 com 0,1% polipropileno	T4 com 0,1% polipropileno
Resistência média à tração na flexão (MPa)	1,80	3,28	2,33	2,40
Desvio Padrão (MPa)	0,04	0,14	0,15	0,15
Resistência média à compressão (MPa)	4,07	6,94	4,56	7,43
Desvio Padrão (MPa)	0,40	0,13	0,21	0,27

Tabela 4. Densidade de massa do material SCAA

Amostra	T3 sem adições	T3 com 0,1% de polipropileno
Densidade de massa no estado fresco (g/cm³)	1,935	1,960
Densidade de massa no estado endurecido (g/cm³)	1,636	1,697

Nota-se na tabela 4 que a amostra T3 com microfibras de polipropileno possui densidade de massa semelhante à amostra sem adições. A determinação desses valores foi importante para definir a massa necessária do produto SCAA para preenchimento das fôrmas metálicas utilizadas para a moldagem das paredes monolíticas.

4.2 Viabilidade técnica do produto solo-cimento autoadensável

A moldagem das paredes monolíticas teve início com a montagem das fôrmas metálicas, que é simples, rápida e requer a presença de duas pessoas: uma para segurar as peças e outra para fazer o fechamento das fôrmas. É importante ressaltar que antes da montagem foi aplicado óleo desmoldante nas fôrmas para facilitar o processo de desforma.

O cálculo da massa de material necessário foi feito através da determinação da densidade de massa do SCAA no estado fresco: dispondo da densidade de massa do produto no estado fresco e do volume de material necessário para o preenchimento da forma (obtido após o conhecimento das dimensões das fôrmas metálicas montadas), determinou-se a massa. Assim, foi possível partir para o processo de mistura.

Como o objetivo do presente trabalho é contribuir com soluções para a produção mecânica de vedações de edificações de grande volume e em larga escala, o SCAA foi produzido em betoneira estacionária.

A princípio, adotou-se o procedimento para a produção de concreto, que consistia em: colocar na betoneira todo o solo e 50% da água e misturar por um minuto; desligar a betoneira, acrescentar o aglomerante (sem o aditivo) e misturar por três minutos; colocar o aditivo juntamente com 100 ml dos 50% de água restantes e misturar por quatro minutos; colocar o restante da água conforme a necessidade; desligar o equipamento por três minutos e ligar novamente por dois minutos.

Contudo, como o produto SCAA não possui agregados graúdos, e sim apenas materiais finos, esse método não foi eficiente, fazendo com que a mistura não ficasse homôgenea, isto é, formaram-se torrões que interferiram no bom desempenho do material.

Diante disso, foi estabelecido um novo método de mistura para o produto SCAA, que se mostrou eficiente e colaborou para a sua homogeneidade: inicialmente, coloca-se na betoneira todos os materiais finos (solo, cimento e fibras – se houver) e tampa-se a abertura da betoneira com uma lona/capa para que não haja perda de material; em seguida, liga-se a betoneira por quatro minutos para que seja feita a mistura dos materiais finos; após o tempo estabelecido, desliga-se a betoneira, retira-se a lona e é feita a adição de 50% da água; feito isso, a betoneira é novamente ligada e a água restante é adicionada gradativamente durante cinco minutos, observando-se a homogeneidade do material para que ele não fique aderido ao fundo (a água reservada não deve ser totalmente adicionada nessa fase); discorrido esse tempo, adiciona-se o aditivo com 100 ml da água determinada pelo proporção de materiais; observa-se a fluidez do material e faz-se o ajuste de água. A betoneira pode ser desligada de cinco a dez minutos após a colocação do aditivo.

Com a mistura pronta, fez-se o Slump Flow Test e verificou-se o espalhamento de 700mm. Em seguida, o produto foi despejado em carrinho de mão, que foi conduzido para o local da moldagem, sendo a mistura lançada na forma com o uso de baldes.

A elevada quantidade de material necessário para preencher a forma levou à uma capacidade insuficiente da betoneira, sendo preciso executar de três a cinco betonadas para que a parede atingisse altura de 45cm, resultando em uma parede preenchida por camadas. Assim, houve um intervalo de aproximadamente 40 minutos entre o lançamento dessas camadas, que compreendeu o tempo necessário para o lançamento da mistura na forma, o tempo de limpeza e secagem da betoneira e o tempo de produção da próxima mistura a ser lançada.

É importante ressaltar que a 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 autoadensamento na forma.

O processo de desforma das paredes foi feito com dois dias de idade e não apresentou dificuldades, isto é, as fôrmas foram facilmente desmontadas, e devido ao uso de óleo desmoldante, as placas metálicas soltaram facilmente da parede. Não houve desplacamento e não foram observadas fissuras durante o processo de desforma. Contudo, devido à demora entre o lançamento das camadas, foi possível notar na sua superfície o desenho (marcação) das camadas, conforme ilustrado nas figuras 8 e 9.

Figura 8. Parede monolítica de SCAA sem adições

Figura 9. Parede monolítica de SCAA com adições

Essa marcação aparente das camadas nos painéis de SCAA não interferiu no desempenho mecânico dos mesmos. Isso porque após a desmoldagem foram retirados painéis das paredes para ensaio de resistência à compressão aos sete dias e durante a extração, o material permaneceu homogêneo, não se desintegrou onde havia interface entre camadas e apresentou valores de resistência à compressão simples próximos aos encontrados na tabela 2.

Retirados os painéis, os mesmos foram levados à máquina Poli Corte para que tivessem suas dimensões ajustadas e retificadas e assim, poderem ser submetidos ao ensaio de resistência à compressão axial com idade de sete dias. O procedimento de extração e ajuste dos painéis está ilustrado nas figuras 10, 11 e 12, e os resultados desses ensaios estão dispostos na tabela 5.

Figura 10. Extração do painel com uso de maquita

Figura 11. Painel extraído

Figura 12. Ajuste e retificação de medições do painel

Tabela 5. Resistência à compressão axial com idade de sete dias

Amostra	T3 sem adições	T3 com 0,1% de polipropileno
Resistência média à compressão (MPa)	4,14	4,44

Na tabela 5 nota-se que a amostra T3 de SCAA com microfibras de polipropileno apresentou resistência à compressão melhor que o T3 sem adição. Tal resultado confirma que a estrutura tem comportamento semelhante ao dos corpos de prova anteriormente estudados.

Além disso, a resistência alcançada é compatível com a de um material autoportante, já que a resistência à compressão axial mínima de 1,0 MPa, aos sete dias de idade, é exigida pela NBR 13553 (2012) para paredes monolíticas de solo-cimento compactado sem função estrutural, tornando o produto SCAA viável mecanicamente para fabricação de paredes monolíticas moldadas in loco.

5 CONCLUSÕES

A dosagem do SCAA na proporção 1:5 (cimento:solo, em massa) mostrou viabilidade técnica de uso para fabricação de paredes monolíticas moldadas in loco, sendo que o processo de preparação da mistura em betoneira estacionária e lançamento manual sem adensamento foi considerado eficaz, já que o SCAA no estado fresco apresentou-se fluido, homogêneo, sem segregação. O SCAA no estado endurecido alcançou resistências mecânicas compatíveis para construção de paredes monolíticas.

Embora tenha sido possível produzir paredes monolíticas de boa qualidade com apenas uma betoneira de baixa capacidade fazendo as misturas e com o lançamento feito através de baldes, esse processo não pode ser considerado eficiente para a produção em larga escala.

Recomenda-se, portanto, melhoras no processo de mecanização da produção, como por exemplo, fazer a mistura do produto SCAA em betoneiras com capacidade de misturar maiores quantidades de material, bem como executar o lançamento mecanicamente, através de bombeamento para evitar interrupções de preenchimento das fôrmas e possíveis formação de interfaces entre essas camadas interrompidas.

Apesar dos estudos preliminares apontarem o bom comportamento mecânico do SCAA, ressalta-se a necessidade de uma avaliação mais aprofundada a respeito da resistência a

compressão excêntrica em paredes e sua deformabilidade para conclusão definitiva do potencial de aplicação do SCAA como paredes autoportantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

Associação Brasileira de Normas Técnicas (2005a). NBR 13278: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado. Rio de Janeiro, ABNT

Associação Brasileira de Normas Técnicas (2005b). NBR 13279. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro, ABNT

Associação Brasileira de Normas Técnicas (2005c). NBR 13280: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – determinação da densidade de massa aparente no estado endurecido. Rio de Janeiro, ABNT

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

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

Associação Brasileira de Normas Técnicas (2011). NBR 15961-2: Alvenaria estrutural blocos de concreto - Parte 2: execução e controle de obras. Rio de Janeiro, ABNT.

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

Milani, A. P. S.; Barboza, C. S. (2012). Uso de aditivo plastificante em solo-cimento plástico para fabricação de paredes monolíticas. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 14, 2012. Anais... Juiz de Fora: ANTAC. CD-ROM.

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

Paz, J. G. P.; Dias, F. G. R.; Milani, A. P. S. (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.

AUTORES

Bruna Ramos de Souza, acadêmica de engenharia civil da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul; bolsista no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Tecnológica e Inovação, PIBITI.

João Gabriel Santana Paz, acadêmico de engenharia civil da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul; bolsista no Programa de Educação Tutorial – PET Materiais.

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

TerraBrasil 2016
VI Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Bauru-SP (Brasil), 8 a 12 de novembro de 2016
http://faacppgarq.wix.com/terrabrasil2016
PPGARQ/FAAC-UNESP

TERRA ENSACADA COMPACTADA: RESISTENCIA À COMPRESSÃO PARA DESEMPENHO ESTRUTURAL DE PAREDE

Flávio Duarte[1]; Bruno Azevedo[2]

Biohabitate; Belo Horizonte, MG, Brasil,
[1]flavio@biohabitate.com.br; [2]bruno@biohabitate.com.br

Palavras-chave: terra ensacada, resistência, compressão, teste, desempenho

Resumo

A terra ensacada compactada vem ganhando espaço no cenário mundial das construções contemporâneas de terra com paredes estruturais. Esse artigo tem como objetivo estudar a resistência à compressão para o desempenho estrutural da parede executada com essa técnica para a execução de uma edificação. Os testes foram realizados com duas amostras de solo disponíveis no local. A edificação, projetada pela Biohabitate, na cidade de Parnaíba, Piauí, tem dois pavimentos. Foram preparados corpos de prova com duas amostras de terra, I e II, corrigidas com areia e estabilizadas com cimento. Os corpos de prova foram preparados com dois sacos de terra compactada sobre uma superfície rígida, móvel e plana, para simular duas fiadas da parede, cada uma com 10 cm de altura. Depois de 7 e 28 dias de cura na obra, os dois sacos sobrepostos foram cortados para formarem corpos de prova, com seção horizontal de 15 cm x 15 cm e altura de 20 cm. Depois receberam capeamento de 1 cm, com argamassa de cimento e areia, para regularização das superfícies que ficaram em contato com os pratos da presa hidráulica que os rompeu em laboratório do IFPI. Para os corpos de prova feitos com a amostra I, subproduto da extração de seixos, obteve-se 3,3 MPa, com 7 dias de cura, e 3,4 MPa, com 28 dias. Para a amostra II, solo extraído de barranco e usado em aterros, obteve-se 4,3 MPa, com 7 dias, e 4,5 MPa, com 28 dias. Com os resultados obtidos e pela experiência adquirida em outros trabalhos, pode-se confirmar que as terras disponíveis para a obra, corrigidas com areia e estabilizadas com cimento, estavam aptas para a execução das paredes estruturais da edificação de dois pavimentos projetados. Além de estarem dentro da faixa de resistência indicadas para painéis monolíticos de solo-cimento. Vale ressaltar que existem variantes e que os experimentos ainda não possuem valor acadêmico. Foi usada a terra da amostra II para execução das 15 primeiras fiadas do primeiro pavimento, e a da amostra para as demais fiadas.

1 INTRODUÇÃO

A terra ensacada compactada é cada vez mais usada como técnica construtiva para execução de projetos e obras contemporâneas de terra. Essa técnica vem ganhando adeptos devido a sua praticidade, resistência estrutural, execução sem necessidade de pré-montagem de formas, além de cada fiada já ser executada, uma sobre a outra, no local onde permanecerá para compor a parede.

Desde 1978 já se tem registro do uso da técnica de terra ensacada. Minke (2001) realizou experimentos com sacos feitos de tecido de algodão com vários formatos e de maneiras diferentes de dispor as terras nos sacos. Em seus experimentos, usou a técnica na maioria das vezes como vedação e sem a estabilização por compactação, sendo somente o peso próprio das fiadas superiores o responsável pelo adensamento do solo dentro dos sacos.

Na década de 80, tem-se notícia do desenvolvimento da terra ensacada compactada. Khalili (1999), depois de patentear a técnica, começou a difundi-la pelo mundo, sendo mais conhecida quando ganhou o concurso da NASA para construção de possíveis estações lunares com o uso de sacos e solo lunar, sem necessidade levar para lua materiais sofisticados e/ou pesados e volumosos.

Khalili (1999) nomeou esta técnica de *earth-bags*, porém ela foi difundida pelo mundo também com o nome de superadobe. Essa última denominação não é a mais adequada e o termo gera polêmica, apesar de ser o mais usual. Além da técnica ser mais parecida com a técnica da taipa de pilão e com o adobe, não é coerente chamá-la de superadobe, nome que subtende uma inferioridade do adobe em relação as paredes de terra ensacada compactada.

No Brasil, a partir de 2010 houve o uso da terra ensacada compactada com saco composto por uma malha plástica diferente daquela usada originalmente. A proposta original para a técnica é o uso de sacos contínuos de rafia e foi feita uma adaptação, substituindo a rafia por sacos contínuos, também de polietileno, porém com malha raschel (mesma malha usada para sacos de laranja e sombrites usados em hortas e plantações).

O uso de saco com malha raschel apresenta algumas vantagens e características peculiares que ajudam na aderência entre as fiadas, aproximando mais as estruturas de terra ensacada das estruturas monolíticas, do que das alvenarias, onde se tem o empilhamento de componentes que conformam as fiadas. Com o uso da malha raschel, além de não ser necessária a retirada dos sacos para aplicar o reboco, também se facilita a ancoragem do reboco na superfície da parede, uma vez que a malha fica aderida na terra e o reboco pode aderir na malha do saco, bem como na terra, por entre os fios da malha (Duarte, Azevedo, 2012).

Figura 1. Execução emenda dos sacos de malha raschel para construção de terra ensacada compactada continua na construção da Biohabitate

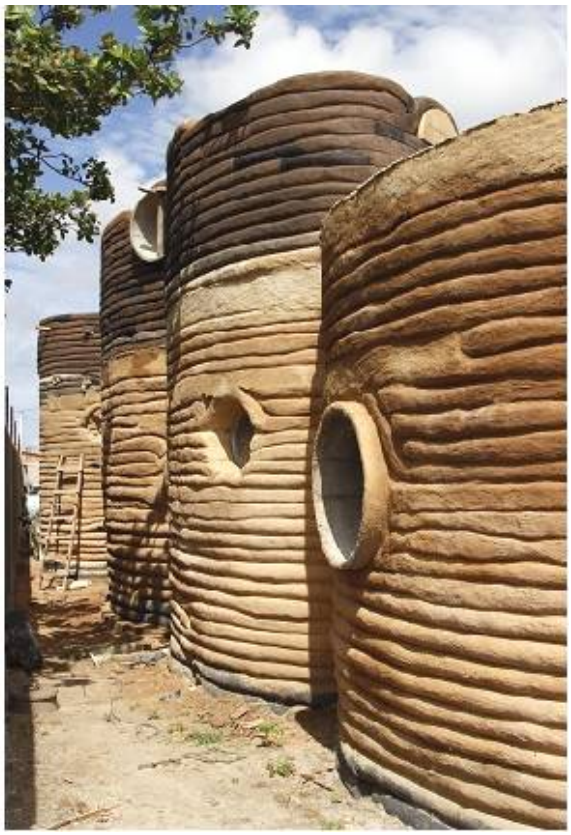


Figura 2. Vista da obra da Biohabitate citada nesse artigo, com o segundo pavimento em andamento e primeiro pavimento já com emboço de terra

A técnica de terra ensacada compactada, quando criada, foi indicada para construção de paredes estruturais, desde que executada de maneira adequada, considerando

principalmente a sua esbeltez, a umidade ótima da massa de preenchimento dos sacos e o grau de compactação adequado à terra utilizada para garantir adensamento adequado.

Apesar de ainda não ter uma norma especifica para determinar a resistência à compressão da terra ensacada compactada, pode-se adotar, como referencia, os valores sugeridos para a taipa de pilão na norma africana (SADCSTAN, 2014), e para painéis monolíticos de solo cimento compactados (ABCP, 1998), cujas técnicas construtivas apresentam similaridades com a da terra ensacada compactada.

Os estudos e testes relatados nesse artigo foram realizados a partir de uma demanda específica para garantir resistência à compressão das paredes de uma residência unifamiliar, projetada pela Biohabitate para cidade de Parnaíba, Piauí, com os dois pavimentos executados com paredes de terra ensacada.

2 OBJETIVO

Aprimorar o conhecimento sobre a técnica de terra ensacada compactada por meio da avaliação do desempenho estrutural da parede de uma obra específica, determinado por sua resistência à compressão, considerando dois tipos de terra disponível no local.

3 DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

3.1 Contexto da obra

A obra tem total de 238 m^2 de área construída, e aproximadamente 155 m^3 de terra ensacada compactada executada, sendo o primeiro pavimento com aproximadamente 104 m^3, e o segundo pavimento com aproximadamente 51 m^3.

3.2 Tipos de terra disponíveis

Na região da obra selecionaram-se dois tipos de terra disponíveis para a construção. A amostra I é chamada na região de massará, e é subproduto da extração de seixos utilizados na construção civil e paisagismo. A terra é retirada de barrancos ou escavada em locais onde tem muito seixo, e posteriormente é lavada em peneira para a extração dos seixos de diferentes tamanhos. Uma vez lavada, a terra vai se acumulando em pequenas barragens e depois é retirada e exposta ao sol para comercialização e uso em aterros. Esse é o material mais accessível, por ser um subproduto abundante na região. Além disso, a terra é previamente peneirada com a presença de poucos e pequenos pedregulhos.

A amostra II, denominada piçarra, é um material conhecido na região como o mais eficiente usado para aterros e terraplanagem de estradas. Ela é retirada do solo e de barrancos onde tem sua incidência. É um material um pouco mais caro em relação ao massará, além de conter mais pedregulhos que exige seu peneiramento.

Em testes expeditos de campo indicados por Neves et al (2010), identificou-se as duas amostras como sendo terra silto-argilosa. Por isto, a granulometria das duas amostras foram corrigidas com adição de areia média lavada. Identificou-se maior quantidade de areia na amostra I do que na amostra II.

3.3 Correção granulométrica

Para determinação da correção granulométrica, foram considerados os resultados dos testes tácteis e outros testes expeditos de campo, e também os resultados de testes realizados com fiadas de 34 cm de comprimento (fiadas para os testes), simulando a execução de quatro pedaços de parede, cada um com proporções diferentes de terra e areia. Foram feitos testes com quatro possíveis proporções de areia para cada uma das duas amostras.

Para fazer as fiadas de testes, e posteriormente para executar as paredes, foi utilizada a terra úmida, assim como indicado para taipa de pilão. O teor de umidade foi determinado pelo teste do bolo, onde se aperta um punhado de terra umedecida entre a palma da mão e os dedos, e nesse bolo deve ficar a marca dos dedos moldadas da terra, e quando se solta esse bolo a aproximadamente 1 m de altura, ele deve esfarelar ao chocar-se contra uma superfície plana e dura (Neves, 2006).

Depois de 15 dias de cura no canteiro de obras, nas mesmas condições das paredes a serem executadas, os pedaços de parede foram quebrados usando uma talhadeira e uma marreta. Para avaliação dos resultados foi observada a resistência de cada fiada de teste ao ser quebrada, o adensamento das partículas devido à compactação, e a quantidade de esfarelamento na superfície das fiadas de teste, além do esfarelamento em seu interior, após o uso da talhadeira.

A proporção de areia escolhida para cada amostra foi aquela que conferiu, à fiada de teste, a maior resistência à quebra (precisando de mais força e golpes de talhadeira para ser rompido), maior adensamento das partículas e menor quantidade de esfarelamento. Esses dois últimos fatores foram avaliados táctil-visualmente.

Com os resultados dos testes, a amostra I (massará) foi corrigida com areia na proporção de 1:1, e a amostra II (piçarra) foi corrigida com areia na proporção de 3:1 (areia:solo).

3.4 Estabilização, proporção de cimento

Depois de determinada a quantidade ideal de areia para correção de cada amostra, foi realizado o mesmo teste citado acima, desta vez com a variação das proporções de cimento, usado como estabilizante da terra nas paredes do primeiro pavimento.

Figura 3. Fiadas de testes quebradas com talhadeira para determinação da proporção de areia e cimento mais adequada para cada amostra

Foram feitos testes com as proporções em volume de 1:15, 1:12, 1:10 e 1:8 de cimento para a terra já sua granulometria corrigida.

A avaliação dos resultados para determinação da quantidade de cimento de cada amostra foi feita assim como nos testes realizados para determinar as quantidades de areia. A determinação da proporção de cimento para cada amostra foi indicada pela fiada teste que

demonstrou maior resistência à quebra com a talhadeira, maior adensamento, e menor esfarelamento.

Para as duas amostras de terra, a proporção em volume que se demostrou mais satisfatória quanto à resistência e ao esfarelamento foi a de 1:8 (cimento:terra).

3.5 Resistencia à compressão e testes

Depois de determinada as proporções de areia e cimento para cada uma das duas amostras de terra disponíveis, iniciou-se o preparo dos corpos de provas para determinação da resistência à compressão das amostras com granulometria corrigida com areia e com adição de cimento.

Sobre uma superfície de madeira rígida, móvel e plana, foram feitas duas fiadas de sacos, sobreposta uma sobre a outra, simulando as características e execução das paredes. Cada fiada fica com 10 cm de altura depois de compactada. Assim como nas paredes, o primeiro saco foi preenchido com terra úmida o suficiente para dar coesão às partículas, e compactada em seguida. A segunda fiada foi preenchida com a amostra sobre a primeira fiada, e também compactada em seguida.

Foram preparados quatro corpos de prova, dois para cada uma das duas amostras. Os corpos de prova foram feitos e curados no canteiro de obras, nas mesmas condições em que as paredes foram executadas posteriormente. Para cada amostra, um corpo de prova foi ensaiado com idade de sete dias e outro com 28 dias.

Figura 4. Fiadas de testes que foram cortadas para conformação dos blocos de prova no tamanho adequado para serem rompidos na presa utilizada

Depois de seis e 27 dias de cura na obra, as duas fiadas sobrepostas foram cortadas com serra circular “maquita” para formarem corpos de prova prismáticos, com seção horizontal de 15 cm x 15 cm e altura de 20 cm (igual a altura de duas fiadas). Estas dimensões podem

acarretar no efeito de confinamento de carga, o que minora a resistência mecânica deste material.

Logo depois de cortados os corpos de prova receberam capeamento de 1cm, com argamassa de cimento e areia, para regularização das superfícies que ficam em contato com os pratos da presa.

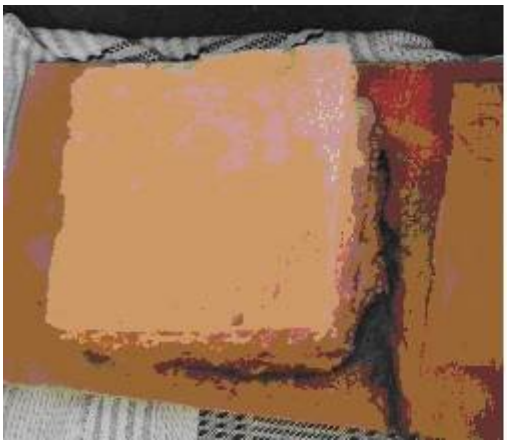


Figura 5. Vista bloco de prova prismático, cortado e pronto para receber capeamentos nas superfícies que ficaram em contatos com o prato da prensa

Figura 6. Corpo de prova prismático, com capeamentos executados, sendo rompido na prensa

3.6 Resultados dos testes compressão

Os corpos de prova foram rompidos no laboratório do IFPI (Instituto Federal do Piauí) com carregamento uniforme e velocidade constante. O laboratório não informou a velocidade de carregamento. Os ensaios foram registrados em vídeos. Os resultados obtidos são apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Valores de resistência à compressão

Discriminação	cimento:areia:terra (proporção em volume)	Resistência à compressão (MPa)	
		7 dias	28 dias
Amosta I (massará)	1:4:4	3,3	3,4
Amostra II (piçarra)	1:6:2	4,3	4,5

Em função dos resultados obtidos e das condições de obtenção dos dois tipos de terra e da areia, optou-se por usar a amostra II na execução das 15 primeiras fiadas do primeiro pavimento, correspondente à altura de 1,5 m, e a amostra I para as demais fiadas. Para o segundo pavimento, com exceção das duas primeiras e da última fiada, a parede foi executada com a terra denominada massará (amostra I), corrigida com areia (3:1 – areia:terra), sem a adição de cimento.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com a norma africana para estruturas de terra compactada (taipa de pilão), paredes com até 3 m de altura devem ter resistência mínima de 1,5 MPa, e para dois pavimentos, com paredes de até 6 m de altura total, resistência mínima de 2,0 MPa (ARSO, 2014).

No Brasil, os valores de resistência a compressão para painéis monolíticos de solo-cimento compactados devem ser iguais ou maiores que 1,0 MPa (ABCP, 1998) para que esses painéis se comportarem como estruturais.

Comparados os valores de resistência para a taipa de pilão e para painéis monolíticos de solo-cimento, sugeridos pelas normas citadas acima, pode se afirmar que a técnica de terra ensacada compactada tem potencial para execução das paredes estruturais da obra de dois pavimentos descrita nesse artigo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Cimento Portland (1998). Construção de paredes monolíticas com solo-cimento compactado. 3.ed. São Paulo, ABCP. Disponível em www.abcp.org.br/cms/download/. Acessado em 25/04/2013

Duarte, F. P.; Azevedo, B. A. (2012). Apostila construção com terra - Biohabitate. Disponível em www.dropbox.com/s/q7x0b4s7gsn4l9z/Constru%C3%A7%C3%A3o%20com%20Terra%20Crua%20-%20TERESINA%20PIAUI.pdf?dl=0. Acessado em 03/06/2016.

Khalili, Nader (1999). Earthquake resistant building structure employing sandbags. U.S. Patent n. 5,934,027, 19 fev. 1998, 10 ago. 1999

Minke, Gernot (2001). Construction manual for earthquare-resistant houses built of earth. Eschborn; Gate – Basin.

Neves, C. (2006). O uso do solo-cimento em edificações. A experiência do CEPED. Congresso de Arquitetura e Construção com Terra, 1, Ouro Preto. TerraBrasil 2006: Anais... Ouro Preto: Rede TerraBrasil; UFOP, 1 CD-ROM

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 www.redproterra.org. Acessado em 15/4/2016.

SADCSTAN TC 1/SC 5/CD Zazs 724; (2014). Código deontológico padrão de estruturas de terra compactada - thc 03. ARSO e SADCSTAN. Disponível em www.rammedearthconsulting.com/rammed-earth-library.htm. Acessado em 30/08/2016

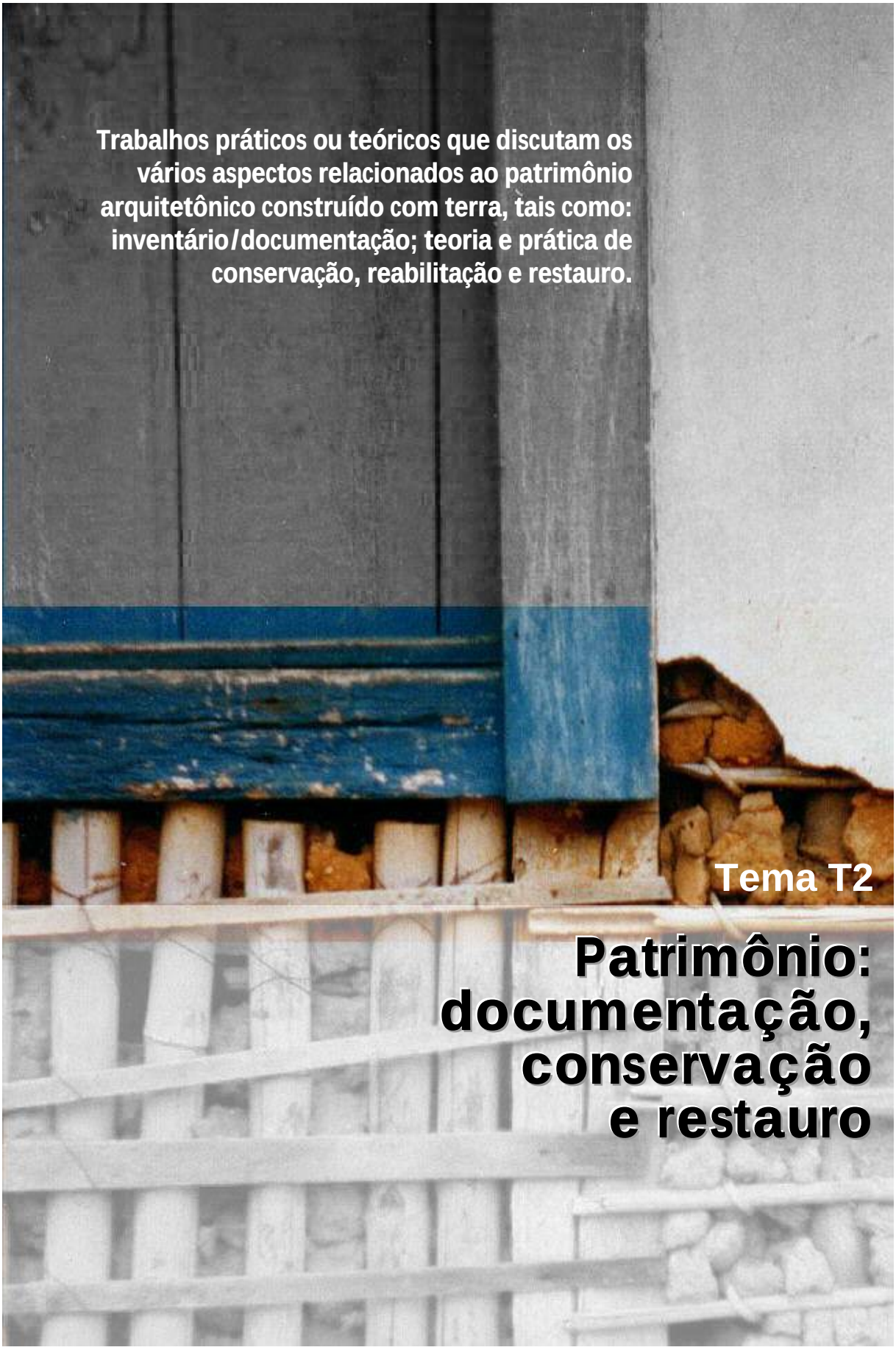
AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos proprietários da Casa Sol da Terra pelo empenho e envolvimento em todo processo projetual e construtivo, além da oportunidade de projetar e capacitar mão de obra local para execução da casa, e ainda poderem realizar testes para garantia de desempenho da obra. Ao técnico do Laboratório do IFPI, Parnaíba, pela realização dos ensaios de compressão, mesmo sem normatização especifica para realização dos mesmos e impossibilidade de emissão de laudo formal com os resultados. E agradecem à rede TerraBrasil pelo trabalho em prol das construções com terra.

AUTORES

Flavio Duarte, arquiteto e urbanista. É o fundador e diretor executivo da BIOhabitate, membro da rede TerraBrasil, parecerista dos periódicos de arquitetura PUC-Minas, ex diretor de arquitetura do Instituto Brasileiro de Geobiologia e Biologia da Construção, responsável pela seleção de trabalhos para dois congressos internacionais de Bioarquitetura, autor de mais de 5mil metros quadrados de projetos para construções com terra. Ver currículo - www.biohabitate.com.br/sobre-nos/flavio-duarte-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. Ver Currículo - www.biohabitate.com.br/sobre-nos/bruno-azevedo/



Trabalhos práticos ou teóricos que discutam os vários aspectos relacionados ao patrimônio arquitetônico construído com terra, tais como: inventário/documentação; teoria e prática de conservação, reabilitação e restauro.

Tema T2

Patrimônio: documentação, conservação e restauro

TerraBrasil 2016
VI Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Bauru-SP (Brasil), 8 a 12 de novembro de 2016
http://faacppgarq.wix.com/terrabrasil2016
PPGARQ/FAAC-UNESP

A CASA BANDEIRISTA RESGATADA: O CASO DA FAZENDA ENGENHO D´ÁGUA EM INDAIATUBA, SP

Milena Fernandes Maranho

CEUNSP – Grupo Cruzeiro do Sul Educacional e Centro Universitário Padre Anchieta, SP, Brasil
milena.f.maranho@gmail.com

Palavras-chave: taipa de pilão, arquitetura paulista, teorias do restauro, casas do patrimônio

Resumo

Tendo em vista algumas leituras que apresentam intervenções e pensamentos que regeram a atuação do antigo Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (SPHAN) em São Paulo na década de 1940, e das atuais diretrizes do mesmo órgão (hoje IPHAN) a proposta é realizar uma reflexão sobre um caso ainda pouco conhecido de exemplar arquitetônico setecentista encontrado na cidade de Indaiatuba / SP. Assim, o mote do artigo, no primeiro momento, é a identificação dos métodos de trabalho do antigo SPHAN, associados às teorias do restauro e cartas patrimoniais que eram referêncianas primeiras décadas de atuação da instituição na arquitetura “bandeirista”, com destaque para o direcionamento engendrado por Luís Saia na ocasião em São Paulo. Na sequência, a ideia é comparar a atuação inicial do órgão com diretrizes atuais,associando-as à algumas teorias e cartas patrimoniais recentes,a partir do estudo do exemplar de Indaiatuba.Os objetivos estão relacionados à apresentação de uma proposta de criação de "casa do patrimônio" na edificação analisada, a partir das referências presentes na Carta Patrimonial de Nova Olinda (2009). Além disso, foram indicadasnecessárias intervenções de consolidação das paredes de taipa, retirada de reboco cimentício e tratamento correto do madeiramento.A referência ao "resgate" do exemplar de casa bandeirista do título foi associada a duas vias; a do resgate material da edificaçãoe a da reflexão sobre o conceito de "valor de uso" de AloisRiegl, ao identificar os significados históricos e culturais da casa do "Engenho d´água”.Houve ainda a intenção de apresentar a necessária interdisciplinaridade nos restauros arquitetônicos.

1. INTRODUÇÃO

O mote do presente artigo é a comparação entre as antigas e as recentes diretrizes do SPHAN, atualmente intitulado IPHAN (Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional) nas intervenções ao patrimônioedificado no Estado de São Paulo. Contudo, se a princípio a preocupação essencial do órgão era catalogar, pesquisar e empreender obras de restauro nos exemplares das “casas bandeiristas”, a partir de ações engendradas por Mário de Andrade e posteriormente Luís Saia em São Paulo, nem sempre se poderá dizer que todos os exemplares existentes foram contemplados, como a casa da Fazenda do Engenho d´água.

Para este estudo, as pesquisas e artigos de autores como Cristiane Souza Gonçalves (2007), Lia Mayumi (2008), Cláudia dos Reis e Cunha (2010), Victor Hugo Mori (2011) e Fausto Sombra (2013) também auxiliaram a compreensãodos modos pelos quais as práticas e as teorias utilizadas nas primeiras ações de preservação no Brasil orientaram durante muitas décadas o trabalho do SPHAN em São Paulo. O fator mais evidente, com relação às orientações do órgão, era “a ausência, quase sistemática, de etapas claramente definidas tanto de pesquisa, como de projeto, realizadas de forma integral e preliminarmente ao início das obras” (Gonçalves, 2007, p. 202).

Por outro lado, as atuais diretrizes do IPHAN em suas publicações, indicam que este cuidado é fundamental para as intervenções em patrimônios no presente. Nesse sentido, as

orientações do “Manual de Elaboração de Projetos de Preservação do Patrimônio Cultural”, primeiro volume da “Coleção Cadernos Técnicos” do Programa Monumenta / IPHAN buscam preencher tais lacunas, na medida em que apresentam a informação de que

> quando se tratar de intervenções complexas e de grande vulto, o Projeto será elaborado em todas as suas etapas, podendo ser solicitadas complementações pela Unidade Regional do IPHAN (...)Em hipótese, os elementos que compõem o Projeto deverão permitir o entendimento e compreensão integral da intervenção (Gomide; Silva; Braga, 2005, p.16).

As “etapas” em questão estão devidamente explicitadas na publicação mencionada, na parte referente ao “Projeto de Intervenção no Patrimônio Edificado”. Vale informar que as premissas apresentadas tem por base não só a prática e a experiência profissional dos técnicos do IPHAN, mas também a produção de outros órgãos ligados à preservação do Patrimônio, o que indica o conhecimento, por exemplo, das Cartas Patrimoniais, já que todas as cartas existentes desde 1931 também estão disponíveis no site da Instituição.

Portanto, ao elaborar um comparativo entre algumas diretrizes de dois momentos da atuação do SPHAN / IPHAN em São Paulo, o intuito é indicar as transformações e alterações existentes em teorias do restauro e práticas utilizadas por seus técnicos no trabalho de preservação do patrimônio arquitetônico paulista. Ao mesmo tempo, a ideia também é fazer uma reflexão sobre a casa bandeirista do Engenho d´água que é objeto da pesquisa, já que ela nunca foi considerada pelo órgão em questão como exemplar de arquitetura de interesse. Mesmo tendo sofrido alterações ao longo do tempo, ela precisa ser melhor aproveitada, pois as condições de uso atuais não valorizam os seus significados e possibilidades.

2. OBJETIVOS

O principal intuito deste estudo de caso é analisar, a luz das mais recentes orientações do IPHAN para a preservação do patrimônio arquitetônico, o caso da sede da Fazenda Engenho d´água, situada na cidade de Indaiatuba, no interior de São Paulo. A ideia é efetuar um comparativo entre as ações concebidas no “Sítio Santo Antônio” de São Roque, que sofreu intervenção comandada por Luís Saia no início da década de 1940, e ações que seriam necessárias no presente para a preservação da casa setecentista de Indaiatuba. É preciso informar que a casa do Engenho d´água apenas recentemente, em meados da década de 1990, foi considerada como exemplar de “casa bandeirista” por Celso Lago Paiva, pesquisador do GEHT/ CMU / UNICAMP. No entanto, a casa possui apenas tombamento municipal, que ocorreu no ano de 2008, apesar do processo ter sido iniciado em meados dos anos 1990. Ao mesmo tempo, a reflexão foi apresentada no sentido de identificar as intervenções necessárias na edificação, baseadas nas teorias de restauro e cartas patrimoniais relacionadas com as atuais premissas de preservação. Além disso, a contribuição para o debate sobre as perspectivas do patrimônio arquitetônico do interior paulista, e as orientações para seu uso, também fazem parte dos objetivos deste artigo.

3. METODOLOGIA ADOTADA

3.1 O SPHAN em São Paulo: o exemplo do sítio Santo Antônio

O IPHAN, segundo as suas próprias referências, é a instituição que representa as ações governamentais brasileiras na área da preservação do patrimônio cultural. Pioneiro na preservação do patrimônio na América Latina, a instituição possui um vasto conhecimento acumulado ao longo de oito décadas, tornando-se referência para instituições assemelhadas de países de passado colonial. No Brasil a atuação deste órgão foi implementada a partir do Decreto-Lei 25, que instituiu o tombamento do patrimônio de valor artístico e histórico brasileiro no ano de 1937, a partir de projeto escrito por Mário de Andrade.

As primeiras atividades do recém criado Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (SPHAN), foram os inventários, e pesquisas acerca do patrimônio arquitetônico que fosse representativo da História e das origens do Brasil, especialmente aqueles do período colonial. Segundo Lia Mayumi (2008, p.23), as "casas velhas", como eram inicialmente chamadas as casas construídas em São Paulo entre o final do século XVII e o século XVIII, figuraram "desde o início das atividades (...) no elenco de bens arquitetônicos selecionados pelo órgão federal para compor o patrimônio histórico e artístico nacional". Dessa forma, no mesmo ano de 1937, Mário de Andrade foi nomeado assistente técnico responsável pela Região Sul, que compreendia São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Em São Paulo o seu principal colaborador, que terminou por substituí-lo no cargo em 1938, foi o arquiteto Luis Saia. A história da Superintendência de São Paulo confunde-se com a história do IPHAN, já que foi também a partir das práticas de pesquisa e restauro efetuadas em São Paulo que a instituição constituiu métodos e diretrizes de atuação gerais, que foram utilizadas durante décadas. Um caso emblemático é o da casa sede e capela do Sítio Santo Antônio, de São Roque, SP, que foi comprado por Mário de Andrade em 1937, com o desejo de doá-lo ao SPHAN. Em 1940, o arquiteto Lúcio Costa, na época consultor técnico e teórico do órgão, coordenaria a distância juntamente com o diretor geral, Rodrigo Mello de Andrade, os trabalhos de intervenção e restauro do Sítio Santo Antônio, efetuados entre 1940 e 1947.

As casas bandeiristas deveriam significar, segundo as palavras do próprio Mário de Andrade, algo diferente da arquitetura ou estatuária mineira, "o critério tem de ser outro. Tem de ser histórico, e em vez de se preocupar muito com beleza" (Andrade, 1997, p. 24 apud Gonçalves, 2007, p. 108), já que questão central deveria ser baseada em técnicas construtivas e nas especificidades de adaptação da arquitetura ao meio paulista. Eram os "valores genuinamente paulistas", existentes naquela edificação da década de 1680, que deveriam ser resgatados e restaurados. No entanto, a casa do sítio Santo Antônio estava já bastante alterada, e em péssimo estado, fechado o alpendre frontal com tijolos, e construídos em tijolos também, as recentes divisões internas que foram encontradas. A casa também apresentava uma metragem que não se adequava com os demais exemplares "bandeiristas" encontrados, que possuíam planta quadrada. "O programa, no entanto, parecia respeitar o esquema típico: alpendre frontal, funcionando como área de transição entre a parte íntima da casa – restrita aos moradores - e os cômodos abertos ao uso dos visitantes; à esquerda, o quarto de hóspedes, e à direita, a capela" (Gonçalves, 2007, p. 109). As figuras 1 e 2 identificam o alpendre mais largo da edificação pós restauro e a planta com alteração na distribuição original dos cômodos, cuja disposição deveria ser simétrica a partir da sala central.

Figura 1 - O conjunto do Sítio Santo Antônio (Sombra, 2013)

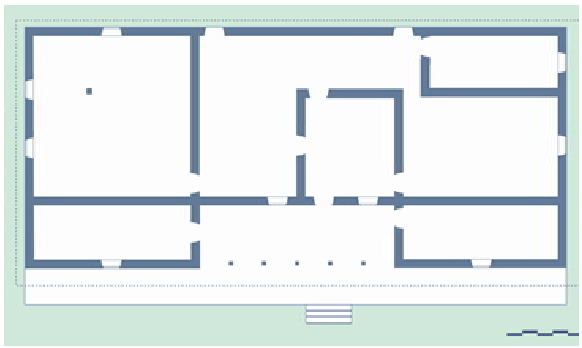


Figura 2 – Planta da sede do sítio Santo Antônio (https://coisasdaarquitetura.wordpress.com/2011/08/21/sitio-de-santo-antonio/)

A solução de intervenção proposta por Saia para a recuperação da casa não foi bem aceita por Lúcio Costa devido à largura do alpendre, como atestou Fausto Sombra (2013, nota

38).Apesar das críticas de Lúcio Costa, Saia partia dos princípios estabelecidos desde o início de funcionamento do SPHAN, que previa a realização de extensas pesquisas a fim de documentar os tombamentos. Ao efetuar as obras em São Roque, como em outros exemplares, Luis Saia partiu de pesquisas documentais extensas, que deram origem a artigos e livros a partir dos quais o termo "casa bandeirista" se consagrou. Segundo Cristiane Gonçalves (2007, p. 114) "a pesquisa realizada para a elaboração dos artigos demandou uma série de atividades complementares, tais como vistorias e produção de documentação fotográfica (...) além de buscas em cartórios". Tais exemplos de orientação para a prática do restauro podem ser aproximados ao pensamento teórico e documentação produzidos internacionalmente, como atestou Cristiane Gonçalves, especificamente às considerações de EugèneViolletle Duc – teórico do restauro oitocentista – e da Carta de Atenas de 1931. Esta foi mencionada por Rodrigo Melo Franco de Andrade, primeiro diretor do SPHAN em entrevista na década de 1930 (Cunha, 2010, p. 73). Ao identificar e avaliar os procedimentos, conceitos e métodos de trabalho de intervenções realizadas pelo SPHAN nas primeiras décadas de seu funcionamento, incluindo os trabalhos em São Roque, destacaram-se para Gonçalves (2007, p. 185) duas questões em especial: "o conceito de unidade estilística [e] a diferenciação dos materiais utilizados nas intervenções".

Em primeiro lugar, a unidade estilística pode ser entendida a partir dos conceitos apresentados por Saia sobre o resgate da tipologia original do edifício. Esta acepção é comparada por Gonçalves à afirmativa de Le Duc sobre o fato de que "restaurar um edifício é (...) restabelecê-lo em um estado completo que pode não ter existido nunca em um dado momento". Quando se referiu aos monumentos visitados por ele na França, Le Duc indicou os objetivos de sua restauração: "Reconstruir ou antes restituir em seu conjunto e em seus mínimos detalhes (...) em uma palavra, devolver sua forma, sua cor e, se ouso dizer sua vida primitiva (...) E em suas partes degradadas, quantos vestígios (...) Quantos documentos para a imaginação!" (Viollet-le-Duc, 2006, p 9 e pp. 40 e 41). O "estado completo que pode não ter existido", apesar de partir da "imaginação" citada, deveria cumprir requisitos rigorosos quanto ao estilo designado. Gonçalves (2007, p. 187) afirma que

> esta ideia atravessa os trabalhos [do SPHAN] com tal vigor que é quase impossível não observá-las nos resultados obtidos, sendo inevitável associá-la aos propósitos finais das restaurações (...) No caso do sítio Santo Antônio, por exemplo, a unidade estilística é garantida pela opção em recuperar o conjunto do século XVII, suprimindo-se, assim, as alterações posteriores a este período eleito. (...) Restituir a unidade do conjunto seiscentista constituiu ideia tão forte que Lúcio Costa, ao comentar a intervenção na casa sede, não teceu objeções à reconstrução propriamente dita, e, sim, às proporções demasiadamente alongadas do edifício restaurado. Para amparar esta noção, entra em cena um componente vital – também de origem violletiana – que é a busca por "modelos abstratos" que serviriam de referência às reconstituições (...)

Foi a partir dos modelos de outras casas "bandeiristas" estudadas, que Saia chegou à conformação do alpendre da casa do sítio Santo Antônio, o que fica claro na resposta que ele enviou a Lúcio Costa sobre o assunto. Nesta correspondência citada, Luis Saia afirmou como indícios às medidas do alpendre as marcas encontradas no frechal e a confirmação de pessoas que conheceram a casa grande antes da demolição parcial que havia sido reconstruída. A palavra "reconstrução" não é utilizada a toa, no sentido de que estabeleceu-se um conceito de restauração das "casas bandeiristas" pelo SPHAN a partir da recomposição da "planta pura" e da utilização do "esqueleto de concreto armado e das placas de concreto ciclópico".Alguns pareceres do SPHAN acerca do trabalho de consolidação de paredes de taipa, indicavam que a proposta de Saia em utilizar um esqueleto de concreto armado foi utilizada como um "laboratório de experimentação" para a abordagem das arquiteturas de terra. No entanto, a ideia inicial de reconstituir as paredes desaparecidas com a própria taipa, "só com o fito de reproduzir o primitivo sistema, já em

desuso, portanto de execução mais difícil" (Mayumi, 2008, pp. 67-68) não parecia razoável. Dessa forma,

> Saia abandonou a ideia de refazer paredes de taipa e adotou o procedimento de reconstruir des primitivas em alvenaria de tijolos de barro (...) com exceção da casa do Sítio Santo Antônio, cujas paredes desaparecidas foram reconstruídas totalmente em concreto ciclópico, sobre os alicerces remanescentes de taipa de pilão (...) Tanto o conceito técnico como o teórico estavam conformes com a orientação do IPHAN de empregar na restauração materiais modernos (Mayumi, 2008, p. 69).

A indicativa para a utilização de materiais modernos está presente na Carta de Atenas de 1931, já mencionada anteriormente, na qual consta que "os técnicos receberam diversas comunicações relativas ao emprego de materiais modernos para a consolidação de edifícios antigos (...) especialmente, do cimento armado". No entanto este material deveria ser "dissimulado (...) a fim de não alterar o aspecto e o caráter do edifício a ser restaurado" (Carta de Atenas, 1931, p. 2). De fato, a última camada das paredes reconstituídas das construções em taipa, era composta uma argamassa na qual se misturava terra, cal, areia e eventualmente, cimento. Sobre este assunto, Gonçalves (2007, p. 196) indicou que "a técnica do concreto ciclópico utilizada permaneceria indiferenciada, a olho nu, encoberta por camadas de reboco, só revelada ao pesquisador que entrasse em contato com os meandros da documentação escrita do órgão".

Assim, ao mesmo tempo em que materiais modernos como o concreto eram utilizados, primava-se também pelo estudo das técnicas e materiais antigos. Se no caso da taipa decidiu-se que esta não configurava o procedimento mais adequado, pesquisas indicativas de materiais originais apontaram a "canela preta" para a elaboração de portas e janelas, o que foi constantemente utilizado. Segundo as teorias de Viollet-le-Duc (2006, pp. 49-50), "o arquiteto encarregado de uma restauração deve (...) conhecer os procedimentos de construção admitidos nas diferentes épocas (...) Esses procedimentos de construção têm um valor relativo e nem sempre são igualmente bons". Quaisquer que fossem as técnicas empregadas, para o arquiteto restaurador oitocentista francês, como vimos, o mais importante era "restituir ao edifício a sua unidade".

No entanto, no que diz respeito às proximidades dos procedimentos do SPHAN com as orientações da Carta de Atenas (1931, p. 6), se a carta afirmava que "cada caso constitui um caso especial", no caso das edificações paulistas coloniais, chamadas "bandeiristas", o que se observa é a continuidade das técnicas empregadas nos primeiros laboratórios. Como dito, o Sítio Santo Antônio em São Roque constituiu o primeiro grande laboratório da utilização do concreto para os trabalhos de restauro, identificando a proximidade dos trabalhos do SPHAN na fase heroica com o pensamento modernista.

Como já mencionado, apesar dos cuidados apresentados pelas equipes do SPHAN em inventariar e restaurar os exemplares desta arquitetura colonial paulista, alguns experimentalmente como o Sítio Santo Antônio, nem sempre foi possível identificar a todos. A sede da Fazenda Engenho d´Água na cidade de Indaiatuba, distante aproximadamente 75 km de São Roque, foi um deles. O intuito de resgatá-la e preservá-la também envolve oferecer o lugar que lhe é de direito, em meio aos exemplares arquitetônicos de taipa construídos na Capitania de São Paulo nas últimas décadas do século XVIII, consagrados pelas instituições brasileiras do patrimônio cultural e pela memória histórica da cultura material paulista.

3.2 A casa "bandeirista" do Engenho d´água: uma análise

O estabelecimento da Fazenda Engenho d´ água em Indaiatuba, enquanto "termo" da vila de Itu, fez parte de um movimento geral de expansão da economia açucareira e do povoamento em um momento específico da história da colonização do Brasil pelos portugueses. Acerca da casa sede, que permanece com algumas de suas características

originais, Celso Lago Paiva afirmou, após realizar análise “plani-altimétrica, geográfica e de arqueologia construtiva” da edificação, que “a construção é uma legítima casa de tradição bandeirista”. A fazenda foi produtora de açúcar, como dito, tendo o seu engenho, movido à água, desaparecido há muito tempo. No século XIX ela foi produtora de café, e mesmo diante das intervenções na construção original, ela manteve a “disposição espacial de caráter bandeirista dos elementos construtivos, as paredes de taipa de pilão, as envasaduras antigas remanescentes e seus acessórios, os pisos de ladrilhos cerâmicos e de tijolões e o ‘forro’ paulista", estes últimos são posteriores, adicionados nas transformações subsequentes (Paiva, 1998, p. 71).

A casa sede da Fazenda Engenho d´água, construída em taipa de pilão com paredes de espessura entre 0,64 e 0,75 metros foi construída próxima ao Córrego Barnabé, antigo “Ribeirão Indayatuba” tendo produzido açúcar em suas primeiras décadas de funcionamento, e posteriormente café (Koyama,Cerdan, p. 2). A fazenda foi produtora de açúcar, como dito, tendo o seu engenho, movido à água, desaparecido há muito tempo.

A casa foi construída mais alta que a inclinação natural da encosta na fachada anterior original, mas no nível natural da encosta na fachada posterior original. “Compõe-se de duas faixas longitudinais de cômodos, seguindo a cumeeira das duas águas (...) A faixa fronteira tem paredes externas de taipa de pilão nos cômodos das extremidades da faixa e parede de tijolos fechando externamente o vão entre os cômodos” (Paiva, 1998, p. 73).

Algumas paredes de tijolos são consideradas como acréscimos tardios, bem como a porta e as três janelas próximas, localizadas mais ao centro da parede posterior. O cômodo direito conserva porta aparentemente original, voltada à área de alpendre, hoje inexistentePaiva, “o cômodo central seria originalmente aberto na fachada em pretório (ou alpendre)” e o telhado duas águas que a casa apresenta tem as empenas construídas em adobe, quando, originalmente em casas “bandeiristas” deste feitio, eram feitas na própria taipa.

A explicação, para o pesquisador, é que “as empenas seriam acréscimos posteriores talvez ainda do início dos oitocentos, quando o telhado original de quatro águas teria sido reformado para duas águas, exigindo a ereção das paredes laterais sobre as paredes de taipa” (Paiva, 1998, p. 78). A partir destas afirmativas, pode-se notar que a sede da Fazenda Engenho d´água pode ser identificada como um exemplar de casa “bandeirista”, mas que sofreu várias intervenções ao longo do tempo, conforme é possível identificar a partir de sua planta. Note-se que na fachada anterior original o alpendre foi fechado com a construção de parede de alvenaria além da colocação de uma porta e três janelas, os cômodos laterais seguem na mesma disposição, mantendo ainda as largas paredes de taipa de pilão. Além disso, a inicial fachada posterioratualmente constitui a entrada principal, totalmente reconstruída em paredes mais finas de tijolos e alvenaria, com a colocação de porta e janelas antes não existentes, conforme as imagens das figuras 3 e 4.

Figura 3. Fachada anterior original, 2015

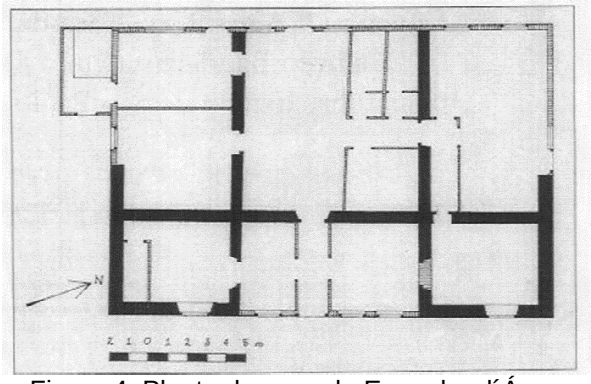


Figura 4. Planta da casa do Engenho d´Água (Paiva, 1997)

Sobre as principais características da casa bandeirista, Carlos Lemos indicou diversos itens semelhantes àqueles apresentados por Paiva sobre a casa do Engenho d´água, já que

> a casa bandeirista situava-se sempre a meia encosta. Na frente, possuía um terreiro amparado por m pequeno muro de arrimo feito de pedras roladas de fundo de rio – (...) No centro da fachada principal, o alpendre reentrante, o chamado 'corredor' – a peça distribuidora, que permitia o acesso ao âmago da casa, à capela em um de seus flancos, e ao quarto de hóspedes, sempre independente. Muitas vezes, havia, também, o alpendre dos fundos – esse era o alpendre íntimo. O corpo da casa (...) situado no centro, entre os dois alpendres, compunha-se da sala central e das camarinhas em redor (Lemos, 1976, pp. 56 e 59).

Também para São Paulo, esse tipo de distribuição dos cômodos marcava a elaboração das plantas de suas casas rurais coloniais. Estas, eram compactas, "de planta quadrada ou retangular, só com um 'alpendre' na frente, coberta por telhado de quatro águas". Além disso, nas casas rurais de São Paulo, "os pórticos alpendrados eram distribuidores de circulação e davam acesso tanto à zona íntima da casa como aos quartos de hóspedes como à capela". As salas ditas "da frente" constituíam áreas de distribuição dos quartos e de passagem obrigatória (Lemos, 1999, pp. 15-16 e 47).

A partir das considerações apresentadas, é certo que as configurações da casa sede da Fazenda Engenho d´água de Indaiatuba são próximas às das casas bandeiristas setecentistas. Pode-se provar esta afirmativa no que diz respeito principalmente aos materiais (taipa de pilão) e a distribuição da planta, com alpendre, sala central e lanços de cômodos distribuídos nas duas laterais da mesma, além de uma área na atual fachada anterior, originalmente destinada aos serviços da casa. Portanto, ela precisa ser valorizada e preservada, mesmo com tantas alterações sofridas, de acordo com as diretrizes do IPHAN, das cartas patrimoniais e de um dos conceitos de AloisRiegl, o "valor de uso".

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Patologias e diagnósticos: deterioração e tratamento da taipa

Segundo estudo de Maria Augusta JustiPisani (2007), as principais condicionantes que deterioram os elementos construtivos dos exemplares de taipa são: o desgaste natural, o tipo de solo e as formas de apiloamento, detalhes arquitetônicos, espécies de madeiras, os índices de chuva, a umidade, o ataque de insetos, vento, insolação e trepidação. Além de todos estes fatores, existem ainda os aspectos sócio culturais dos usuários ou proprietários, que são responsáveis pelo estado da manutenção do imóvel. Entre as patologias mais comuns, encontramos a erosão das paredes, além da existência de partes faltantes que muitas vezes deixam a mostra a estrutura das paredes de taipa.

A falta de escoamento e distanciamento da água em movimento junto às paredes ocasionam as erosões que podem danificar a edificação. As águas sub superficiais também podem subir as paredes por capilaridade, desencadeando o "amolecimento" da massa de taipa, "podendo acarretar a perda de sua resistência". Para recuperar as paredes de taipa, Pisani (2007, p. 8) identifica a morosidade do processo, a necessidade de investigações sobre a abrangência das patologias, além da escolha da técnica a ser empregada.

Para o tratamento das paredes de pau-a-pique, ou taipa de mão, quando não se quer perder a estrutura centenária, e não se encontrando "outro tipo de reparo similar à técnica original", Pisani (2012, pp. 16 e 17) identifica que "pode-se construir uma estrutura auxiliar que suportará a antiga parede (...) Esta estrutura pode ser em madeira ou aço". Após o término da intervenção, a autora afirma que "é possível que a trama fique aparente ou com proteção de vidro, ressaltando o contraste antigo/novo" Esta opção aproxima-se dos pressupostos de uma das teorias de restauro recentes, a Crítico conservativa-criativa.

Segundo Beatriz Kuhl (2008), nesta vertente a restauração assume posição conservativa, mas é uma intervenção já que usa recursos criativos, mas respeitando a obra (remoções, lacunas e adições); há grande atenção aos valores documentais e formais da obra. Esta orientação trabalha de modo articulado o momento conservativo e o projeto de inovação (projeto novo), com a marcação da atuação no presente. Enfim, para a autora a criatividade deve respeitar a obra e não ocorrer em detrimento dela. No Brasil, houve toda uma trajetória nas experiências de restauro empreendidas pelo antigo SPHAN, como já mencionado, entre as décadas de 1940 e 1960, que consideraram certos teóricos oitocentistas como parâmetro e o concreto como material. Apesar das transformações na orientação e discussões recentes, é possível identificar que algumas metodologias daquela época continuam a existir na atualidade.

O uso do cimento identifica um problema que tem acontecido com os exemplares bandeiristas que foram restaurados pelo IPHAN há mais de meio século atrás. O Sítio Santo Antônio, exemplar já mencionado neste artigo, tem sido alvo de processos de restauro desde 2007, os quais, em certos períodos, impossibilitam a visita in loco à edificação. Alguns problemas detectados foram estruturais e de incompatibilidade entre o concreto utilizado no primeiro restauro, sob responsabilidade do arquiteto Luís Saia, e a estrutura de taipa de pilão original.

No histórico de intervenções na sede da fazenda Engenho d´água, em Indaiatuba, além da transformação do telhado, substituição de paredes e alteração da planta, podemos citar a utilização de argamassa cimentícia para rebocar todas as superfícies das paredes de taipa. Além disso, houve a constante utilização de tintas inadequadas para a pintura das mesmas, observando-se tratamento idêntico dispensado tanto à taipa quanto às paredes de tijolos e alvenaria. O problema das tintas inadequadas corresponde à impossibilidade de haver permeabilidade para a infiltração ascendente de águas pluviais do solo nas paredes de taipa, o que é agravado com a existência do reboco em cimento. Esta “proteção” exagerada às paredes também pode esconder outra patologia muito comum nas construções em arquitetura de terra: o ataque do cupins subterrâneos, advindos de colônias do solo, que podem danificar as estruturas de madeira da edificação, alcançando-as a partir de galerias realizadas por dentro das paredes de terra (Fontes, 2014).

Na observação das patologias foram encontrados: descascamentos de reboco e de madeira das esquadrias, sujidades, pichação, ausência de vidro nos caixilhos, vidros quebrados e rachaduras. Intervenção necessária seria a retirada do reboco cimentício das paredes de taipa, e sua substituição por uma argamassa feita de terra, areia e cal. Pintura de caiação, substituição de vidros e tratamento adequado das madeiras, o que inclui substituição, ou raspagem e pintura das esquadrias, além da colocação de vidros nos caixilhos faltantes.

No entanto, em visita realizada pela segunda vez a sede da Fazenda Engenho d´água de Indaiatuba, em julho de 2015, foi constatada a realização de uma recente reforma na edificação. Segundo Carlos Gustavo Nóbrega de Jesus (2015, p. 29) “A Fazenda Engenho d’Água (...) mesmo tombada por decreto municipal, nunca foi alvo de intervenção de restauro ou conservação preventiva”.Dessa forma, a reforma ocorrida em 2015 trouxe o mesmo tratamento dispendido às paredes de taipa e às de tijolo e alvenaria, com repintura e tintas inadequadas. Também houve a transformação da antiga cozinha, situada na fachada anterior atual, em área para a realização de curso técnico de formação em panificação. A taipa-de-pilão existente na porta e paredes de entrada da cozinha, teve sua superfície assentada com azulejos, prejudicando ainda mais a permeabilidade, conforme demonstram as figuras 5 e 6.

Figura 5. Parede de taipa na cozinha, 2014

Figura 6. Parede de taipa na cozinha, 2015

Segundo publicação recente no site do IPHAN (2015, s.p.), o órgão considera que “Projetos de restauração partem, necessariamente, de minucioso diagnóstico da edificação existente, da análise de suas condições arquitetônicas, estruturais e de seus elementos artísticos integrados”. Só então será possível definir com precisão a intervenção mais adequada, segundo referências conceituais próprias desse campo de conhecimento. Porém, ainda segundo o órgão, “no Brasil, ainda são poucas as empresas especializadas, sobretudo empresas com experiência prática”, além dos problemas de descaso ou de uso inadequado das edificações. A Casa bandeirista de Indaiatuba apresenta a totalidade dos problemas apresentados neste parágrafo, pela ausência de um projeto adequado de restauro, bem como de profissionais habilitados realizando a tarefa, além do mau uso da edificação, não valorizando suas possibilidades arquitetônicas e culturais.

O “Manual de Elaboração de Projetos de Preservação do Patrimônio Cultural” integra o conjunto de Cadernos Técnicos do Programa Monumenta, que tem a finalidade de consolidar e transmitir os conceitos, normas e preceitos que orientam a preservação do Patrimônio Histórico e Artístico protegido pela União a partir do Decreto Lei nº 25 do ano de 1937. Segundo o Manual, a “Restauração ou Restauro é um conjunto de operações destinadas a restabelecer a unidade da edificação, relativa à concepção original ou de intervenções significativas na sua história (Gomide, Silva, Braga, 2005, p. 13).

Muito semelhante às primeiras orientações do antigo SPHAN, no Manual considera-se que “o restauro deve ser baseado em análises e levantamentos inquestionáveis”. Mas, de maneira diversa, ele indica que a execução deve “permitir a distinção entre o original e a intervenção”, além de apontar a existência de alterações que são importantes para marcar as intervenções ao longo do tempo. Ao lembrar do exemplo dos remanescentes da edificação do século XIX do Sítio Santo Antônio que foram demolidos, é possível perceber que as diretrizes mudaramNo mesmo Manual, a conservação, por sua vez, é um “conjunto de ações destinadas a prolongar o tempo de vida de determinado bem cultural. Engloba um ou mais tipos de intervenções” as quais são explicitadas no mesmo texto. Ainda em conformidade com o “Manual de Elaboração de Projetos” publicado pelo IPHAN, “na impossibilidade da manutenção dos materiais originais, deverão ser utilizados outros compatíveis com os existentes, em suas características físicas, químicas e mecânicas e aspectos de cor e textura sem, no entanto, serem confundidos entre si” (Gomide, Silva, Braga, 2005, pp. 14-15).

Pode-se notar que a primeira orientação do texto é a utilização dos materiais e técnicas tradicionais encontrados na edificação, algo que nas primeiras décadas de funcionamento do antigo SPHAN era descartado, pelo fato das técnicas estarem “obsoletas”. Quanto à utilização de materiais novos, foi visto que em São Paulo, nas primeiras décadas, os técnicos utilizavam concreto, ou cimento ciclópico, que não ficava à vista, sendo encoberto pelo reboco. Mas observou-se que as atuais diretrizes pedem que se forem utilizados materiais novos, que sejam compatíveis com os tradicionais, o que não é o caso do

concreto, e que eles não devem se confundir com os mesmos, “descaracterizando o sistema existente”, ou ficarem ocultos.

Nesse sentido, o Manual afirma que “é fundamental o conhecimento dos documentos internacionais e dos princípios enunciados nas cartas patrimoniais para elaboração de Projetos de Preservação” (Gomide, Silva, Braga, 2005, p. 16). Como a proposta principaldo artigo é indicar ações neste sentido, com base nos direcionamentos atuais do IPHAN e em cartas patrimoniais mais recentes, é interessante relacionar as ações de preservação mencionadas com as recomendações da Carta de Nova Olinda – Ceará, 2009. Ao mesmo tempo é preciso apontar que um dos conceitos do teórico oitocentista AloisRiegl também é fundamental para as propostas de preservação: o “valor de uso”.

Para que seja possível o entendimento da proposta de ações a ser apresentada, é preciso saber como a casa “bandeirista” de Indaiatuba tem sido utilizada nos dias atuais. A casa é de propriedade da Prefeitura da cidade desde a década de 1970, já foi Escola, Subprefeitura e atualmente funciona como uma das sedes do “Fundo Social de Solidariedade de Indaiatuba” (FUNSSOL), além de comportar uma Biblioteca Municipal. Na casa são oferecidos cursos de panificação e de informática a partir de uma parceria com a escola CEDETEC. Em visita à edificação no mês de julho de 2015, foi possível conhecer todas as suas dependências, o que não havia sido permitido na primeira visita no ano de 2014. Então, foi possível constatar o uso dos cômodos laterais, que mantém as paredes de taipa e as janelas originais, para depósito de doações de roupas, fraldas e outros ao Fundo Social.A edificação está sendo utilizada e, como visto, sofreu obras de reforma. Assim, tal intervenção, justamente por ser caracterizada como “reforma”, não seguiu nenhum parâmetro relacionado às orientações para Projetos de restauro dos órgãos competentes no assunto, muito menos os cuidados relativos à arquitetura de terra que visam sua constante manutenção e salvaguarda.

A preocupação principal diz respeito à manutenção da mesma, a partir da “valorização” e do “prolongamento de seu tempo de vida” (Gomide, Silva, Braga 2005, p. 13). A “Preservação” é o objetivo principal, na medida em que a palavra significa, nesta proposta de ações, justamente a “valorização” e o “prolongamento” de sua utilização via intervenções conservativas, que privilegiam ações apenas de consolidação para evitar a desagregação de elementos. Nesse sentido, a “Carta de Nova Olinda”, também apresenta uma reflexão que se adequa à proposta aqui elaborada. A ideia envolve as discussões sobre e criação e manutenção das chamadas “casas do patrimônio” e está fundamentada na necessidade de estabelecer novas formas de relacionamento entre o IPHAN, a sociedade e os poderes públicos locais, pois,

> além de informar e dialogar sobre as atividades e rotinas administrativas da instituição, buscará investir em ações de qualificação e capacitação de agentes públicos e privados e de promoção do patrimônio cultural como um dos pilares do desenvolvimento sustentável, capaz de gerar renda e de atuar a partir de noções ampliadas de patrimônio (Carta de Nova Olinda, 2009, p. 3).

Ou seja, as casas de patrimônio são “um espaço de interlocução com a comunidade local, de articulação institucional e de promoção de ações educativas” para melhor usufruto e valorização do patrimônio cultural. Assim, a proposta para uso adequado da edificação seria transformar a casa do Engenho d´água em uma Casa de Patrimônio, voltada à formação de mão de obra para trabalhar na execução de projetos de restauro, com cursos e palestras neste sentido, já que a cidade e a região possuem demanda na área. Além disso, o intuito também é oferecer uma “articulação das áreas de patrimônio cultural, meio ambiente e turismo dentre outros campos da ação pública” (Carta de Nova Olinda, 2009, p. 4) ao associar as ações educativas ao Parque Ecológico existente no entorno.

Para a transformação do espaço, é fundamental a exposição de partes da parede de taipa original e de outras técnicas e materiais de períodos posteriores. Além disso, a proposta

também envolve a apresentação de maquetes e plantas da casa originais e com suas transformações, aliadas à colocação de painéis explicativos sobre a vida cotidiana e o uso da casa no século XVIII e posteriormente, até mesmo enquanto ela foi utilizada como escola no século XX. Atestar a passagem do tempo nos usos e materiais da casa identifica avalorização da história da casa do Engenho d´água e de suas mudanças ao longo do tempo.

Com estas ações, o intuito é, como na Carta de Nova Olinda (2009, p.4) a "manutenção e disponibilização das informações e acervos sobre o patrimônio para acesso da população" e de seus significados e transformações no tempo e no espaço. A biblioteca, os cursos de internet e panificação poderiam ser mantidos, mas as atividades de coleta de doações da FUNSSOL seriam alocadas em outro imóvel pertencente à Prefeitura nas imediações. Uma das áreas da casa do Engenho d´água também poderia ser utilizada para divulgação das tradições, artes e produtos regionais, para auxiliar a difusão da cultura.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O potencial desta edificação é bastante promissor, no sentido do aproveitamento da sua existência e do seu significado, o que certamente ocorrerá a partir de uma proposta que valorize este patrimônio edificado. Portanto, as características das ações sugeridas neste artigo, além de estarem em conformidade com uma das cartas patrimoniais mais recentes elaboradas no Brasil, a Carta de Nova Olinda, também se aproximam de um dos conceitos de AloisRiegl(2013, p.45), no que se refere ao "valor de uso". O teórico vienense afirma sobre que "um edifício antigo, (...) que ainda hoje está a uso prático deve ser conservado em boas condições relativamente às pessoas que o utilizam (...) inúmeros monumentos (...) ainda hoje possuem a capacidade de ser usados praticamente".

Se o "valor de antiguidade" configura-se na teoria de Riegl, de maneira mais simplificada, pelo "aspecto não moderno" numa "tendência para dissolução de formas e cores", por outro lado o conceito também tem a "pretensão de atuar sobre as grandes massas" no sentido de uma valorização do patrimônio (Riegl, 2013, p. 27 e 28). Portanto, apesar da ideia de apresentar ruínas enquanto um estado ideal de "valor de antiguidade", o conceito não descarta uma função essencial das mesmas, a sua utilidade, quando relacionada a perpetuação de seu significado. Na proposta apresentada, mesmo que o "valor de antiguidade" não esteja presente, já que muitas foram as alterações na edificação, entende-se que este "valor" está de certa forma aplicado à casa de Indaiatuba na possível inserção do conhecimento e visualização das antigas técnicas utilizadas em sua construção. Além disso, o "valor de uso" pode ser aplicado na percepção da população sobre os significados e identificação da importância do patrimônio edificado, ao colaborar com possíveis intervenções, na formação de mão de obra qualificada para sua conservação e de outros imóveis.

Diante de todo o exposto, considera-se que o intuito deste artigo foi alcançado no sentido de pretender colaborar com as discussões acerca das teorias e métodos vigentes no Brasil para a salvaguarda do patrimônio cultural imóvel via Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (SPHAN / IPHAN). Além da discussão sobre o essencial e adequado "valor de uso" dessas edificações, que dão sentido à existência das mesmas e auxiliam a sua salvaguarda. Ao elaborar uma breve comparação entre as ações do órgão no presente e no passado, também houve contribuição para refletir sobre as transformações das diretrizes do IPHAN. Mesmo porque, para Antônio Luiz Dias de Andrade (Janjão), que foi diretor da Regional paulista entre o final da década de 1970 e os meados da década de 1990, "mudanças [são] extremamente necessárias (...) na preservação do patrimônio cultural" (Andrade, 2012, s.p.). Também houve neste artigo, a contribuição para revisitar um tema que foi essencial nas primeiras décadas de funcionamento da instituição, ao apresentar um caso pouco estudado das casas "bandeiristas" e propor alternativas de

preservação e resgate dos significados da sede da Fazenda Engenho d´água setecentista de Indaiatuba.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade, Antônio Luiz Dias de (Janjão) (2012). O discurso do sofá. *Vitruvius Arquitextos* (Patrimônio), ano 13, out. 2012, s.p. Disponível em <http://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/13.149/4534> Acesso em 29/07/2014.

Cartas Patrimoniais. Disponíveis em <http://portal.iphan.gov.br/portal/montarPaginaSecao.do?id=17575&sigla=Institucional&retorno=paginaInstitucional>. Acesso em 29/07/2014

Cunha, Cláudia dos Reis e (2010). Restauração: diálogos entre teoria e prática no Brasil nas experiências do IPHAN. Tese FAU/USP. São Paulo.

Fontes, Luiz Roberto (2014). Reflexões sobre cupins e taipa-de-pilão.*Vetores e Pragas*. São Paulo: Letra Capital Editora, Ano XVIII, n. 38, nov 2014, p. 12-15.

Gomide, José Hailon; Silva, Patrícia Reis da; Braga, Sylvia Maria Nelo (2005). Manual de elaboração de projetos de preservação do patrimônio cultural. Rio de Janeiro, Ministério da Cultura, IPHAN / Programa Monumenta, 1ª ed. 2005. Disponível em <www.iphan.gov.br>. Acesso em 29/07/2014.

Gonçalves, Cristiane Souza (2007). Restauração arquitetônica. A experiência do SPHAN em São Paulo 1937 – 1975. São Paulo:Annablume / FAPESP.

IPHAN (2015). Mais de uma década de investimentos continuados na preservação do patrimônio cultural. Disponível em <http://portal.iphan.gov.br/noticias/detalhes/3354/quinze-anos-de-investimentos-ininterruptos-na-preservacao-do-patrimonio-cultural >. Acesso em 08/11/2015.

Jesus, Carlos Gustavo Nóbrega de (2015). A construção da história e a legitimação da memória no processo de preservação do Casarão Pau Preto. *Revista CPC*, n.20, p.9–35, dez. 2015. São Paulo. Disponível em <www.revistas.usp.br/cpc/article/viewFile/100871/107519>. Acesso em 16/01/2016.

Koyama, Adriana Carvalho;Cerdan, Marcelo Alves. Indaiatuba: esboço de uma história. Disponível em <www.indaiatuba.sp.gov.br/cidade/historia/>. Acesso em 25/09/2013.

Kuhl, Beatriz Mugayar (2008). Preservação do patrimônio arquitetônico da industrialização. Problemas teóricos de restauro. São Paulo: Ateliê Editoral.

Lemos, Carlos A. C. (1976). Cozinhas, etc. Um estudo sobre as zonas de serviço da Casa Paulista. São Paulo: Perspectiva

Lemos, Carlos A. C. (1999). Casa Paulista. História das moradias anteriores ao ecletismo trazido pelo café. São Paulo: Edusp

Mayumi, Lia (2008). Taipa, canela preta e concreto. Estudo sobre o restauro de casas bandeiristas. São Paulo: Romano Guerra Editora

Mori, Victor Hugo (2011). O IPHAN em São Paulo. *Vitruvius. Arquitextos* (Patrimônio) ano 12, set. 2011, s.p. Disponível em <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/12.136/ >. Acesso em 15/07/2014.

Paiva, Celso Lago (1998). Engenho d´água: uma casa de tradição bandeirista em Indaiatuba, Estado de São Paulo*. Resgate*, n. 8, Campinas, p. 71-83. Disponível em <http://www.cmu.unicamp.br/seer/index.php/resgate/search/authors/view?firstName=Celso&middleName=Lago&lastName=Paiva&affiliation=Unicamp&country=BR >. Acesso em 30/09/2013.

Pisani, Maria Augusta Justi (2007). Restauração das paredes de taipa paulistas. *AE Ensaios*, Vol. II, n. 1, fevereiro de 2007, p.1-20. Disponível em <http://docplayer.com.br/8616852-Taipas-a-arquitetura-maria-augusta-justi-pisani.html> Acesso em 19/07/2014.

Riegl, Alois (2013). O culto moderno dos monumentos. Lisboa: Ed. 70

Sombra, Fausto (2013). Luis Saia e Lúcio Costa – a parceria no Sítio Santo Antônio. *Vitruvius. Arquitextos* (Patrimônio), ano 14, out. de 2013, s.p. Disponível em <http://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/14.161/4915>. Acesso em 21/07/2014.

Viollet-le-Duc,Eugène Emmanuel (2006). Restauração. Apresentação e tradução de Beatriz MugayarKüll, Cotia: Ateliê Editorial, [Artes e Ofícios]

AGRADECIMENTOS

A autora agradece o apoio das instituições nas quais atualmente leciona (CEUNSP e UNIANCHIETA), que permitiram a realização da pesquisa para o término da especialização em “Restauro de Arquitetura”, apresentada em versão reduzida neste artigo,e a participação no TerraBrasil 2016.

AUTORA

Milena Fernandes Maranho, historiadora pós doutorada na área de História da América portuguesa pelo IFCH / UNICAMP, especialista em Restauro de Arquitetura CTTA / São Paulo; docente do ensino superior privado no curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário Nossa Senhora do Patrocínio / CEUNSP Grupo Cruzeiro do Sul, Salto – SP e do Centro Universitário UNIANCHIETA / Jundiaí –SP. Currículo completo em: http://lattes.cnpq.br/1700783600254683

TerraBrasil 2016
VI Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Bauru-SP (Brasil), 8 a 12 de novembro de 2016
http://faacppgarq.wix.com/terrabrasil2016
PPGARQ/FAAC-UNESP

O ACERVO EM TAIPA DE PILÃO EM MINAS GERAIS E NOVAS ESTRATÉGIAS DE CONSERVAÇÃO

Maria Virgínia Simão Peixoto[1]; Luiz Antônio Cruz Souza[2]; Marco Antônio Penido de Rezende[3]

Escola de Belas Artes / UFMG, MG, Brasil,
[1]ninnaspeixoto@gmail.com; [2]luiz.ac.souza@gmail.com
[3] Escola de Arquitetura / UFMG, MG, Brasil, marco.penido.rezende@hotmail.com

Palavras-chave: patrimônio, arquitetura de terra, taipa de pilão

Resumo

A tecnologia construtiva de terra é empregada em praticamente todas as regiões do mundo, por diversas culturas, há mais de 5.000 anos. No Brasil, a terra foi intensamente utilizada nas edificações, durante o período colonial. A taipa de pilão, tecnologia construtiva que era plenamente dominada por mestres de obra, do período colonial, teve, no Brasil, uma evolução diferente em relação ao adobe e ao pau a pique. Edificações em taipa de pilão são raramente encontradas em Minas Gerais. Esse trabalho vem discutir a necessidade de se preservar o acervo existente, seus valores históricos, artísticos, estéticos e tecnológicos. Aborda a catalogação do acervo existente, como uma das formas de preservação desse patrimônio, sendo descrita a metodologia empregada nessa pesquisa. Serão exibidos os exemplares do acervo em taipa de pilão em Minas Gerais, catalogados com o objetivo de se conhecer o acervo existente e, também, a incidência do emprego dessa técnica nessa região do país e seu estado de conservação. Esse trabalho tem como objetivo revelar o acervo em taipa de pilão existente no estado de Minas Gerais, sua importancia como testemunho histórico e fonte de conhecimento da tecnologia construtiva da taipa de pilão, seu atual estado de conservação e discutir a catalogação como ferramenta de salvaguarda desse patrimônio de grande riqueza técnica e estética e de rara ocorrencia nessa região do país.

1. INTRODUÇÃO DA TAIPA DE PILÃO NO BRASIL

A taipa de pilão pode ser encontrada em todos os continentes, sendo utilizada pelas mais diversas culturas. Ela foi introduzida pelos árabes, na região do Algarve, em Portugal, sendo posteriormente trazida ao Brasil, pelos colonizadores, e muito utilizada em vilas e cidades do litoral e no estado de São Paulo.

A técnica foi amplamente utilizada nos primeiros séculos de colonização, especialmente em regiões menos ricas em pedras. Primeiramente foi empregada no estado de São Paulo, e ao ser adaptada às condições do Planalto de Piratininga, apresentava algumas alterações em relação à luso-árabe, tais como a eliminação de alicerces e baldrames de pedra. Em substituição a estes elementos, as fundações eram feitas em terra compactada. Essas adaptações, aplicadas ao processo construtivo da taipa de pilão, contribuíram para o aparecimento da "tipologia Bandeirista", a casa rural paulista. Foi empregada, também em construções religiosas e nos núcleos urbanos do planalto, incluindo a cidade de São Paulo. (Lemos, 2008 apud Mayumi, 2008; Weimer, 2012).

Também em regiões litorâneas, a taipa de pilão foi empregada, como no caso de Salvador, onde os muros de defesa da cidade foram erguidos com o uso dessa tecnologia construtiva. De acordo com Oliveira (2008), alguns documentos quinhentistas atestam construções de muros de taipa preliminar, que exibiam 16 a 18 palmos, ou seja, 3,52 a 3,96 metros de altura. Após desmoronamento, em 1551, foram novamente erguidos com altura de 11 palmos ou 2,42 m. Apenas um trecho da muralha das portas do Carmo resistiu ao tempo, não havendo mais registros precisos de sua extensão. Mesmo a redução da altura e

aplicação de reboco não foram suficientes para garantir longa vida útil a essa estrutura. Assim como os muros de defesa, as primitivas torres de defesa, também erguidas em taipa de pilão, não resistiram ao curso da história, pois, essa técnica, quando não executada devidamente, produzia construções de caráter efêmero, e, também, tais construções se tornaram obsoletas para a defesa territorial. Atualmente, sobre a existência desses elementos da arquitetura de defesa, restam, apenas, registros documentais escritos e iconografia. A Torre de Pereira Coutinho, em Vila Velha, é um exemplo dessas construções que já não existem mais, em seu lugar encontra-se a Igreja de Santo Antônio.

A tecnologia construtiva da taipa de pilão foi introduzida nas regiões interioranas do país, pelos bandeirantes, portugueses e paulistas, que partiam de São Paulo e São Vicente em direção ao interior do Brasil em busca de riquezas (ouro e pedras preciosas). Foi levada para os estados do Paraná, Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso. Em Goiás, a técnica foi muito aplicada, já em Minas Gerais, foi substituída por outras técnicas de construção em terra, por não se adaptar à topografia local (Mello, 1985).

No território mineiro, seu emprego foi restrito, em função das características naturais do relevo nesta região (relevo acidentado, propiciando a dificuldade de execução dessas paredes) e por demandar uma execução demorada. Esse reduzido acervo é composto, em sua grande maioria, por exemplares da arquitetura religiosa, e as construções vernáculas são raríssimas.

2 OBJETIVO

Esse artigo apresenta o levantamento realizado para a catalogação do acervo de arquitetura em terra edificada em taipa de pilão, com objetivo de identificar exemplares significativos de grande qualidade estética e importância histórica além de proporcionar fundamentos para definir um campo de estudo desta técnica em Minas Gerais.

3 DESENVOLVIMENTO DO TRRABALHO

Para a identificação dessas construções em taipa de pilão, no estado de Minas Gerais, o recorte da área das cidades a serem pesquisadas, foi estabelecido em função de dois parâmetros: foram pesquisados todos os municípios mineiros integrantes da Estrada Real e os principais municípios das bacias hidrográficas de Minas Gerais.

Depois de delimitada a área de pesquisa, essa foi iniciada a partir da análise da documentação existente nos órgãos de preservação do patrimônio cultural de Minas Gerais –Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais (IEPHA) e Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN).

3.1 Pesquisa realizada no IEPHA

A pesquisa realizada no IEPHA se deu a partir do estudo de toda a documentação relacionada aos bens culturais dos municípios do Estado de Minas Gerais, disponível para consulta nos arquivos do órgão:

- Inventários de Proteção de Acervo Cultural do Municípios – parte integrante da documentação entregue ao ICMS patrimônio cultural, onde é encontrada a listagem de todo o acervo de bens culturais tombados e/ou registrados das cidades e seus distritos.
- Dossiês de tombamento estadual de bens culturais imóveis

Algumas questões dificultaram o desenvolvimento dessa busca:

- Ausência de material para pesquisa disponível de alguns municípios. Nem todas as prefeituras contratam o serviço de elaboração do ICMS patrimônio cultural do município;

- Trabalho do ICMS ainda em fase de pesquisa de campo e elaboração. Todo inventário é realizado a partir de um cronograma pré-estabelecido. A documentação de muitos dos municípios pesquisados ainda está sendo gerada. Com isso, considerável parte do patrimônio do estado ainda não consta nos registros do órgão de preservação estadual.

3.2 Pesquisa realizada no IPHAN

A pesquisa realizada no IPHAN foi realizada a partir do estudo de toda a documentação relacionada aos bens culturais materiais tombados do estado de Minas Gerais, disponível para consulta nos arquivos do órgão. Foram consultados os arquivos correntes, especialmente os documentos referentes à inventários e processos de tombamento.

Parte da documentação encontra-se nos arquivos na sede do IPHAN em Belo Horizonte. No entanto, os dossiês de tombamento mais antigos, encontram-se arquivados na sede principal do órgão, na cidade do Rio de Janeiro, fator que dificulta o seu acesso. Foi necessário fazer o pedido de empréstimo e envio dessa documentação para a sede de Belo Horizonte, alegando como motivo, para tal, a presente pesquisa.

3.3 Pesquisa de campo

Nessa etapa da pesquisa foram realizadas visitas técnicas com objetivo de conhecer melhor as edificações em taipa de pilão. Durante as visitas, para vistoria dessas edificações, foram coletados dados relacionados aos aspectos construtivos e estéticos dessas construções e realizado levantamento fotográfico das mesmas.

3.4 A preservação do patrimônio em taipa de pilão

Após a fase de catalogação do patrimônio erguido a partir do emprego da taipa de pilão, no estado de Minas Gerais, verificou-se a necessidade de definir estratégias de preservação do mesmo.

A documentação existente nos órgãos de preservação, gerada em função da necessidade de preservação do patrimônio cultural brasileiro, dentre elas os inventários do patrimônio cultural e dossiês de tombamento, configura-se como uma importante fonte de pesquisa e conhecimento desse rico acervo cultural. É a partir dessas informações que se pode tomar conhecimento do acervo do estado e seu atual estado de conservação.

No caso das edificações em taipa de pilão, ainda pode ser verificada a raridade de ocorrência do emprego dessa tecnologia construtiva no Estado, fato que contribui para a importância da preservação desse acervo arquitetônico.

Durante a visita às edificações catalogadas, constataram-se manifestações patológicas recorrentes, dentre elas: desgaste do material, manchas de umidade, presença de material orgânico e fungos nas paredes, além de situações relativas à manutenção inadequada, intervenções equivocadas e ausência de uso. Também foi observado que algumas construções passaram por obras de restauro, no entanto, a maioria encontra-se em precário estado de conservação.

Algumas pesquisas para a conservação desse patrimônio já foi desenvolvidas. Rezende e Rodrigues (2007), a partir de estudos realizados em ruínas e monumentos históricos construídos em taipa de pilão, elaboraram metodologia para a reconstituição das construções dessa tipologia.

O projeto Mestres artífices, elaborado pelo Programa Monumenta (2005) configura-se como uma das ferramentas de pesquisa que busca valorizar as técnicas construtivas tradicionais.

Também no âmbito acadêmico diversos projetos de pesquisa são propostos, dentre eles a investigação de manifestações patológicas estruturais em taipa de pilão com uso de ensaios não destrutivos, especialmente com o ultrassom. Esse levantamento do patrimônio edificado

em taipa de pilão está inserido nessa pesquisa, tendo sido realizado com o intuito de justificar a necessidade do desenvolvimento dessa pesquisa.

É importante salientar que a preservação desse patrimônio deve ser realizada a partir de registros documentais (ICMS, relatórios de tombamento etc) e conservação preventiva, que inclui fiscalização e manutenção constante, intervenções pontuais e restauração, quando necessárias.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em Minas Gerais, a taipa de pilão foi utilizada nas primeiras construções devido à tradição seiscentista, provavelmente empregada pelos desbravadores bandeirantes e em construções oficiais, por imposição real, por se tratar de paredes fortes e de baixo custo de execução. No entanto, essa imposição foi cedo suplantada por ter verificado a sua inadequabilidade ao território das minas de ouro, que exibia relevo acidentado, fator que dificultava a execução desse tipo de parede de terra (Mello, 1985; Vasconcelos, 1979).

Apesar da fragilidade da taipa de pilão, frente ao ambiente natural (clima e relevo) do estado de Minas Gerais, importantes obras resistiram ao tempo. Em geral são obras religiosas ou de caráter oficial, uma vez que aqui, a taipa de pilão foi mais empregada em edificações de grande porte, sendo utilizada, em pouquíssimos casos, na arquitetura vernacular, nas moradias dos bandeirantes, por ocasião do desbravamento do sertão, que seguiam o padrão de suas residências em São Paulo.

Abaixo, são listadas as edificações que sobreviveram ao tempo e compõem o acervo de Minas Gerais e sua localização.

1 – Capela de Nossa Senhora das Dores – Campanha. A construção apresenta estrutura mista em alvenaria de pedra e taipa de pilão, na nave e capela mor e alvenaria de tijolos maciços no campanário e na cobertura da torre.

2 – Catedral de Santo Antônio – Campanha. A construção exibe estrutura mista em alvenaria de pedra, taipa de pilão e alvenaria de tijolos maciços nas naves central e laterais, frontispício, partes das torres e fachadas laterais. A fachada sul e algumas porções das paredes das fachadas laterais foram reconstruídas em concreto e tijolo maciço.

3 – Igreja Matriz Nossa Senhora da Conceição – Catas Altas. Igreja Matriz Nossa Senhora da Conceição. Edificada em taipa de pilão e alvenaria de pedra.

4 – Igreja do Bom Jesus – Chapada do Norte. Apresenta paredes construídas em taipa de pilão e madeira.

5 – Igreja do Rosário – Chapada do Norte. Apresenta paredes construídas em taipa de pilão.

6 – Igreja Matriz de Santa Cruz – Chapada do Norte. Apresenta paredes construídas em taipa de pilão e madeira.

7 – Santuário de Nossa Senhora da Conceição – Conceição da Barra de Minas. Apresenta paredes construídas em taipa de pilão, alvenaria de tijolos, adobes e alvenaria de pedra.

8 – Igreja Matriz Nossa Senhora da Conceição – Congonhas. A obra demonstra estrutura mista. A parede da fachada frontal e as torres são em pedra. As paredes das fachadas das fachadas laterais e posterior são em taipa de pilão. As paredes internas exibem estrutura autônoma em madeira e vedação em pau a pique

9 – Igreja Matriz Nossa Senhora da Conceição – Conselheiro Lafaiete. Apresenta paredes das fachadas em alvenaria de pedra e paredes internas em taipa de pilão.

10 – Igreja Matriz de Santo Antônio de Itacambira – Itacambira. Base em pedra. Paredes da nave em taipa de pilão e paredes laterais (sacristia e corredores) em estrutura de madeira e vedação em pau a pique.

11 – Catedral de Nossa Senhora da Assunção - Sé de Mariana – Mariana. O frontispício e as torres foram edificados em pedra, as paredes externas da nave em taipa de pilão e as paredes internas apresentam estrutura autônoma em madeira e vedação em pau a pique

12 – Igreja Matriz Senhor Bom Jesus do Monte – Mariana – Distrito de Furquim. 1ª fase: edificada em alvenaria de pedra (sacristia, capela-mor e arco cruzeiro). A nave, as torres e frontispício apresentam sistema construtivo em parede autoportante de taipa de pilão, com cunhais revestidos de pedra.

13 – Igreja Matriz Nossa Senhora de Nazaré – Mariana – Distrito de Santa Rita Durão. Possui sistema construtivo misto em alvenaria de pedra, alvenaria de adobe e paredes em taipa de pilão.

14 – Capela de São Gonçalo – Minas Novas. Edificada em taipa de pilão. A parede da fachada frontal foi refeita em estrutura autônoma de madeira e vedação em pau a pique.

15 – Igreja de Nossa Senhora do Rosário – Minas Novas. Erguida em taipa de pilão.

16 – Igreja Matriz de São Francisco de Assis – Minas Novas. Construída provavelmente na segunda metade do século XVIII, em madeira e taipa de pilão.

17 – Igreja de São José – Minas Novas. Construída em taipa de pilão e alvenaria de adobe. Apresenta pórtico em adobe e paredes da nave, capela-mor e sacristia em taipa de pilão.

18 – Sobrado próximo à Igreja de São José – Minas Novas. Sobrado próximo à Igreja de São José. Erguida inicialmente em taipa de pilão e adobe. Atualmente resta apenas uma parede em taipa de pilão.

19 – Monumento do Intendente Câmara – Morro do Pilar. Ruínas de paredes de taipa de pilão da 1ª fábrica de ferro da América do Sul.

20 – Igreja Matriz de Santo Antônio – Ouro Branco. Originalmente edificada em taipa de pilão, atualmente apresenta trincas, preenchidas com lascas de pedras, nas paredes externas (fachadas laterais e posterior). A união entre paredes é feita com emprego do adobe e de peças em madeira na ligação entre ambos os materiais (colunas de adobe e paredes em taipa de pilão). A parede frontal e as torres sineiras são em alvenaria de pedra.

21 – Igreja Matriz Nossa Senhora do Pilar – Ouro Preto. A igreja conserva as paredes laterais da capela mor de taipa de pilão. A parede traseira, construída na mesma técnica, desabou na madrugada do dia 13 de março de 1961, devido à ação lenta e continuada da água (Leal, 1977). Já as paredes da nave são em alvenaria de pedra.

22 – Igreja Matriz Nossa Senhora da Conceição – Prados. Apresenta sistema construtivo autoportante em alvenaria de pedra e paredes em taipa de pilão.

23 – Igreja de Nossa Senhora do Rosário – Prados. Apresenta sistema construtivo autoportante em alvenaria de pedra e paredes em taipa de pilão.

24 – Sede da fazenda São Miguel – Ritápolis (zona rural). Apresenta embasamento em pedra, paredes externas em taipa de pilão e paredes internas em pau a pique.

25 – Igreja Nossa Senhora do Rosário – São Francisco de Paula. Igreja Nossa Senhora do Rosário. Possui algumas paredes em taipa de pilão e outras em adobe.

26 – Igreja Matriz Nossa Senhora do Pilar – São João Del Rey. Edificada em taipa de pilão, tendo apenas o frontispício reconstruído em alvenaria de pedra.

27 – Capela de São João Evangelista – Tiradentes. Apresenta sistema construtivo em taipa de pilão e embasamento em alvenaria de pedra.

28 – Igreja Matriz de Santo Antônio – Tiradentes. Apresenta sistema construtivo autoportante em alvenaria de pedras e paredes em taipa de pilão e adobe. As paredes mais antigas são em pau a pique.

29 – Ruinas da Igreja Nossa Senhora de Bom Sucesso – Várzea da Palma (Povoado de Porteiras). Possui algumas paredes em taipa de pilão e outras em adobe.

Foram catalogadas 29 construções em meio ao imenso acervo de edificações coloniais existentes no Estado de Minas Gerais que possuem paredes em taipa de pilão (Figura 1). As imagens apresentada na figura 1 apresentam as edificações citadas ordenadas de acordo com a lista apresentada. A pesquisa foi feita por amostragem e devido ao recorte da área de pesquisa e a falta de documentação referente a alguns municípios e ou distritos, possivelmente existem exemplares ainda não catalogados. Abaixo, imagem do acervo em taipa de pilão de Minas Gerais:

Figura 1. Igrejas de taipa de pilão em Minas Gerais

O mapa apresentado na figura 2 exibe a incidência da taipa de pilão no estado de Minas Gerais. Verifica-se que essa técnica foi empregada em seis regiões do estado:

- Sul e Sudoeste de Minas: Campanha.
- Metropolitana de Belo Horizonte: Catas Altas, Congonhas, Conselheiro Lafaiete, Mariana, Morro do Pilar, Ouro Branco e Ouro Preto.
- Jequitinhonha: Chapada do Norte e Minas Novas.

- Campo das vertentes: Conceição da Barra de Minas, Prados, Ritápolis, São João Del Rey e Tiradentes.
- Norte de Minas: Itacambira e Várzea da Palma.
- Oeste de Minas: São Francisco de Paula.

Percebe-se que, embora os bandeirantes tenham entrado em território mineiro a partir do sul de Minas, nessa região, foi encontrada apenas uma edificação erguida com o emprego dessa técnica. A maioria das construções encontra-se nas áreas de intensa exploração aurífera: região metropolitana de Belo Horizonte e Campo das Vertentes. Apenas quatro construções foram catalogadas nas regiões mais ao norte do estado (Norte de Minas e Jequitinhonha).

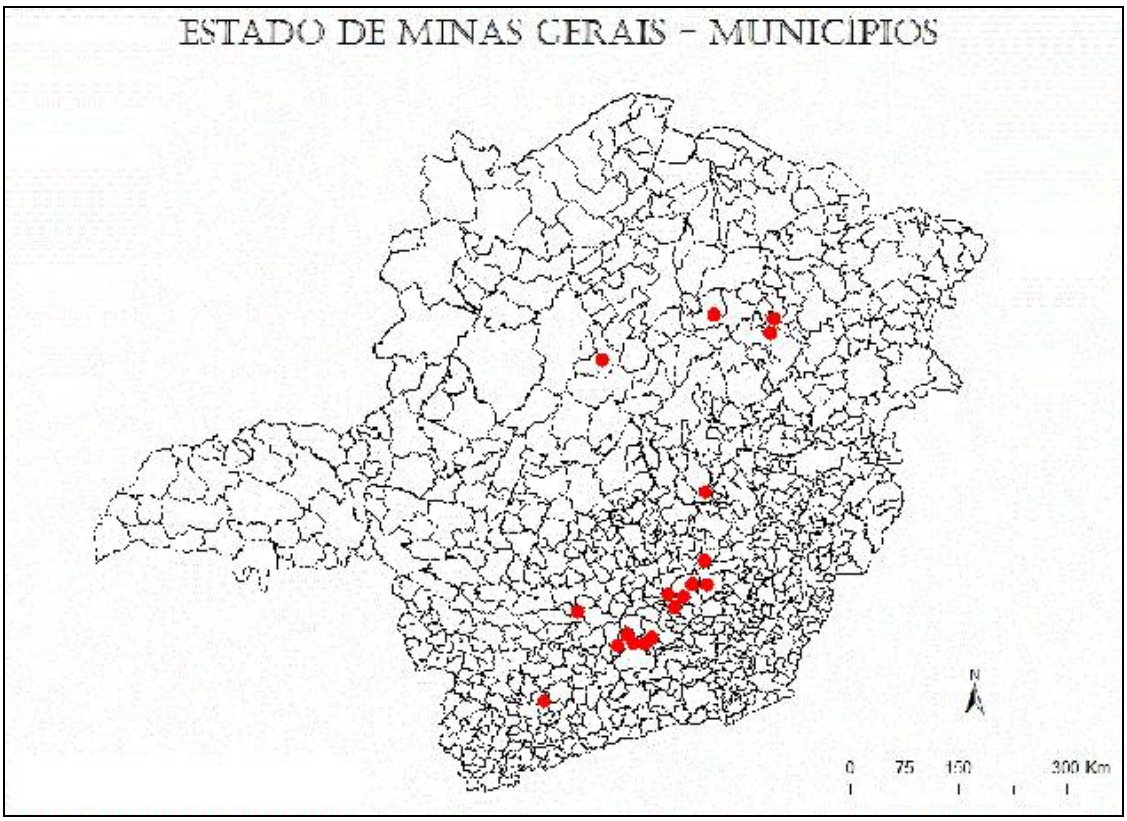


Figura 2. Mapa de incidência da taipa de pilão do estado de Minas Gerais (adaptado de dicasnaweb.net. 2015. Fonte: http://imagestack.co/225686532-mapa-de-minas-gerais-completo-para-imprimir-e-colorir.html)

A preservação do patrimônio em taipa de pilão

Após a fase de catalogação do patrimônio erguido a partir do emprego da taipa de pilão, no estado de Minas Gerais, verificou-se a necessidade de definir estratégias de preservação do mesmo.

A documentação existente nos órgãos de preservação, gerada em função da necessidade de preservação do patrimônio cultural brasileiro, dentre elas os inventários do patrimônio cultural e dossiês de tombamento, configura-se como uma importante fonte de pesquisa e conhecimento desse rico acervo cultural. É a partir dessas informações que se pode tomar conhecimento do acervo do estado e seu atual estado de conservação.

No caso das edificações em taipa de pilão, ainda pode ser verificada a raridade de ocorrência do emprego dessa tecnologia construtiva no Estado, fato que contribui para a importância da preservação desse acervo arquitetônico.

Durante a visita às edificações catalogadas, constataram-se manifestações patológicas recorrentes, dentre elas: desgaste do material, manchas de umidade, presença de material orgânico e fungos nas paredes, além de situações relativas à manutenção inadequada, intervenções equivocadas e ausência de uso. Também foi observado que algumas construções passaram por obras de restauro, no entanto, a maioria encontra-se em precário estado de conservação.

Algumas pesquisas para a conservação desse patrimônio já foi desenvolvidas. Rezende e Rodrigues (2007), a partir de estudos realizados em ruínas e monumentos históricos construídos em taipa de pilão, elaboraram metodologia para a reconstituição das construções dessa tipologia.

O projeto Mestres artífices, elaborado pelo Programa Monumenta (2005) configura-se como uma das ferramentas de pesquisa que busca valorizar as técnicas construtivas tradicionais.

Também no âmbito acadêmico diversos projetos de pesquisa são propostos, dentre eles a investigação de manifestações patológicas estruturais em taipa de pilão com uso de ensaios não destrutivos, especialmente com o ultrassom. Esse levantamento do patrimônio edificado em taipa de pilão está inserido nessa pesquisa, tendo sido realizado com o intuito de justificar a necessidade do desenvolvimento dessa pesquisa.

É importante salientar que a preservação desse patrimônio deve ser realizada a partir de registros documentais (ICMS, relatórios de tombamento etc) e conservação preventiva, que inclui fiscalização e manutenção constante, intervenções pontuais e restauração, quando necessárias.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Constatou-se a importância do registro e estudo sobre o acervo das construções em taipa de pilão em Minas Gerais, que demonstra grande beleza e apresenta rara ocorrência no Estado. Embora a pesquisa não tenha contemplado todas as cidades do estado, foram verificados arquivos com registros do patrimônio cultural das principais cidades do período colonial e de cidades próximas a cursos d'água, caminho de entrada dos bandeirantes no estado. É importante salientar que a documentação do acervo de bens culturais, de algumas cidades, ainda está sendo gerada. Portanto, em função do recorte da pesquisa e da documentação ainda incompleta, é possível que existam mais edificações no estado. No entanto, pode-se presumir que as possibilidades de catalogação de mais edificações, erguidas com o emprego dessa técnica, são bastante reduzidas.

Ao longo do tempo, as atividades de preservação do patrimônio evoluíram, não só em suas dimensões teóricas, mas também em suas dimensões práticas, dentre elas: inventários de bens culturais, registros, tombamentos e a prática da restauração.

A catalogação das edificações em taipa de pilão existentes em Minas Gerais foi realizada no sentido de conhecer o acervo mineiro de exemplares existentes e verificar a necessidade de investigar manifestações patológicas de natureza estrutural por meio de procedimentos não destrutivos, especialmente com o uso ultrassom. Como resultado, comprovou-se a raridade de ocorrência do emprego dessa tecnologia construtiva na construção de edificações do período colonial, fato que, por si só, já justifica a importância da preservação desse patrimônio, sendo ela, documental, conservação preventiva e intervenções, quando necessária, não apenas por suas características histórica e estética, mas principalmente por se tratar de um acervo extremamente reduzido.

Portanto, essas edificações compõem um acervo precioso e que precisa ser protegido, pois tratam de testemunhos de uma técnica construtiva que, embora tenha sido bastante empregada em outras regiões do país, foi de rara ocorrência no território das Minas Gerais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Castriota, L. B. (coord.) (2012). Mestre artífices de Minas Gerais. Brasília: Iphan. (Cadernos de memórias:1). Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/uploads/publicacao/ColCadMem_MestresArtificeis_MinasGerais_m.pdf

Leal, F. M. (1977). *Restauração e conservação de monumentos brasileiros*. Recife: Universidade Federal de Pernambuco

Mello, S. (1985). *Barroco mineiro*. São Paulo: Brasiliense.

Mayumi. L. (2008). *Taipa, canela preta e concreto*: Estudo sobre o restauro de casas bandeiristas. São Paulo: Romano Guerra Editora. (Coleção Olhar Arquitetônico 3).

Oliveira, M. M. de. (2008). *As fortalezas e a defesa de Salvador*. Brasília, D.F.: IPHAN/Programa Monumenta. (Roteiros do Patrimônio).

Rezende, M. A. P.; Rodrigues, R. (2007). *Projeto Piloto. Avaliação da integridade mecânica em painéis de taipa de pilão utilizando a técnica do ultra-som*. Projeto de pesquisa (Mestrado em Ambiente Construído Patrimônio Sustentável). Belo Horizonte: Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais.

Vasconcellos. S. (1979). *Arquitetura no Brasil*: sistemas construtivos. 5.ed. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais

Weimer. G. (2012). *Arquitetura popular brasileira*. 2 ed. São Paulo: WMF Martins Fontes. (Raízes).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPEMIG – Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais – pelo financiamento concedido ao desenvolvimento dessa pesquisa.

AUTORES

Maria Virgínia Simão Peixoto. Doutoranda em Artes – Escola de Belas Artes – UFMG. Mestre em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável – Escola de Arquitetura – UFMG (2011). Especialista em Revitalização Urbana e Arquitetônica – Escola de Arquitetura – UFMG (2007). Graduação em Arquitetura e Urbanismo – Curso de Arquitetura e Urbanismo – PUC/MG (2000). Professora assistente no curso de Arquitetura e Urbanismo – Centro Universitário de Belo Horizonte – Unibh.

Luiz Antônio Cruz Souza. Pós doutorado em Metodologias científica aplicadas em arte e arqueologia – Universidade de Perúgia – Itália (2014). Doutor em Química - UFMG (1996). Mestre em Química – Ciência da Conservação de Bens Culturais – UFMG (1991). Graduação em Ciências Químicas – UFMG (1986). Professor associado – LACICOR / CECOR - Escola de Belas Artes – UFMG.

Marco Antônio Penido de Rezende. Pós doutorado em Arquitetura Vernácula com Programa de Preservação Histórica – Universidade do Oregon EUA (2010). Doutor e Construção Civil – Poli-USP (2003). Mestre em Arquitetura e Urbanismo – Escola de Arquitetura – UFMG (1998). Graduação em Arquitetura e Urbanismo – Escola de Arquitetura – UFMG (1987). Professor associado na Escola de Arquitetura UFMG.

TerraBrasil 2016
VI Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Bauru-SP (Brasil), 8 a 12 de novembro de 2016
http://faacppgarq.wix.com/terrabrasil2016
PPGARQ/FAAC-UNESP

ARQUITETURA VERNÁCULA EM TERRA NA CIDADE DE PEDRO II, PIAUÍ

Regina Ângela Mattaraia Delmonaco[1]; Wilza Gomes Reis Lopes[2]; Ariadne da Costa Araújo[3]; Karenina Cardoso Matos[4]

Universidade Federal do Piauí - UFPI, Brasil,

[1]re.mattaraia@ufpi.edu.br; [2]izalopes@uol.com.br; [3]ariadnearaujo@outlook.com; [4]kareninamatos@hotmail.com

Palavras-chave: arquitetura vernácula, construções em terra, adobe, patrimônio.

Resumo

A arquitetura vernácula tem despertado o interesse da construção civil por ser uma solução de menor impacto ambiental caracterizando-se pela relação de reciprocidade do ambiente construído com a natureza. Nesse contexto, se enquadram as construções com terra na cidade de Pedro II, Piauí. Este é o principal material de construção da arquitetura vernácula na cidade. Considerando as dimensões ambiental, social e econômica, são relevantes os estudos que buscam a compreensão dos princípios que regem esta arquitetura. O objetivo deste artigo é identificar exemplares de construções vernáculas com terra no centro histórico da cidade de Pedro II, Piauí, e descrever o Solar da Estrela Marrom. Para isso, foi realizado levantamento bibliográfico para aprofundamento do objeto de estudo, com enfoque nos aspectos históricos, culturais e ambientais, os materiais utilizados, limitações e procedimentos adequados das técnicas construtivas com terra. Foram identificadas e mapeadas edificações em terra, e realizado registro fotográfico. Foram identificadas 11 edificações em adobe no centro histórico da cidade. A maioria das construções encontra-se em bom estado de conservação, sendo utilizado como moradia, comércio e serviço. As construções vernáculas da cidade, que apresentam uma arquitetura colonial, é motivo de orgulho de seus moradores, fazendo parte do patrimônio cultural da cidade, contribuindo para perpetuar a história da sociedade de Pedro II. Essas edificações, algumas com quase cem anos, mostram a durabilidade e versatilidade da arquitetura de terra.

1 INTRODUÇÃO

A crise ambiental provocada, também, pelo alto consumo dos recursos energéticos e dos materiais naturais estimulou grandes movimentos de preservação ambiental e de preocupação com a renovação dos recursos naturais. Segundo Foladori (1999), quando se produz dejetos em demasia e constantes extrações de recursos naturais, extrapolando o limite necessário de tempo para o meio ambiente reciclá-los e repô-los, configura-se uma genuína crise ambiental. Com isso, despertou-se o interesse por estudos relativos às construções feitas com técnicas vernáculas, que se tornaram importantes instrumentos para a redução do desperdício de energia e do impacto ambiental, ao mesmo tempo em que proporciona conforto e bem-estar aos habitantes.

Porém, durante todo o período dessas grandes transformações, parcela significativa da humanidade continuou construindo suas moradias, utilizando materiais locais, técnicas construtivas herdada de seus ancestrais, respeitando suas culturas e seu modo de vida. Estas construções são conhecidas como vernáculas e apontam para o caminho da sustentabilidade

Nas técnicas vernáculas, geralmente, são utilizados materiais locais e biodegradáveis, que possuem baixo custo energético em sua cadeia produtiva. Essa seria uma alternativa às atuais técnicas utilizadas na construção civil, que são uma das principais consumidoras dos recursos naturais e da energia mundial. De acordo com John (2000), a construção civil é a

maior usuária das matérias primas naturais, com o consumo de 14% a 50% desses recursos, e a maior geradora de resíduos sólidos do mundo.

A arquitetura vernácula sempre apresentou soluções inteligentes, quanto à sua inserção local, à sua adequação ao clima, ao uso do material e ao processo construtivo. Desta forma, considerando a dimensão ambiental, social e econômica destes fatores analisados conjuntamente, tornam-se relevantes estudos que busquem a compreensão aprofundada dos princípios, que regem a arquitetura vernácula, que vislumbrem influenciar os próximos passos em direção às construções contemporâneas.

As técnicas construtivas vernáculas com terra foram trazidas ao Brasil pelos colonizadores portugueses, destacando-se a taipa de pilão, o adobe e a taipa de mão ou pau-a-pique, como as mais utilizadas no país (Carvalho, Lopes, Matos, 2013). Com o crescente desuso dessas técnicas vernáculas em terra, devido à discriminação e ao preconceito, aumenta a necessidade de salvaguardar tais construções na tentativa de preservar as memórias históricas, seu processo de produção, a identidade e a expressão cultural de uma sociedade.

Neste sentido, Dethier (1982, p. 14) ressalta a importância do "saber fazer local", afirmando que por meio da arquitetura de terra seria possível "facilitar a reinserção vital da arquitetura em diversas tradições cultural e populares próprias às comunidades e reconciliar-nos, finalmente com o sentido e uso da sabedoria local, criando ao mesmo tempo um laço de continuidade entre a história, a atualidade e o futuro".

Salienta-se, então, a importância de preservar o patrimônio cultural, representado pelas edificações existentes em cidades coloniais, que englobam técnicas e materiais diversos, dependendo de cada região. Dentre estas técnicas destacam-se 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.

As construções com terra, oriundas do período colonial, são encontradas em vários locais do país, sendo que, de acordo com Del Brenna (1982, p. 196), tais técnicas permaneceram e se desenvolveram "quando e onde sua utilização foi confirmada pela experiência do solo e do clima, resultando numa série de soluções de grande singeleza, funcionalidade e perfeita adaptação ao meio".

Lemos (2012, p. 3) explica como a diversidade de material existente no país propiciou tipos de construção diferenciados, afirmando que

> no litoral havia rochas e calhaus em abundância e fácil obtenção de cal, tirada dos sambaquis e das conchas do mar. Daí, sem titubeios, essa escolha do muro contínuo de pedra entaipada sobre o chão de areia incompressível. Em São Paulo, por exemplo, no planalto, ao contrário, pouca pedra, cal muito cara penosamente importada das caieiras jesuíticas de Cubatão, que exportavam somente o que sobrasse da solicitação santista ou vicentina. E quanto à madeira, dificuldades de transporte para os campos de Piratininga. Disso tudo resultou a natural adoção da taipa de pilão, a exclusiva técnica dos paulistas, usada continuamente no mundo bandeirante por três séculos e meio. Em Minas Gerais, por sua vez, por motivos vários, as construções em geral, fora as igrejas importantes levantadas em substituição às modestas capelas iniciais, eram de taipa de mão, algumas de excelente fatura, mormente aquela de carpintaria aprendida na reconstrução de Lisboa depois do terremoto de 1755.

Muitas cidades brasileiras desse período guardam exemplos de construções com terra, destacando-se as cidades coloniais dos estados de Minas Gerais, Pernambuco e Bahia.

No estado do Piauí, segundo Dias (2009), além de Oeiras, sua cidade mais antiga, que foi sua primeira capital, outras cidades originárias da época de colonização do estado, apresentam patrimônio construído e cultural representativo, como Parnaíba, Pedro II, Amarante e Piracuruca.

A cidade de Pedro II, considerada de relevante valor cultural por possuir uma arquitetura colonial bem conservada e ainda utilizada pela população local, tornou-se uma cidade de relevante valor histórico para o estado do Piauí, com a importância da sua arquitetura reconhecida pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN). A cidade está situada a cerca de 200 km de Teresina, capital do Piauí, estado do Nordeste do Brasil, tendo sido fundada no final do século XVIII (IBGE, 2016).

Neste trabalho é apresentada a identificação de construções vernáculas com terra, no centro histórico da cidade de Pedro II, Piauí, além de análise do Solar da Estrela Marrom, edificação de adobe localizada na cidade.

Para isso, foi realizado levantamento bibliográfico, para aprofundamento do objeto de estudo, abordando aspectos históricos, culturais e ambientais, materiais utilizados, limitações e procedimentos adequados das técnicas construtivas com terra. As construções com terra identificadas foram marcadas em mapa do centro histórico, para a devida localização. Após sua identificação, foi realizado registro fotográfico de cada uma das construções. As informações iniciais obtidas foram sistematizadas em fichas elaboradas para esta finalidade.

2 A IMPORTÂNCIA DA ARQUITETURA VERNÁCULA

O conceito de arquitetura vernácula ainda é bastante pluralizado. Para alguns autores, como Weimer (2012), apesar do termo "vernácula" ser o mais comum para designar as construções feitas pelo povo, não considera o vocábulo mais adequado, e sim o termo "popular", que significa aquilo que é próprio das camadas intermediárias da população, que é efetuada por ela mesma, eliminando a arquitetura realizada pela elite (erudita) e a dos excluídos (favela). Entretanto, segundo Teixeira (2008), no Brasil, o termo "arquitetura popular" está atrelado às construções das favelas brasileiras e à arquitetura produzida em grande escala. Já "arquitetura vernácula" está associada à arquitetura produzida por sociedades tradicionais, cuja forma de produção ainda apresenta modelos do período pré-industrial.

Ao discorrer sobre arquitetura vernácula Lemos (1989, p. 15) a considera como,

> aquela feita pelo povo por uma sociedade qualquer, com seu limitado repertório de conhecimentos num meio ambiente definido, que fornece determinados materiais ou recursos em condições climáticas bem características. Com o seu próprio e exclusivo 'saber fazer' essa sociedade providencia suas construções, suas casas, satisfazendo a peculiares necessidades expressas em programas caracterizados por próprios e únicos usos e costumes. A casa vernácula é, portanto, uma expressão cultural.

Weimer (2012) corrobora com esta ideia, afirmando que as características dessa arquitetura feita pelo povo estão relacionadas à simplicidade, resultado do emprego de materiais fornecidos pelo meio ambiente; à adaptabilidade, adaptação das técnicas tradicionais às circunstâncias locais; à criatividade no uso dos materiais de construção utilizados; à imaginação formal, pois não utilizam materiais de recentes conquistas tecnológicas nem estão sujeitos ao modo de vida das culturas que lhe originaram; e, por último, à forma plástica como resultado da técnica e dos materiais empregados, o que acontece ao contrário na arquitetura erudita em que o material e as técnicas são escolhidos em função da forma a qual se deseja obter.

A arquitetura vernácula, segundo Tillería González (2010, p. 14), refere-se a um sistema social e cultural complexo, que surge da relação homem e entorno, refletindo principalmente nas formas de habitar. Dessa forma, é caracterizada por alto nível adaptação ao ambiente, em que "a topografia, clima e disponibilidade de materiais para construção, condicionam as formas de localização, criando paisagens únicas, dando importantes valores de identidade para cada comunidade". Para Teixeira (2008, p. 33), arquitetura vernácula, é aquela

“produzida por sociedades tradicionais, cujo modo de produção ainda apresenta formas do período pré-industrial”.

A arquitetura vernácula estaria representada, então, pela oca do índio brasileiro, pela habitação do esquimó, denominada de iglu ou pela tenda árabe, além das casas de pedra na zona rural de Portugal, sendo mais característica em áreas rurais (Lemos, 1989). Como também, pela arquitetura vernácula praieira, relacionada às casas de taipa de mão dos pescadores, encontradas no litoral nordestino do Ceará até a Bahia (Lima Júnior (2007), adaptadas à função e ao local em que são construídas.

Por ser um país de dimensões continentais, a variedade de construções tidas como vernáculas podem trazer dificuldades na sua classificação. Teixeira (2008) afirma que, no Brasil, a arquitetura vernácula apresenta diversas características, como as variedades tipológicas e de técnicas construtivas, que são determinadas pela cultura, pelo local onde estão inseridos, pelo clima, pelos materiais disponíveis, além de estar associado ao modo de vida da comunidade, representando o seu contexto histórico-social e que são próprias de cada região.

Rezende et al (2013, p.102-106) afirmam que as técnicas empregadas na arquitetura vernácula brasileira têm origens, tanto indígena, quanto africana e portuguesa. As origens indígenas são mais difíceis de serem identificadas, já as portuguesas e africanas se misturam, pois ambas são conhecidas nas regiões de origem

As construções vernáculas permitem que a tradição local de um povo não se perca no tempo, como os costumes locais e as tradições passadas pelas comunidades tradicionais, salvaguardando a memória de um povo.

Segundo Pedro de Llano (1996, apud Teixeira, 2008), essa arquitetura é realizada com as tradições locais e com a ajuda da própria comunidade, tornando possível perceber sinais de identidade da comunidade nas construções. As construções vernáculas apresentam obras de características constantes com autenticidade na sua expressão, é uma construção que se adapta ao seu entorno, com baixo custo energético, de pequena estrutura, adaptável climaticamente e surge como resultado da integração do trabalho da comunidade (Lima, 2010).

A arquitetura vernácula faz parte do patrimônio cultural de uma região, razão pela qual, na visão de Silveira (2010, p. 3), tem atraído atenção de pesquisadores, pois revelam “uma expressão dos anseios, dos gostos e da perícia artesanal da população que se envolve diretamente com esta arquitetura”.

Com características próprias de cada local, a arquitetura vernácula tem suscitado diversos estudos, que têm a intenção de manter vivos estes saberes. Neste sentido, Guerrero (2013) tem pesquisado as técnicas de construções em terra, utilizadas pelos povos de Tlatxcala, México, como a taipa de mão, a taipa de pilão e o adobe. Já Gutierrez (2013) tem elaborado estudos sobre técnicas construtivas de terra, utilizadas na arquitetura rural do Peru. Busca-se entender, aprimorar e repassar tais técnicas para a população do local, com a intenção de não se perder este conhecimento.

Essas construções apresentam-se inúmeras vantagens tanto para o meio ambiente quanto para a cultura da região. Por se tratar de materiais biodegradáveis, decompõem-se facilmente beneficiando a natureza. Sua técnica incentiva o espírito comunitário, já que envolve a colaboração de amigos e vizinhos nas construções (Teixeira, 2008).

No âmbito cultural, Lima (2010, p. 5) afirma que a arquitetura vernácula apresenta um amplo patrimônio cultural material: "O conhecimento e valorização da cultura popular, através da arquitetura local, oferecem o domínio de técnicas construtivas, o uso adequado de materiais disponíveis, as potencialidades da mão de obra local, além de expressar a identidade do lugar". Apesar das vantagens apresentadas, das pesquisas realizadas a fim de torná-la mais

resistente, ainda se tem poucas construções projetadas por arquitetos, principalmente devido ao preconceito e falta de conhecimento sobre as suas técnicas construtivas;

2.1 Arquitetura de terra

A terra tem sido o material de construção predominante em quase todos os climas quente-secos e temperados. Até início do séc. XX, um terço da humanidade e quase metade da população dos países em desenvolvimento ~~e~~ em habitações em terra se comparados a habitações com materiais industrializados, principalmente devido ao custo e à facilidade de encontrá-la na maioria das regiões do mundo (Minke, 2005).

São construções que apresentam inúmeras vantagens tanto no campo cultural e ambiental, como no econômico. Ao construir suas habitações, as pessoas optam por edificações com soluções econômicas energeticamente, que apresentem um interior com clima balanceado e proporcione um ambiente saudável para os moradores. Para isso, um importante ponto para o bem-estar dos habitantes está relacionado à umidade do local, e a terra tem a capacidade de balanceá-la como nenhum outro material (Minke, 2005). Além disso, Teixeira (2008) afirma que essas construções são de baixo custo e de baixo impacto ambiental e ecológico, pois se trata de materiais biodegradáveis, com baixa geração de resíduos e são construções com baixo gasto de energia no processo, pois o homem faz a maior parte do trabalho. São também consideradas bioclimáticas, visto que funcionam de acordo com o clima e relevo da região.

De acordo com Alexandria e Lopes (2008), o principal problema das construções em terra vem do contado dessas com a água, que possibilita infiltrações vindas do solo, através da capilaridade, e o desgaste das paredes sofridas por respingos da chuva. A solução seria alcançada com a utilização de materiais adequados e com estudos de técnicas de construção em laboratórios para assim criar normas e parâmetros para a sua correta aplicação.

Para Minke (2005), a falta de conhecimento faz com que seja difícil para muitas pessoas aceitarem que um material natural como a terra não necessite ser processado para se atingir uma boa qualidade. Para ele, quando esse material é escavado dos lugares corretos, oferece um produto que pode ser usado diretamente para construir, sem necessidade de processos industriais.

Segundo Weimer (2012), a técnica usada na taipa de pilão consiste em socar com um pilão a terra umedecida dentro de uma forma de madeira ou ferro. Para aumentar a resistência da parede e diminuir as fissuras adiciona-se pedras, vegetais ou fibras animais.

Já o adobe, de acordo com Bardou, Arzoumanian (1979), consiste na fabricação de tijolos, moldados, cuja terra arenosa e argilosa é colocada em formas, geralmente de madeira, e ligeiramente pressionada com as mãos. Após desenformados são deixados a secar ao sol. Para evitar fissuras, também se pode misturar palha ou fibras animais na terra.

A taipa de mão, também conhecida por taipa de sopapo ou pau-a-pique, refere-se ao sistema misto em que se empregam dois materiais abundantes na natureza: a madeira e a terra. Na definição de Vasconcellos (1979, p. 45), consiste, em paus colocados, perpendicularmente, entre os baldrames e os frechais, nele fixados por meio de furos ou pregos. Perpendiculares a estes são colocados outros mais finos, ripas ou varas, tanto de um lado como de outro, amarrados por meio de tiras de couro, prego ou arame, de cipó, barbante de sisal, tucum, imbé, buriti e outros gêneros próprios para cordas. Esta trama armação é preenchida, de acordo com Di Marco (1984), com uma mistura de terra, água e fibras, utilizando as mãos.

Devido à falta de conhecimento das possibilidades do material e das soluções para tornar as construções em adobe mais versátil e durável, a técnica e a cultura local relacionada às construções vernáculas estão morrendo no tempo, assim como os seus exemplares que

apresentam acelerado processo de degradação e destruição. Para Marques, Azuma e Soares (2009), preservar essas construções é salvar um bem cultural, pois são obras que apresentam valor artístico, histórico e cultural.

Nos dias atuais é um desafio demonstrar que construções com materiais alternativos ou sustentáveis não precisam estar relacionados com tecnologias sofisticadas e caras para se atingir um bom resultado. Ao contrário disso, esses materiais, mesmo com técnica simples e sustentáveis, são capazes de projetar moradias dignas e confortáveis para a população (Alexandria; Lopes, 2008).

3 CONSTRUÇÕES EM TERRA EM PEDRO II

Diferentemente do que aconteceu em outros estados nordestinos, as terras piauienses foram sendo ocupadas do sertão para o litoral. Segundo Alves (2003, p. 58), o povoamento do Piauí se deu na metade do século XVII, motivado pela procura por terras propícias para a prática da pecuária extensiva. Os exploradores das terras piauienses eram originários do 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”.

Como não era possível ocupar todas as terras conquistadas, algumas delas eram repassadas para rendeiros, destacando-se entre estes, “o bandeirante português Domingos Afonso Mafrense ou Sertão, o qual liderou uma das frentes de penetração nos Sertões do Piauí, tornando-se um dos primeiros colonizadores daquelas terras” (Alves, 2003, p. 59).

Muitas sedes de fazendas foram construídas nesta época, no estado, em que se utilizou a terra como material de construção (Barreto, 1938). 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.

A cidade de Pedro II está situada acerca de 200 km da capital do Piauí, Teresina. A cidade foi fundada no final do século XVIII, com o nome Piquizeiro. Inicialmente, o seu desenvolvimento se deu em torno de uma pequena capela, consagrada à Nossa Senhora da Conceição. A denominação atual foi dada em homenagem a Pedro II, Imperador do Brasil, ao Imperador do Brasil e se deu simultaneamente com a desanexação dessa da cidade de Piracuruca, em 1854 (IBGE, 2016).

Uma das maiores cidades do Piauí, Pedro II pertence à Mesorregiao do Centro Norte Piauiense e à Microrregião de Campo Maior, com uma altitude média de 603 metros. Possuia em 2010, uma população de, aproximadamente, 38.000 pessoas em uma 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, 2016).

É uma importante cidade histórica do estado do Piauí por manter preservada boa parte de sua arquitetura colonial e manter seu traço urbano original. Boa parte das construções do centro da cidade mantém sua arquitetura bem conservada, sendo utilizada pela população local como moradia ou como áreas de serviço e comércio. De acordo com Silva Filho (2007), a preservação desse centro foi possível graças a sua localização distante das principais vias comerciais.

As casas existentes no entorno da Praça Domingos Mourão, apresentam a mesma escala e características integrando-se com as demais edificações das ruas que contornam a praça, exceção feita à Igreja cuja reforma deu-lhe característica contemporânea. A maioria é construída com adobe, vínculo com a cultura e identidade locais, reconhecidas como construções históricas da cidade, sendo motivo de orgulho de seus cidadãos.

Até o momento foram identificadas 11 construções, que foram indicadas como sendo construções de terra no centro da cidade de Pedro II (Figura 1).

O entorno da Praça Domingos Mourão, núcleo inicial da cidade, é onde se encontram as construções mais características de Pedro II. A maior parte destas edificações, ainda, são residenciais, apresentando-se geminadas, alinhadas entre si e, geralmente, de apenas um pavimento. Entre elas, destacam-se o Memorial Tertuliano Brandão Filho, localizada na Rua Tertuliano Brandão, datada de 1920 (Figura 2), a edificação de uso residencial, localizada na Rua Agostinho dos Santos Pinheiro (Figura 3) e o Solar da Estrela Marrom, todas construídas com adobe.

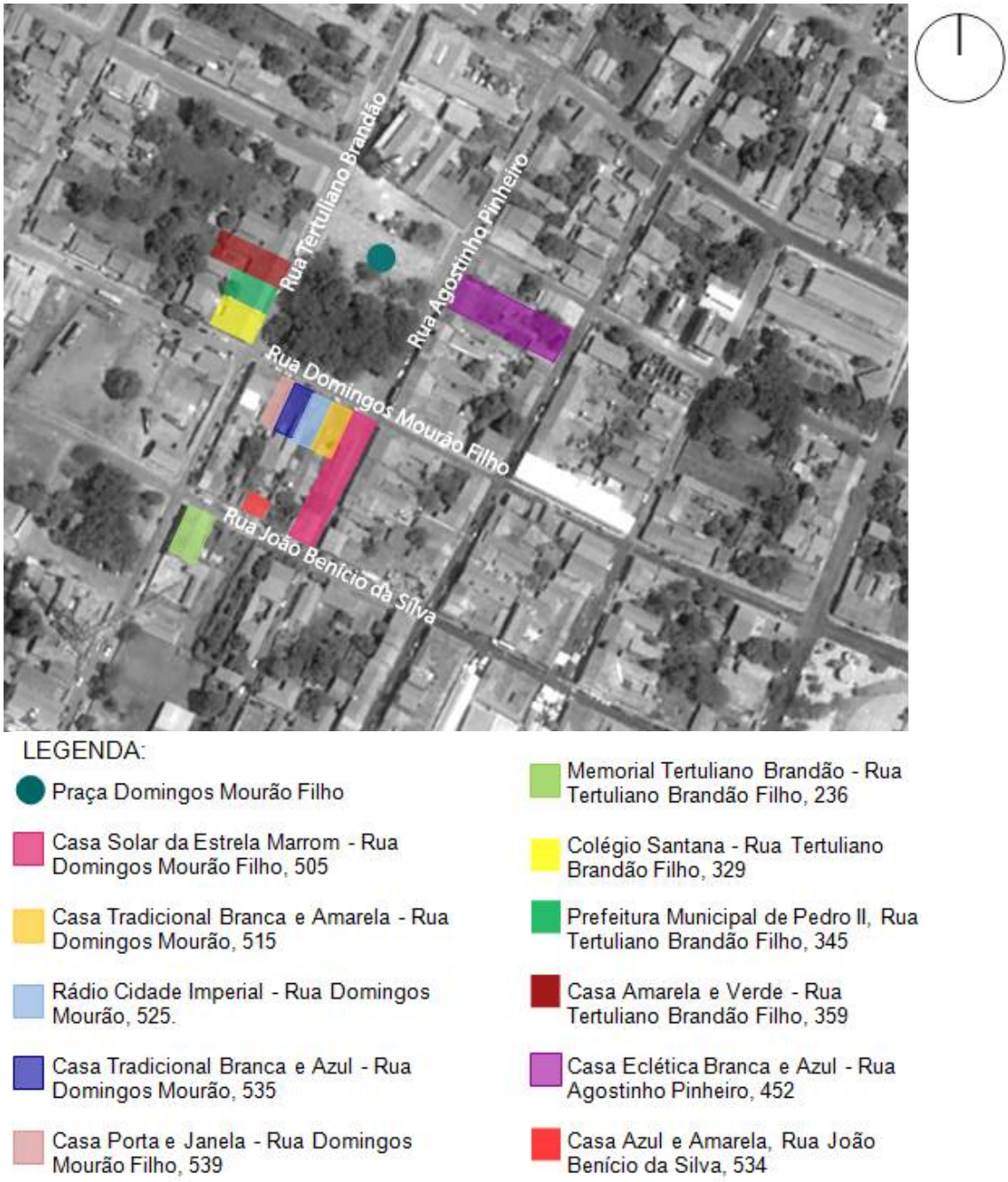


Figura 1. Área central da cidade de Pedro II, com localização de edificações de terra (GoogleEarth, 2013 editado por Araujo, A.C)

Figura 2 Memorial Tertuliano Brandão Filho

Figura 3. Casa da Rua Agostinho dos Santos Pinheiro

3.1 Solar da Estrela Marrom

O edifício Solar da Estrela Marrom encontra-se no entorno da Praça Domingos Mourão e é propriedade da familia Mourão, desde 1924 (Figura 4). Essa edificação foi uma das primeiras residências urbanas da cidade, com sua construção datada, aproximadamente, do final do século XIX. Foi construída, segundo os moradores, por mão de obra oriunda da Província do Ceará, considerado os melhores construtores em adobe da região.

Figura 4. Solar da Estrela Marrom

O nome Solar da Estrela Marrom teve origem devido a uma peça de ladrilho hidráulico diferenciada, em formato de estrela, na cor marrom, situada na varanda de refeições, que contrasta com o restante do piso, cujos ladrilhos formam outro tipo de desenho (Brito, 2012).

Inserido num conjunto de casas de adobe, o Solar se destaca por sua tipologia, apresentando sótão, os 20 cômodos e detalhes arquitetônicos como o lambrequim em madeira trabalhada, arrematando as telhas do oitão, barra de estuque, também conhecida como barra-lustro, porém mantendo a configuração das casas coloniais, tanto em sua planta quanto em sua fachada.

Assim como as casas vizinhas, as paredes originais do Solar da Estrela Marrom são em adobe, autoportantes, isto é, funciona ao mesmo tempo como vedação e estrutura, não

existindo, portanto, elementos estruturais como pilares e vigas para sustentarem a edificação, exceção feita às vigas em madeira da estrutura de cobertura, que funcionam como espécie de frechal, que distribuem a carga concentrada das tesouras sobre a alvenaria.

A constatação do adobe das paredes foi feita através da observação de suas espessuras e teste de percussão, concluindo-se que as paredes originais, tanto internas quanto as externas, são confeccionadas em terra. Algumas paredes do solar, construídas posteriormente, foram feitas utilizando-se o tijolo cerâmico. Estas novas paredes foram construídas para acrescentar banheiros à edificação, sendo possível identifica-las, tanto por sua espessura, quanto por sua localização, que correspondem aos banheiros acrescentados (Figura 5).

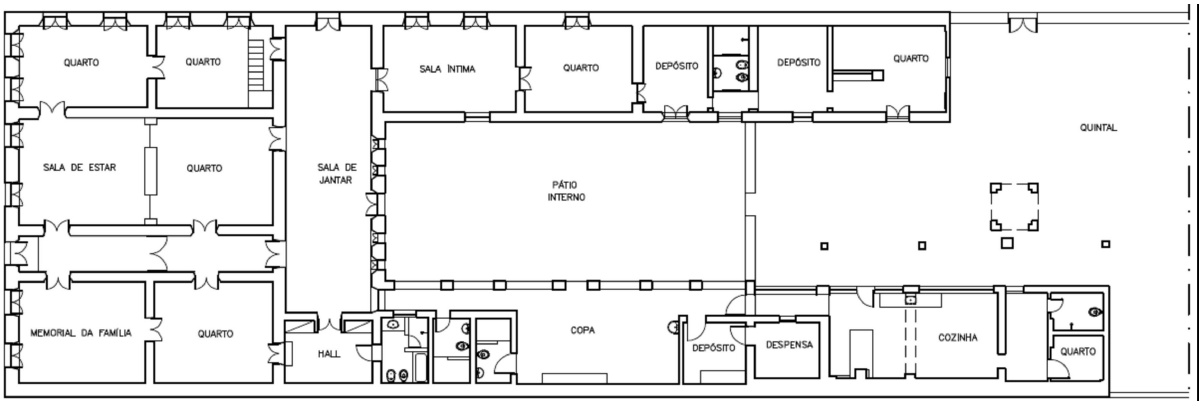


Figura 5. Planta baixa do Solar da Estrela Marrom (Brito, 2012)

Nos pisos de alguns dormitórios e sótão foram utilizadas tábuas corridas o que possibilita manter o ambiente aquecido durante as noites frias do inverno de Pedro II. No sótão eram guardadas as armas e munições utilizadas durante os ataques à residência em 1931, durante a Revolução de 1930.

O telhado foi executado em telhas capa canal e a estrutura em madeira, não se utilizando tesouras, sendo que os caibros são apoiados, diretamente, em vigas de madeira sobre as paredes, características da arquitetura colonial. Os beirais são arrematados com as eiras e beiras e, na lateral onde se tem o oitão, é possível observar o lambrequim em madeira recortada.

O ditado inglês, que afirma que as construções em terra devem ter boas botas e bom chapéu (Doat et al, 1979) aponta para a necessidade destas construções de terra estarem protegidas da água, tanto em sua base, quanto em seu topo. Esta preocupação fica evidente quando se observa nesta construção as paredes externas com seu barrado em argamassa para proteção da incidência de chuva (Figura 6).

Figura 6. Barrado em argamassa

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A arquitetura vernácula em terra na cidade de Pedro II mostra sua importância, não apenas devido aos materiais empregados, mas também, pela cultura, história e os saberes que estão vinculados a estas edificações. O Solar da Estrela Marrom é um exemplo muito claro destes elementos que tornam a arquitetura vernácula tão necessária para a transmissão destes saberes.

Ao serem preservados o mobiliário, objetos, as lembranças e histórias da família Mourão, se eternizam seu patrimônio imaterial, inerente à cidade. Enquanto que, ao se preservar as técnicas construtivas e materiais sustentáveis desta edificação este se possibilita o resgate e transmissão do “modo de fazer” do adobe e de construir com este material.

Observa-se que, de uma maneira geral, as construções de terra existentes em Pedro II, apesar do tempo, estão conservadas, comprovando a sua durabilidade. A preservação deste patrimônio contribuirá para o desenvolvimento de uma arquitetura social e ecologicamente responsável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alexandria, S. S. S.; Lopes, W. G. R. (2008). A terra na construção civil: edificações de adobe no município de Pedro II, Piauí. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 12, Fortaleza. Anais... Fortaleza: ANTAC, 2008.

Alves, V. E. L. (2003). As bases históricas da formação territorial piauiense. Geosul**,** Florianópolis, v. 18, n. 36, p 55-76, jul./dez. 2003.

Bardou, Patrick; Arzoumanian, Varoujan (1979). Arquitecturas de adobe. Barcelona: Gustavo Gili.

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, 1938.

Brito, P. H. T. H. P. (2012). “Moradas", as primeiras residências urbanas: arquitetura tradicional piauiense na cidade de Pedro II. Congresso Internacional de História e Patrimônio Cultural, 3, Parnaíba. 2012. Anais... Parnaíba: UFPI.

Carvalho, T. M. P. de; Lopes, W. G. R.; Matos, K. C. (2013). Reflexões sobre a sustentabilidade da arquitetura de terra e sua importância para a construção civil. Seminário Iberoamaericano de Construção com Terra, 13, Valparaíso, Chile. Siacot 2013: Anais... Valparaíso: RedProterra.

Del Brenna, G. R. (1982). Para arquitetos e não. In: Dethier, J.; Zbinden, C. Arquitetura de terra ou o futuro de uma tradição milenar. Rio de Janeiro: Avenir Editora.

Dethier, J. (1982). Arquiteturas de terra ou o futuro de uma tradição milenar. Rio de Janeiro: Avenir Editora Limitada.

Dias, C. C. (2009). Piauhy: das origens à nova capital. Teresina: Nova Expansão Gráfica e Editora Ltda.

Di Marco, A. R. (1984). Pelos caminhos da terra. Projeto, n.65, p. 47-59, jul.1984.

Doat, P.; Hays, A.; Houben, H; Matuk, S; Vitoux, F. (1979) Construire en terre. Paris: éditions Alternatives.

Foladori, G. (1999). O capitalismo e a crise ambiental. *Raízes*. Ano XVIII, n. 19, p. 31 - 36.

Guerrero, L. (2013) Vivienda vernácula em Tlaxcala. In: G. M. Viñuales (Org.). Arquitectura vernácula iberoamericana. Sevilha: RedAv. p. 16-31.

Gutierrez, R. (2013) Arquitectura popular y ritos de construcción en el altiplano peruana. In: G. M. Viñuales (Org.). Arquitectura vernácula iberoamericana. Sevilha: RedAv. p. 58-67.

IBGE -Instituto Brasileiro de Geografia e Estatítica. Disponível em http://cidades.ibge.gov.br/ xtras/home.php. Acesso em 12/06/2016

John, V. M. (2000). Reciclagem de resíduos na construção civil: Contribuição para metodologia de pesquisa e desenvolvimento. Tese (Livre Docência) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo.

Lemos, C. A.C. (1989). História da casa brasileira. São Paulo: Contexto

Lemos, C. A. C. (2012). Uma nova proposta de abordagem da história da arquitetura brasileira. *Arquitextos*, ano 12, n.141.

Lima Júnior, G. C. de B. (2007). Arquitetura vernacular praieira. Recife: Genival Costa.

Lima, R. R. (2010). Arquitetura vernácula e habitação de interesse social. In: I Encontro Nacional da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Rio de Janeiro.

LLANO, Pedro de (1996). Arquitectura popular en Galicia; razón e construcción. Santiago de Compostela: Colexio de Arquitectos de Galicia.

Marques, C. S. P.; Azuma, M.H.; Soares, P. F. (2009). A importância da arquitetura vernacular. Akrópolis. Umuarama, PR, v. 17, n. 1, p. 45-54.

Minke, G. (2005). Manual de construcción en tierra. Montevideo: Editorial Fin de Siglo.

Rezende, M. A. P.; Lopes, W. G. R.; Carvalho, R. M. de; Vale, J. (2013). Técnica construtiva vernácula em terra no Brasil. G. M. Viñuales (Org.). Arquitectura vernácula iberoamericana. Sevilha: RedAv, pg 102 a 115.

Silva Filho, O. P. da (1997). Carnaúba, pedra e barro na Capitania de São José do Piauhy. Belo Horizonte: Ed. do Autor. 3v.

Silveira, A. V. da (2010). A paisagem cultural e o patrimônio vernáculo: o desafio da preservação no interior do Espírito Santo. Colóquio Ibero-Americano Paisagem cultural, patrimônio e projeto: Desafios e perspectivas, 1. Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: UFMC/MACPS. p.1- 16.

Teixeira, C. M. (2008). Considerações sobre arquitetura vernácula. *Cadernos de Arquitetura e Urbanismo*. Belo Horizonte, v.15, n.17, p. 29-45.

Tilleria Gonzalez, J. (2010). La arquitectura sin arquitectos, algunas reflexiones sobre arquitectura vernácula. *AUS* (Valdivia), n. 8, p. 12-15.

Vasconcellos, S. de (1979). Arquitetura no Brasil: sistemas construtivos. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais.

Weimer, G. (2012). Arquitetura popular brasileira. 2. ed. São Paulo: WMF Martins Fontes.

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.

Ariadne da Costa Araújo, Graduanda em Arquitetura e Urbanismo na Universidade Federal do Piauí (UFPI); pesquisadora voluntária do Programa de Pesquisa em Iniciação Científica (PIBIC/UFPI); membro do Laboratório Urbano da Paisagem (LUPA), da UFPI. Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/0616631327297009.

Karenina Cardoso Matos, doutoranda 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.

TerraBrasil 2016
VI Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Bauru-SP (Brasil), 8 a 12 de novembro de 2016
http://faacppgarq.wix.com/terrabrasil2016
PPGARQ/FAAC-UNESP

O PATRIMÔNIO ARQUITETÔNICO EM TERRA NO MUNICÍPIO DE PIRACURUCA, PIAUÍ

Marielly Ibiapina Mascarenhas[1]; Wilza Gomes Reis Lopes[2]; Regina Ângela Mattaraia Delmonaco[3]; Karenina Cardoso Matos[4]

Universidade Federal do Piauí-UFPI, Campus Ministro Petrônio Portela, Núcleo de Referência em Ciências Ambientais do Trópico Ecotonal do Nordeste - TROPEN, Teresina, Piauí, Brasil,
[1]mari_ibiapina@hotmail.com; [2]izalopes@uol.com.br; [3]re.mattaraia@gmail.com; [4]kareninamatos@hotmail.com

Palavras-chave: Piracuruca, Piauí, adobe, arquitetura, terra

Resumo

Diante da necessidade de valorização, reconhecimento e preservação do patrimônio arquitetônico em terra, bem como da utilização de técnicas de baixo impacto no meio ambiente, o presente artigo objetiva abordar a arquitetura em terra presente no município de Piracuruca, Piauí, por meio da análise descritiva de imóvel construído em adobe. O município é reconhecido como Conjunto Histórico e Paisagístico, tombado pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), em 2012, e conta com significativo acervo arquitetônico em terra, em especial o adobe. A metodologia utilizada incluiu pesquisa bibliográfica, coleta de dados no IPHAN, visitas, elaboração de planta e corte esquemático, registros fotográficos e conversas com os proprietários para compreensão das principais dificuldades em relação à manutenção e conservação da edificação. A descrição da obra levou em consideração aspectos como: localização, antecedentes históricos, uso atual, estado de conservação, dentre outros. A análise descritiva explorou os principais pontos críticos presentes na edificação histórica em terra, segundo as observações *in loco* e conforme relato do proprietário, refletindo ainda sobre alternativas para minimização dos problemas encontrados, que em sua maioria relacionam-se à umidade, execução de reparos ineficientes, falta de mão de obra qualificada e relação desgastada entre os proprietários dos imóveis tombados e o IPHAN.

1 INTRODUÇÃO

O patrimônio edificado para Froner (2013), inclui em sua conceitualização arquitetônica, paradigmas que envolvem história e até arqueologia. Assim, desde ruínas a centros históricos, o que marcaria a importância para a preservação não seria tão somente sua grandeza, mas sim a relação entre a memória e o monumento.

Dentro deste contexto pode ser destacada a necessidade de preservação do patrimônio arquitetônico em terra, que, no Brasil, tem origens na arquitetura colonial. Guerrero, Correia e Guillaud (2012) acreditam que existe certo menosprezo em relação às edificações em terra que, às vezes, até são consideradas como “obras menores”, entretanto, para os autores essas estruturas trazem em si uma singularidade, antiguidade e uma transcendência cultural, representando a identidade de um povo.

A terra é um dos materiais construtivos mais antigos e versáteis do mundo, podendo ser trabalhada por meio de diferentes técnicas, adaptando-se ao clima e às condicionantes físicas existentes, permitindo adequar-se à realidade local. Lopes, Matos e Carvalho (2012) consideram como vantagens do uso da terra: seu baixo gasto com energia, desempenho climático adequado, utilização de materiais renováveis e locais, baixo custo, não causa poluição e ainda carrega em si a herança da arquitetura colonial brasileira.

Deste modo, o estudo do patrimônio arquitetônico em terra, além de reconhecer e resgatar a identidade cultural de um local, permite ainda refletir sobre o uso da terra na construção civil, vislumbrando e compreendendo as potencialidades e problemas relacionados à este tipo de

arquitetura. Para tal, podem ser estudadas as edificações oriundas da arquitetura colonial brasileira, que muito se utilizou da terra como material construtivo, a fim de depreender aspectos quanto à sua adequação à fatores físicos, climáticos, econômicos e sociais.

A análise de edificações em terra é uma forma de avaliar também as possibilidades do uso do material nas construções atuais, aliando técnicas antigas e de baixo impacto à tecnologias contemporâneas, como forma de convergir para um mundo mais sustentável.

No estudo de técnicas com terra, oriundas da arquitetura colonial, Pisani (2004) aponta que negros, trazidos ao país como escravos, e portugueses detinham conhecimento sobre técnicas construtivas com este material, o que influenciou o processo de construção das primeiras edificações brasileiras. Lemos (1993) cita ainda que arquitetura portuguesa trazida ao Brasil possuía também influências da colonização árabe que perdurou por seiscentos anos na parte sul das terras lusas.

Conforme Pisani (2004) dentre as técnicas de construção com terra introduzidas no Brasil pelos colonizadores portugueses, as mais utilizadas foram a taipa de pilão, o adobe e a taipa de mão ou pau a pique, que foram usadas em várias partes do Brasil na construção de muitas cidades.

A fim de aprofundar o estudo sobre patrimônio arquitetônico em terra, o presente artigo delimitou como área de trabalho o município de Piracuruca, localizado no estado do Piauí, em especiífico o imóvel situado à Rua João Facundo, n. 130-Centro.

Reconhecido como Conjunto Histórico e Paisagístico, tombado pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), em 2012, Piracuruca conta com significativo acervo arquitetônico em terra, em especial o adobe. A edificação escolhida para análise encontra-se inserida na poligonal de tombamento do conjunto histórico e paisagístico protegido pelo IPHAN e destaca-se por sua execução totalmente em adobe e por sua representatividade arquitetônica e cultural.

2 OBJETIVOS

O objetivo do presente trabalho consiste na apresentação da arquitetura de terra existente no município de Piracuruca, Piauí, expondo, por meio de análise descritiva, um dos imóveis edificados em adobe e localizado na área de tombamento delimitada pelo IPHAN-PI.

3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada inclui pesquisa bibliográfica, consulta à documentação fornecida pelo IPHAN-PI e visitas a campo para coleta de dados sobre a arquitetura de terra no município. Para a análise da edificação escolhida foram considerados itens relacionados à localização, antecedentes históricos, uso atual, estado de conservação, desenho de planta e corte esquemáticos e apresentação de fotos, explorando pontos positivos e negativos da obra. Além disto, foram realizadas entrevistas com os moradores da edificação a fim de compreender as dificuldades mais usuais no seu uso e manutenção.

4 ARQUITETURA DE TERRA EM PIRACURUCA, PIAUÍ

4.1 Histórico e caracterização do município

A colonização na região nordeste do Brasil foi realizada primeiramente por meio da cultura de cana-de-açúcar no litoral, e, posteriormente, houve incursões ao interior da região, estimuladas pela criação de gado. Da Bahia partiram criadores, que, tocando seu rebanho bovino em direção ao interior brasileiro, atingiram o rio São Francisco, na primeira metade do século XVII, onde se instalaram várias fazendas de gado. Posteriormente, chegou-se à

bacia do Parnaíba, havendo a instalação dos primeiros currais nos afluentes deste rio. Esta área viria a ser o território piauiense (Alves, 2003).

O IPHAN (2008) frisa que, antes do início da colonização oficial (séc. XVII), já havia viajantes e exploradores que faziam o percurso entre os atuais estados do Pernambuco e Maranhão, os quais começaram a se fixar na região que viria a ser o Piauí. Inicialmente fixavam-se a fim de exercer atividades relacionadas à mineração ou aprisionamento de indígenas e, posteriormente, fixavam-se para cumprir atividades relacionadas à criação de gado.

Caracterizada por suas altas temperaturas e por territórios com pouca precipitação pluviométrica, segundo Araújo (2011), o nordeste brasileiro recebeu diversas construções em terra, que permitiam adaptação ao clima quente e utilização de material local. O IPHAN observa que no Piauí ainda é possível identificar exemplares característicos da arquitetura de terra colonial.

O município de Piracuruca, Piauí, está localizado a cerca de 200 km da capital Teresina, e possui população de 27.553 habitantes (Brasil, 2010). Conforme a Fundação Centro de Pesquisas Econômicas e Sociais do Piauí (CEPRO), Piracuruca está situada na Microrregião Litoral Piauiense, dentro do Território de Desenvolvimento dos Cocais, e possui clima tropical alternadamente úmido e seco, com duração do período seco de seis meses. Suas temperaturas médias variam entre 26°C a 38°C, apresentando vegetação caatinga arbórea, caatinga arbustiva e campo cerrado (CEPRO, 2013).

Uma das correntes mais conhecidas sobre a fundação de Piracuruca trata-se daquela relacionada a dois irmãos portugueses: Manuel e José Dantas Corrêa, que no início do século XVIII, desbravavam os sertões piauienses, tendo fundado fazendas de criação de gado onde hoje está instalado o município de Piracuruca. Consta que chegaram a ser prisioneiros dos índios quiriris, e para livrar-se da ameaça fizeram promessa à N. Sra. do Carmo, assim, caso se salvassem, construiriam um templo consagrado à santa. Obtiveram a graça e deram início, em 1718, à construção do templo, em torno do qual surgiu a povoação de Piracuruca. O local era entreposto de negociantes em direção ao porto de Parnaíba, promovendo o desenvolvimento local. (Brasil, 2016).

Segundo Britto (2003) Piracuruca foi elevada à condição de vila em 1832 e passou a ser cidade em 1889.

4.2 Arquitetura de terra do município de Piracuruca, Piauí

Conforme citado anteriormente a cidade de Piracuruca provém de um núcleo urbano datado de meados do início século XVIII, quando o Brasil ainda era colônia de Portugal. Conforme o IPHAN (2008), Piracuruca ainda possui exemplares representativos dos períodos históricos pelos quais passou, desde o colonial, eclético, *art-déco* e modernismo. Esta preservação se justificaria pela lentidão em seu crescimento urbano que teria retardado a pressão imobiliária sobre as edificações do centro histórico.

Devido à colonização intrinsecamente ligada à criação de gado, o município sofreu influência das casas típicas de fazenda do estado, que, segundo o IPHAN (2008), tinham como características a simplicidade, adaptação ao clima quente e utilização de materiais e técnicas construtivas locais, como as que utilizavam a terra. Em geral, apresentavam varandas abertas que auxiliavam na ventilação com guarda-corpos de paredes espessas que evitavam a incidência direta do sol.

Segundo o IPHAN (1997), que examinou estruturas arquitetônicas e urbanísticas de Piracuruca, há um acervo com características tipológicas e históricas marcantes que representam a identidade cultural da cidade. O acervo tem concentração no entorno da Igreja matriz de N. Sra. do Carmo, núcleo inicial da configuração urbana, apesar de existirem, em menor quantidade, alguns imóveis mais afastados deste núcleo. Os imóveis

de valor cultural e arquitetônico foram registrados em fichas cadastrais. Dentre estes, constam 74 imóveis pertencentes à categoria civil, seis, à categoria oficial, dois à categoria de equipamentos urbanos e dois à categoria religiosa. Dentre os imóveis pesquisados, havia seis edificações construídas plenamente em adobe, oito edificações, em adobe e pedra e 13 edificações que mesclam adobe e tijolos cozidos, demonstrando a necessidade de adaptação ao material disponível à época das construções. Desse número de imóveis, que se utilizaram do adobe de forma isolada ou complementar, observou-se que, atualmente: três edificações em adobe e pedra e quatro edificações em pedra e barro encontram-se demolidas e/ou bastante descaracterizadas e um imóvel em adobe apresenta elevado estado de degradação.

A seguir é apresentado mapa (Figura 1) com as principais edificações representativas da arquitetura local, que contêm adobe em sua execução, apontadas em inventário realizado na cidade (IPHAN, 1997). Entretanto, optou-se por suprimir as edificações demolidas ou completamente descaracterizadas. Para melhor compreensão, as edificações construídas em adobe estão indicadas em vermelho, as edificações em adobe e tijolo cerâmico apresentam-se na cor amarela e as edificações em adobe e pedra são representadas pela cor laranja. A praça Irmão Dantas (cor verde) e a Igreja Matriz de N. Sra. do Carmo (cor azul) também foram indicadas por representarem o polo irradiador da ocupação urbana.

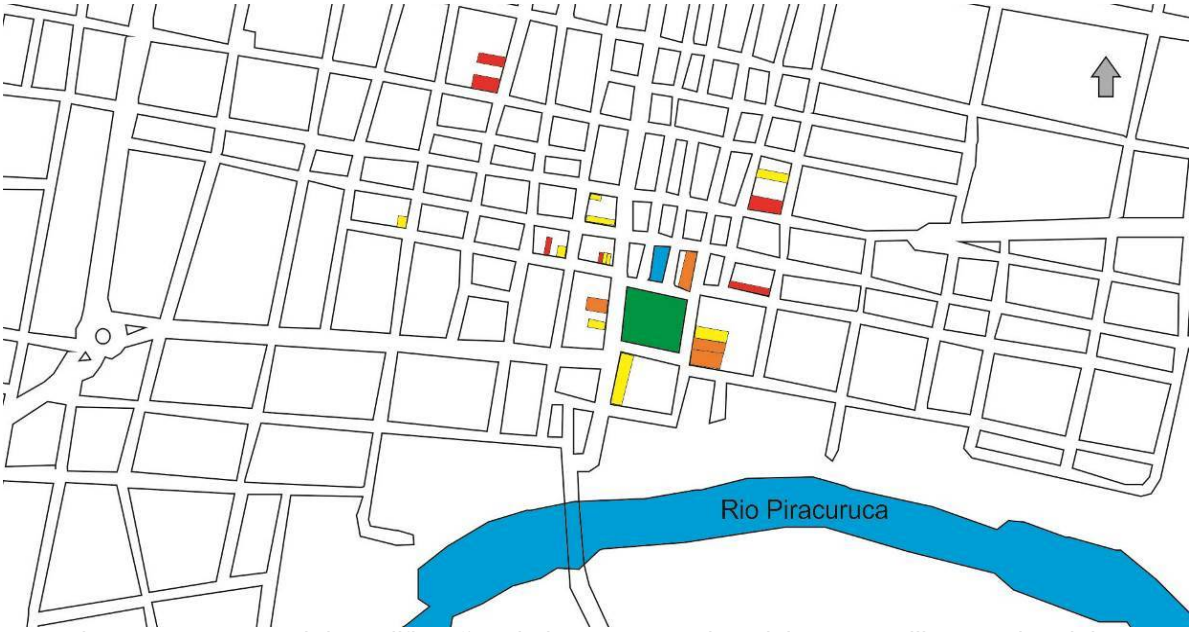


Figura 1. Mapa atual das edificações de interesse patrimonial que se utilizaram do adobe, localizadas no município de Piracuruca, Piauí (adaptado de IPHAN, 1997 e Google, 2016)

O inventário aponta ainda que as edificações mais antigas estão relacionadas aos que possuíam criações de gado, e, portanto, apresentam um caráter mais rústico, geralmente de um pavimento, com destaque para as edificações tipo “morada-e-rancho”. Também coexistem edificações do tipo morada inteira, meia morada e porta e janela, com partidos em “L”, “C” ou retangular e seguem geralmente as orientações da Coroa portuguesa obedecendo ao alinhamento das ruas.

Predominam os sistemas construtivos de tijolos de adobe e não constam edificações de taipa, sendo mais incomuns as edificações de pedra e barro.

O IPHAN (2008) aponta ainda que a partir das décadas de 1930 e 1940 começou a maciça introdução de materiais industrializados, fazendo com que o adobe passasse a ser substituído por tijolos de cerâmica queimada; o mesmo aconteceu com a carnaúba que antes era presente na estrutura dos telhados de forma rústica quase sempre sem

tratamento, e deu lugar a madeiras processadas, bem como telhas cerâmicas foram substituídas por outras de fibrocimento e esquadrias de madeira substituídas por esquadrias metálicas. Isto contribuiu para o abandono das técnicas tradicionais de construção, em especial a construção com terra.

4.3 Descrição do imóvel situado à Rua João Facundo, n. 130, Centro

Situada à Rua João Facundo, nº130- Centro, Piracuruca, Piauí, a edificação escolhida para análise, por meio do presente artigo, data do início do século XIX, época de transição entre a cultura do gado e a cultura da extração de cera de carnaúba no município. O imóvel encontra-se inserido na poligonal de tombamento do conjunto histórico e paisagístico protegido pelo IPHAN, (Figura 2) e destaca-se por sua execução totalmente em adobe e por sua representatividade arquitetônica e cultural.

A obra pertence à tipologia morada e rancho, onde os alojamentos apresentam localização na parte posterior do terreno. Implantada no alinhamento da rua, sua alvenaria é em adobe, apresenta meias paredes na parte interna, possui revestimento em reboco caiado, esquadrias de madeira (algumas com venezianas limitando a visão do interior a partir da rua), cobertura em estrutura de carnaúba corrida, telhas artesanais do tipo 1/2 cana, não há forro na maior parte da edificação, conta com beiral externo com cimalha e bica e beiral interno com caibros corridos sobre as paredes de alvenaria. Atualmente possui função residencial e comercial.

Figura 2. Mapa do conjunto histórico e paisagístico de Piracuruca com a poligonal de tombamento (em azul) e a poligonal de entorno (em verde). Em destaque, a edificação analisada no presente artigo (adaptado de IPHAN/PI, 2008)

Sua planta é marcada pela presença de corredor central, perpendicular à Rua João Facundo, com dormitórios nas laterais. Ao fim do corredor encontra-se a varanda em "L" que foi vedada no trecho paralelo ao acesso principal. O outro trecho de varanda, ainda aberta, permite a vista do quintal onde se localiza um grande poço de pedra datado da época da construção, segundo os moradores, e que teria auxiliado na execução da obra (Figura 3).

Os moradores descrevem como principais problemas para a manutenção e conservação da edificação em terra estudada: presença de umidade nas paredes, destacamento do reboco, aparecimento dos chamados "cupins de parede" e locais onde o adobe aparenta ser menos resistente. Outro problema apontado, de maneira geral, pelos proprietários de imóveis pertencentes ao centro histórico tombado é a desconfiança em relação ao IPHAN, que, segundo eles, inviabiliza e impede a execução de manutenções e pequenos reparos nas edificações em tempo hábil, devido à necessidade de submissão dos reparos a serem feitos ao órgão de proteção para avaliação.

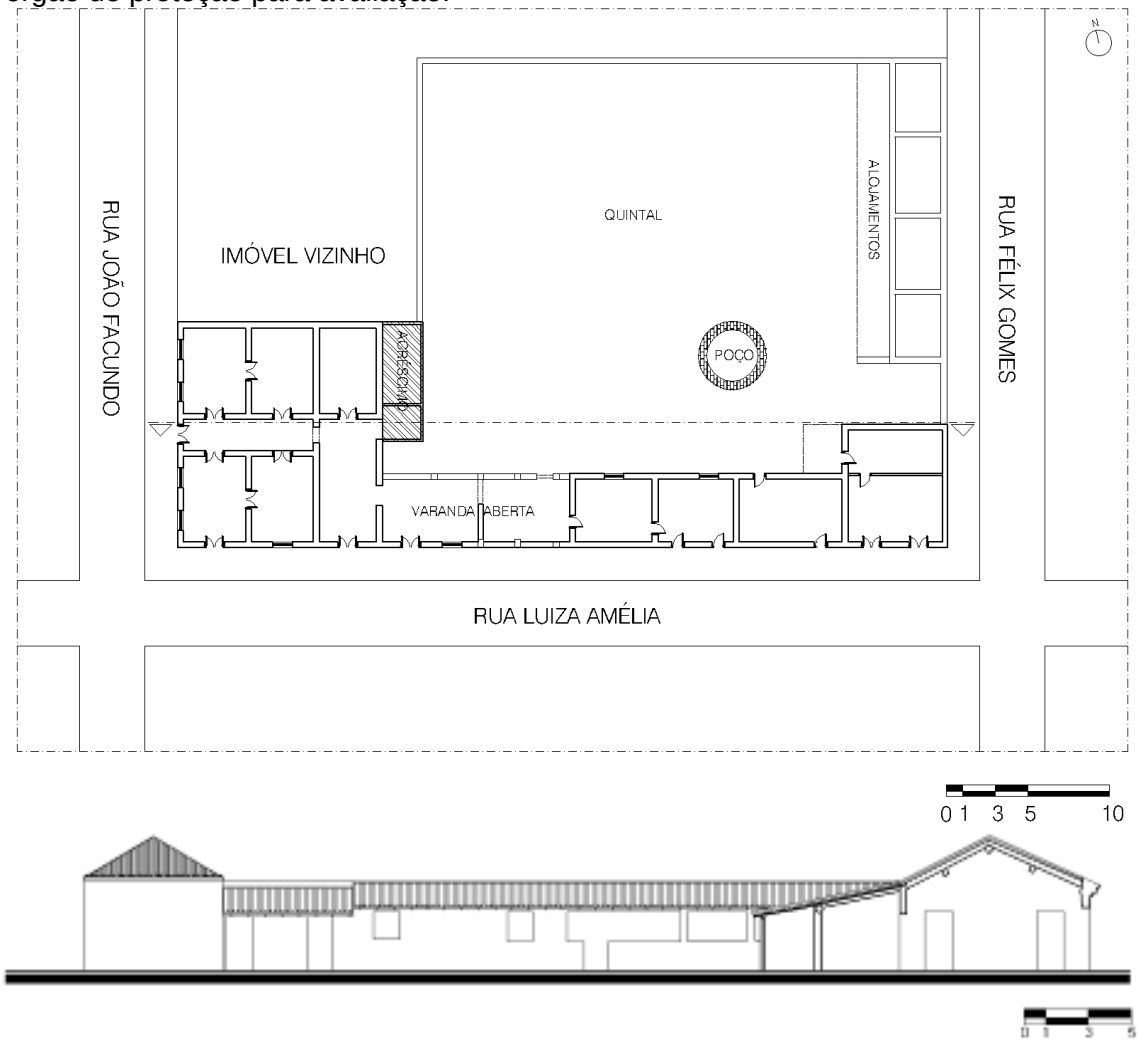


Figura 3 Planta e Corte esquemáticos do imóvel situado à Rua João Facundo 130, Centro. Levantamento e desenho: Marielly Mascarenhas (2016)

Dentre os problemas observados na edificação, aponta-se como possíveis causadores das avarias relacionadas à umidade das paredes:

- A falta de manutenção dos telhados, que ocasionam infiltrações e goteiras prejudicando as paredes internas em adobe, e inclusive a estrutura do telhado em carnaúba. É possível identificar manchas formadas pelo escoamento da água da chuva nas paredes internas;

- A presença de curto beiral na parte externa da edificação (laterais voltadas para a rua) também é possível agravante do problema, considerando que, apesar de Piracuruca localizar-se em região de clima quente, há, entretanto, um período chuvoso, onde ocorrem precipitações com relativa intensidade nos meses de janeiro a abril. Isto faz com que as paredes apresentem-se consideravelmente desprotegidas em relação à água das chuvas, principalmente quando estas se apresentam com mais intensidade;

- Na parte inferior das paredes internas observa-se a presença de manchas de umidade de variadas extensões, demonstrando que a água aparenta atingi-las através de capilaridade, deflagrando uma possível deficiência na estrutura de fundação, que, apesar dos indícios de sua execução em pedra, possivelmente não foi suficiente para garantir uma impermeabilização mais adequada (Figura 4);

- O destacamento de placas nas paredes e pequenas trincas podem ser provocados, ainda, pelo inchaço e contração ocasionados pela umidade nas estruturas de terra;

- Quanto à presença de “cupins de parede”, chamados assim na linguagem popular, observa-se que é constante o aparecimento de pequenas colônias destes, que se aproveitam das condições de umidade e abrigo favoráveis. Em diversos pontos da edificação podem ser percebidos pequenos orifícios de onde saem resíduos da terra que compõe os tijolos de adobe e percebe-se a formação de pequenos túneis em alguns locais (Figura 5).

Figura 4 Vista do dormitório frontal com detalhe das manchas de umidade nas paredes
Foto: Marielly Mascarenhas (2016)

Figura 5 Detalhe de orifício provocado por cupim de parede. Foto: Marielly Mascarenhas (2016)

Além dos problemas apontados pelos moradores, percebe-se que pequenos reparos são feitos sem qualquer orientação. Por exemplo, tenta-se em diversos pontos da edificação, preencher o destacamento das paredes e lidar com pequenas trincas por meio da aplicação direta de cimento, que por vezes não apresenta adequada coesão com o material das alvenarias, tornando recorrente o problema e causando ainda prejuízos estéticos ao imóvel tombado (Figura 6).

Percebe-se que os problemas apontados na obra em estudo são recorrentes em outras edificações do centro histórico. Entretanto, a literatura atual que aborda a arquitetura em terra tem estudado possíveis soluções para evitar ou minimizar estes problemas. Em relação à resistência do material, que apresenta deficiência em alguns pontos da edificação, como na área onde se situavam os alojamentos, há estudos, como os de Soares, Silva e Pinheiro (2008) e Faria, Silva e Ino (2005) que demonstram que, os tijolos de adobe poderiam ter apresentado melhor resistência caso possuíssem fibras, inseridas durante o preparo dos tijolos e que poderiam também ser inseridas na argamassa de assentamento.

Figura 6 Detalhes das tentativas de reparos nas paredes com aplicação de cimento. Fotos: Marielly Mascarenhas (2016)

Em outro aspecto do uso da terra como material construtivo, Fazio et al. (2015) apontam que se deve evitar o uso de solo com matéria orgânica na execução das alvenarias a fim de evitar problemas futuros. Caso o solo de onde foi retirada a terra para confecção dos adobes, por exemplo, tenha uma maior concentração de matéria orgânica, esta apresenta-se como potencial contribuição para o aparecimento de fungos que podem causar uma biodeteriorização que gera a degradação das propriedades estéticas e funcionais desse material por meio da acidificação, promovendo, por consequência, a deteriorização das estruturas.

Segundo Kerstin, Pardo e Rodriguez-Navarro (2015), é possivel, ainda, minimizar a capacidade de contração e expansão das alvenarias em terra, por meio da ativação alcalina das estruturas, promovendo sua estabilização.

Guerrero, Correia e Guillaud (2012) apontam que os reparos em edificações em terra devem ser feitos com barro semelhante ao utilizado na obra, podendo ser, inclusive, reaproveitado de algumas áreas da edificação, e citam que é possível ainda inserir materiais aglomerantes nessa mistura de barro a fim de obter uma melhor plasticidade e aderência nos reparos. Os autores apontam também que aplicação de cal nas paredes de terra as protegem das chuvas, sem provocar sua total impermeabilização, permitindo que as estruturas “respirem”.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da edificação histórica permite vislumbrar que a terra, apesar de ser um material local, fácil de ser encontrado e trabalhado, requer um conhecimento mais aprofundado sobre suas técnicas construtivas, seja para a manutenção das edificações mais antigas, quanto para sua utilização em obras contemporâneas.

O saber fazer das técnicas tradicionais em terra demonstra que as edificações executadas com este material podem sobreviver com dignidade por muito tempo, e que algumas destas técnicas podem ser incrementadas e aliadas às tecnologias atuais a fim de prevenir e corrigir pontos críticos inerentes ao uso do material. Para tal, são pontos básicos: proteção em relação à umidade (advinda por capilaridade ou pelas chuvas), seja por meio da inserção de beirais mais largos ou de produtos de impermeabilização das fundações; prevenção em relação ao aparecimento de microorganismos por meio da adequada escolha do solo a ser utilizado, evitando a presença de material orgânico; incremento do material a fim de conferir maior resistência ao produto final, por meio da inserção de fibras, por exemplo; conhecimento das técnicas construtivas em terra e utilização de mão de obra qualificada.

O estudo permitiu ainda compreender que, na árdua tarefa de manutenção do patrimônio arquitetônico em terra, observa-se que a falta de mão de obra qualificada, a desconfiança generalizada dos moradores do centro histórico em relação ao IPHAN, e as deficiências no contato, assessoramento e avaliações do instituto federal em relação às edificações

protegidas, parecem ser tão prejudiciais à proteção do patrimônio em terra, quanto à umidade e o tempo.

Apesar de todas as dificuldades, o patrimônio em terra merece valorização e respeito, considerando que traz em si a representção da história e cultura local, remetendo à identidade de um povo. Além disto, é fonte para pesquisas relacionadas à utilização de materiais construtivos de baixo impacto no meio ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alves, Vicente Eudes L. (2003), As bases históricas da formação territorial piauiense. *Geosul*, Florianópolis, v. 18, n. 36, p 55-76, jul./dez.

Araújo, Sérgio Murilo S. de (2011). A região semiárida do nordeste do Brasil: Questões ambientais e possibilidades de uso sustentável dos recursos. *Rios Eletrônica- Revista Científica da FASETE*, ano 5, n. 5. p. 89-98. Disponível em: http://www.fasete.edu.br/revistarios/media/revistas/2011/a_regiao_semiarida_do_nordeste_do_brasil.pdf

Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE (2010). Censo demográfico. Disponível em:<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/tabelas_pdf/total_populacao_piaui.pdf> Acesso em 07/09/2015

Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE (2016). Catálogo: Piracuruca. Disponível em:< http://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=31178> Acesso em 10/05/2016

Britto, Maria do Carmo Fortes de. (2003). Remexendo o baú. Piripiri: Gráfica e Editora Ideal.

CEPRO - Fundação Centro de Pesquisas Econômicas e Sociais do Piauí (2013). Diagnóstico dos municípios. Disponível em:< http://www.cepro.pi.gov.br/diagsoceco.php. >Acesso em 16/05/2016.

Faria, Obede Borges; Silva, Fernando Machado Gonçalves da.; Ino, Akemi (2005). Sistema construtivo com paredes estruturais de adobe, em habitação de interesse social rural: um estudo de caso no assentamento rural “Fazenda Pirituba” (Itapeva-SP). Seminário Mato-Grossense de Habitação de Interesse Social, 2005, Cuiabá. Anais... Cuiabá: CEFETMT, EdUFMT, p. 669-677.

Fazio, Alejandra T.; CavicchioII, Andrea; Penna, Daysi S. A.; Chambergo, Felipe S.; De Faria, Dalva L. A. (2015).Towards a better comprehension of biodeterioration in earthen architecture: Study of fungi colonisation on historic wall surfaces in Brazil. *Journal of Cultural Heritage*, v.16, p. 934–938.

Froner, Yacy-Ara (2013). Patrimônio arquitetônico: conceitos contemporâneos nas cartas do Icomos. *Oculum ensaios*, 10(2), p. 243-255, Julho-Dezembro. Campinas: PUCCAMP, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo

Guerrero, L.; Correia, M.; Guillaud, H. (2012). Conservación del patrimonio arqueológico construido con tierra en iberoamérica. *Apuntes* 25 (2): 210 - 225. Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.

IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. Inventário e Estudo de Proteção de Conjuntos Urbanos do Piauí (1997). Inventário do Acervo Cultural do Piauí – IPAC-PI. PIRACURUCA, vol. IV. Belo Horizonte: OP, Arquitetura Ltda/ FUNDEC/MinC-IPHAN, jun.-set./97.

IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional/DEPAM/ 19ªSR-PI. (2008) Cidades do Piauí testemunhas da ocupação do interior do Brasil durante o século XVIII: Conjunto histórico e paisagístico de Piracuruca. Dossiê de tombamento.

Kerstin, Elert; Pardo, Eduardo Sebastián; Rodriguez-Navarro, Carlos (2015). Alkaline activation as an alternative method for the consolidation of earthen architecture. *Journal of cultural heritage*, v. 16, p.461 -469.

Lemos, C. A. C. (1993). Transformações do espaço habitacional ocorridas na arquitetura brasileira do século XIX. Anais do Museu Paulista da Universidade de São Paulo.

Lopes, W. G. R.; Matos, Karenina C.; Carvalho, T. M. P. (2012) A importância da taipa de mão na história e na cultura do Brasil. Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil-Terra Brasil, 4, 2012, Fortaleza. Anais... Fortaleza: UFC, 2012. v. 1. p. 1-13.

Pisani, Maria Augusta Justi (2004). Taipas: a arquitetura de terra. *Sinergia,* v. 5, n. 1. São Paulo: Instituto Federal de Educação Tecnológica

Soares, Raquel Nascimento; Silva, Adeildo Cabral; Pinheiro, Jose Cesar (2008). Tijolos de terra crua estabilizados com fibras de coco verde: alternativa para habitação de interesse social. 46º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural (SOBER), Rio Branco, Acre, Brasil. Anais...Rio Branco: SOBER

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao proprietário da Edificação Sr. Mariel Cerqueira pela permissão ao estudo da edificação e pela atenção e educação com que sempre fomos recebidas, bem como agradecem ao IPHAN, pelas informações e documentos prestados, assim como agradecem demais moradores do centro histórico que permitiram vislumbrar os problemas que os afetam em relação a manutenção do patrimônio edificado em terra.

AUTORES

Marielly Ibiapina Mascarenhas, mestranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente na Rede PRODEMA/UFPI; arquiteta; coordenadora de projetos especiais da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano e Habitação (SEMDUH). Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/6283129309899856

Wilza Gomes Reis Lopes, doutora em Engenharia Agrícola, mestre em arquitetura e especialista em urbanismo; arquiteta; professora do Depto. de Construção Civil e Arquitetura da Universidade Federal do Piauí (UFPI); coordenadora do Laboratório Urbano da Paisagem(LUPA); orientadora e professora do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente(PRODEMA/UFPI); membro da Rede Iberoamericana Proterra e da Rede TerraBrasil. Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/2455108901174407

Regina Ângela Mattaraia Delmonaco, doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente na Rede PRODEMA/UFPI; mestre em Arquitetura; Coordenadora e Professora Assistente do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Piauí (UFPI). Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/6262166975444338

Karenina Cardoso Matos, doutoranda em Arquitetura e Urbanismo; mestre em Arquitetura e Urbanismo; arquiteta; professora adjunta do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Piauí (UFPI); coordenadora do Laboratório Urbano da Paisagem-LUPA/CT/UFPI. Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/4441031042813571

Reflexões científicas sobre a produção arquitetônica contemporânea com terra; inventário da produção nacional; soluções para desafios atuais (produtividade, detalhamentos construtivos, levantamento de técnicas construtivas, custos, interface entre materiais, adequação da terra ao contexto ambiental atual).

Tema T3

Arquitetura contemporânea

TerraBrasil 2016
VI Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Bauru-SP (Brasil), 8 a 12 de novembro de 2016
http://faacppgarq.wix.com/terrabrasil2016
PPGARQ/FAAC-UNESP

SENTIR A TERRA: PERCEPÇÕES E SIGNIFICADOS

Gabriela Gazola Brandão

Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo,
UFF – Universidade Federal Fluminense – campus Praia Vermelha, Niterói; RJ, Brasil, gabibrandao@ymail.com

Palavras-chave: Arquitetura de terra, fenomenologia

Resumo

O crescente movimento de valorização da construção com terra aponta para a preocupação ambiental – que, no âmbito da construção civil, traduz-se pela busca por minimizar impactos. Acompanhando tal movimento, reemergem à consciência humana a autonomia oferecida pela natureza e a satisfação em trabalhar um material que remete à relação originária ser humano–natureza, sobre a qual é relevante refletir para compreender as nuances sensíveis que permeiam o ato de construir com terra. O objetivo principal deste trabalho é desvelar caminhos de reflexão sobre a íntima relação do ser humano com a terra, sob o viés existencial, formulados a partir de reflexões acerca dos atos de trabalhar a terra como matéria-prima para construir habitações. O procedimento empregado para realizar a reflexão proposta por este trabalho foi uma revisão bibliográfica das temáticas pertinentes ao assunto, recorrendo como principais aportes teórico-conceituais aos pensamentos de alguns autores cujas reflexões estão pautadas na abordagem fenomenológica. Os resultados compreendem as próprias discussões e os apontamentos de vertentes de reflexão, que visam contribuir com o campo do conhecimento da construção com terra a partir de reflexões acerca do fazer em si, da dimensão sensível nele contida, da relação de intimidade e cumplicidade com a terra que esse fazer abarca. Este artigo não se pretende conclusivo, e sim configurar-se um esforço no sentido de contribuir para suscitar inquietações que incitem seus leitores a novas pesquisas.

1 INTRODUÇÃO

O crescente movimento de valorização da construção com terra aponta para a preocupação ambiental – que, no âmbito da construção civil, traduz-se pela busca por minimizar impactos. Acompanhando tal movimento, re-emergem à consciência humana a autonomia oferecida pela natureza e a satisfação em trabalhar um material que remete à relação originária ser humano–natureza (o hífen destaca a inquebrantável unidade), sobre a qual é relevante refletir para compreender as nuances sensíveis que permeiam o ato de construir com terra. Tais nuances sensíveis coexistem com a técnica, porém são muitas vezes por ela ocultadas. Experienciá-las é algo que pertence ao âmbito sensitivo e perceptivo, e nem por isso superficial – pelo contrário, mais profundo e visceral do que aquele fundado na cognição, no encadeamento intelectual de experiências e sua transposição para a forma de pensamentos. Trata-se de uma experiência do sentir que se dá imbuída de memórias originárias, significações fundantes do ser humano e percepções existenciais.

É necessário silenciar o discurso instrumentalizador e reducionista da ciência moderna para conectar-se com a terra enquanto geradora e mantenedora, enquanto casa, enquanto corpo, enquanto situação humana. Um resgate da intimidade. Isso passa pelo entendimento do tempo da terra, que, segundo Noguera (2010, p.9), é o tempo que faz, e não o tempo que passa: o tempo do agricultor, do pescador, do marinheiro, um tempo que muda permanentemente, é uma língua da terra que não compreende a língua do mercantilismo e do capitalismo.

O objetivo principal deste trabalho é desvelar caminhos de reflexão sobre a íntima relação do ser humano com a terra, sob o viés existencial, formulados a partir de reflexões acerca

dos atos de trabalhar a terra como matéria-prima para construir habitações. O procedimento empregado para realizar a reflexão proposta por este trabalho foi a revisão bibliográfica de temáticas pertinentes ao assunto, recorrendo como principais aportes teórico-conceituais aos pensamentos de alguns autores cujas reflexões estão pautadas na abordagem fenomenológica.

O universo de análise deste trabalho refere-se ao processo tradicional de construção com terra, em que todas as etapas são executadas com contato direto do sujeito com a terra, em um processo descrito por muitos autores como artesanal, e relatado por alguns viajantes do século XIX e XX, e estudado por antropólogos nas décadas de 1950 e 1960. Este processo construtivo tradicional remete a arquétipos da autoconstrução coletiva em comunidades tradicionais, e vem sendo resgatado, praticado e difundido especialmente por sujeitos e grupos relacionados à permacultura. Atualmente, todas as etapas da construção de terra podem ser mecanizadas, conferindo agilidade na execução, maior padronização dos elementos e redução de custos com mão de obra.

> Em processos altamente mecanizados todas as etapas passam a ser feitas com recurso a instrumentos mecânicos – extração, seleção, homogeneização, transporte e compactação – diminuindo os custos associados à mão de obra. Hoje em dia, a terra pode já ser comprada pronta a utilizar; a seleção e homogeneização podem ser feitas através de maquinaria própria; o transporte deixa de ser manual assim como a compactação; é possível pré-fabricar as paredes e transportá-las posteriormente (Ponte, 2012, p.75-77).

Mas não é do processo mecanizado que tratará este artigo.

Esta análise não parte de um ou mais casos específicos, mas visa construir uma reflexão centrada na relação entre o ser humano e a terra a partir do trabalho com a terra a fim de construir edificações, abordando a experiência dos sentidos a evocar memórias primitivas e simbólicas nas principais etapas desta ação. Construir com terra, assim como todo processo construtivo, pressupõe etapas. No entanto, as etapas de uma construção tradicional com terra são bastante peculiares se comparadas com outras técnicas construtivas, pois pressupõem contato direto e íntimo com a terra *in natura*. Contato este capaz de provocar reflexões acerca da relação entre ser humano e terra, que pode ser abordada sob diversos vieses. O presente artigo aborda esta relação a partir do viés mais primitivo: a relação originária, cuja memória pode ser evocada no ser humano por meio do sentir. As principais etapas do processo de construção tradicional com terra serão apresentadas acompanhadas de reflexões nesse sentido, atreladas ao sentir, às percepções e aos significados, desenvolvidas a partir de uma abordagem fenomenológica.

Os autores, que ancoram a reflexão central deste artigo em Bachelard (1978; 2001), Merleau-Ponty (1999) e Dardel (2011), não tratam diretamente sobre arquitetura e construção com terra, suas obras desenvolvem-se nas temáticas da fenomenologia, percepção e relações entre ser humano e natureza. A proposta deste artigo ao apoiar-se nos trabalhos destes autores é colocar em diálogo as reflexões por eles desenvolvidas e aplicá-las à experiência do mundo-vivido ao se trabalhar a terra para fazer arquitetura.

Com frequência caracterizada como fetiche de mercadoria ecológica ou solução precária diante da falta de opção, a arquitetura de terra tem forte carga simbólica, o que por si não é suficiente para seu desenvolvimento e difusão como sistema construtivo – panorama atualmente em modificação para uma situação de maior difusão. A presente reflexão visa contribuir com esse quadro no sentido de pontuar e lançar luz sobre a relação natural da terra com o ser humano e sua necessidade de edificar casas e abrigos. De resultado positivo e duradouro, a arquitetura de terra é um sistema construtivo tradicional, implicando que alternativos são os demais sistemas surgidos posteriormente. Este artigo busca recordar quão antiga e profunda é a intimidade entre humanos e a terra, esta, abundantemente disponível e em generosa disposição para ser trabalhada. A proposta é tocar um lugar onde reside o desejo de reconhecer e confiar na terra. Não como fetiche ou

solução precária, mas como caminho natural e possível de ser aperfeiçoado nessa cumplicidade homem-terra.

Por se tratar de um trabalho de abertura, este artigo apresenta como resultados apontamentos de vertentes para discussões, que visam contribuir com o campo do conhecimento da construção com terra a partir de reflexões acerca desse fazer em si, da dimensão sensível nele contida, da relação de intimidade e cumplicidade com a terra que esse fazer abarca. Este trabalho não se pretende conclusivo, mas sim configurar-se em um esforço no sentido de suscitar inquietações que incitem seus leitores a novas pesquisas.

2 CONSTRUÇÃO COM TERRA: AS ETAPAS E O SENTIR

Construir com terra, assim como todo processo construtivo, pressupõe etapas, que, no caso da construção tradicional com terra, implicam em contato direto com a terra *in natura*. Desde a escolha do material, os testes a serem realizados a fim de verificar suas propriedades, a preparação da terra até a construção, há contato direto do corpo com a terra. Ao descrever a etapa de preparação da terra, Lengen (2004, p.303) destaca que é preciso “pisar com os pés descalços para misturar muito bem”. Todo o corpo é empenhado, as mãos são ferramentas utilizadas nas etapas de construção (Faria, 2011).

Sobre o processo construtivo tradicional com terra, Faria (2011, p.48) afirma que nas sociedades africanas tradicionais “[...] a terra é trazida pelo homem das áreas de captação adjacentes, a água é carregada pelas mulheres para a mistura da terra até a consistência adequada, e o barro amassado é então moldado em bolas esféricas, cônicas e cilíndricas e entregue ao proprietário – o construtor mestre – que os define no local. Desta forma, o proprietário é o construtor mestre de sua casa, mas as habilidades de construção estão nas mãos de todos os integrantes da comunidade”. De acordo com a autora, há relatos de viajantes sobre buracos no solo, produtos da escavação para emprego nas técnicas de construção em terra: “Esta prática tradicional se refere à primeira etapa de execução, em que o material era retirado de vários pontos do terreno. A identificação da terra apropriada para a construção era determinada, antigamente, através do tato e da observação visual, avaliando-se a cor, textura e odor do solo. Os antigos construtores já sabiam que o conhecimento do material (solos) era fundamental, já que nem todos os solos são adequados à construção e a sua escolha impactava diretamente sobre a durabilidade destas estruturas” (Faria, 2011, p.134).

Para construir com terra, o primeiro passo é encontrar a terra a ser utilizada. Ela deve apresentar determinadas características e ser desprovida de outras, a fim de se obter uma massa de boa qualidade no que diz respeito ao desempenho necessário para emprego em edificações. Olhar, pegar, apertar, cheirar a terra – o envolvimento sinestésico é ferramenta eficiente na escolha da terra. Conhecê-la em suas propriedades é importante para que o resultado final da edificação seja satisfatório. Uma boa construção com terra começa, portanto, com um bom sentir da terra. Em seguida, a terra é separada e peneirada, a granulometria pode ser sentida e, pelo toque, avaliada quanto à sua adequação para compor a massa. A mistura da terra com a água e outros elementos possíveis de serem acrescentados a depender da necessidade e das propriedades desejadas (por exemplo, estabilizantes e fibras naturais), é realizada com intensa participação do corpo humano. Com os pés descalços, pisa-se a massa de modo vigoroso e ritmado, para em seguida revolvê-la e tornar a pisá-la. O corpo que pisa e amassa o barro sente em si a terra preparando-se para dar forma a um abrigo: o tato, a força, o suor, o olfato, a audição, a visão. Sabe-se que a terra está pronta também pelos sentidos.

Sentir é possível devido à experiência do corpo em relação a algo. Experiência esta que viabilizará à consciência e ao pensamento estabelecerem-se; significa dizer que ela é anterior, isto é, há uma sequência inegável para o ser humano: primeiro, se é corpo

sensível, e, em seguida pensa-se. Como observou Merleau-Ponty (2012 apud De Paula, 2015, p.63), só se pensa com/via/graças ao sensível. Explica o filósofo:

> Em suma, meu corpo não é apenas um objeto entre todos os outros objetos, um complexo de qualidades entre outros, ele é um objeto sensível a todos os outros, que ressoa para todos os sons, vibra para todas as cores, e que fornece às palavras a sua significação primordial através da maneira pela qual ele as acolhe (Merleau-Ponty, 1999, p.317).

O corpo é via de experiência, a partir da qual se conhece o mundo. O encadeamento racional de experiências e sua transposição para a forma de pensamentos ocorrem em seguida. Determinada experiência sensível com o corpo é percebida por um sujeito e interpretada à luz de outras experiências suas, e feita memória, com uma imagem associada. "Todo saber", afirma Merleau-Ponty (1999, p.280), "se instala nos horizontes abertos pela percepção". Portanto, a sabedoria em relação à terra, o conhecimento da terra funda-se em uma percepção, que nasce de um sentir. Tem-se sensações táteis, visuais, olfativas, gustativas, auditivas imediatas ao contato com a terra, experiências que se convertem em conhecimentos do sujeito sobre o ponto ótimo da mistura da terra para se confeccionar o adobe, por exemplo. Há, porém, na memória deste conhecimento da terra, um elemento de intimidade anterior a ele, que não diz respeito à técnica construtiva nem à terra enquanto simples matéria-prima para edificação. Trata-se da memória de abrigo, origem e acolhimento em relação à terra, memória primitiva impressa nos sentidos e por eles capaz de ser evocada – parte do corpo.

Então, questiona Jung (2002, p.114 apud Freitas, 2006, p.40), "Onde foi parar a relação característica da imagem materna para com a terra, com o escuro e abissal do homem corpóreo, para com seus instintos animais e sua natureza passional e para com a 'matéria' de modo geral?" De acordo com Freitas (2006, p.40), Jung sintetizou nesta indagação pilares caros à filosofia bachelardiana: "[...] o escuro e abissal do homem corpóreo, seu instinto animal, sua natureza passional, tudo isso, temperando e atualizando a ancestralidade da prima-matéria, da matéria alquímica". São "Imagens que chegam primeiro como sensações táteis ou como manifestações visuais de uma intimidade substancial, antes de se decantar em ideias ou em noções" (Dardel, 2011, p.15). Os sentidos são capazes de despertar memórias e imagens primitivas e originárias. "A cor, o modelado, os odores do solo, o arranjo vegetal se misturam com as lembranças, com todos os estados afetivos, com as ideias, mesmo com aquelas que acreditamos serem as mais independentes" (Dardel, 2011, p.34). A depender do sujeito que experimenta, o toque em uma delicada toalha de renda é capaz de transportá-lo para a casa da avó rendeira, o som de um sino é capaz de resgatar o conforto das tardes ensolaradas na varanda da casa, o cheiro do café é capaz de reconstituir o acolhimento da cozinha da casa, o toque em uma terra molhada é capaz de reavivar certa conexão que não se explica, mas se intui algo que não é trazido à tona pela cognição, mas pelo sentir. Os exemplos citados ilustram como o sentir é capaz de despertar memórias nos sujeitos, sejam elas universais ou claramente atreladas a um tempo e a um lugar, como a casa da avó rendeira. Nestes exemplos, a memória imagética despertada não é a mesma. As semelhanças entre os exemplos apresentados residem no caráter afetivo de conforto emocional e acolhimento dessas memórias, e no processo pelo qual são despertadas: os sentidos. "A percepção sinestésica", explica Dardel (2011, p.39), "nos franqueia o acesso a uma certa intimidade com a matéria geográfica", revelando a natureza das coisas sem a mediação da consciência. Discorrendo acerca do "espaço telúrico", Dardel (2011, p.15) observa que

> Sendo matéria, ele implica numa profundidade, numa espessura, numa *solidez* ou numa plasticidade que não são dadas pela percepção interpretada pelo intelecto, mas encontradas numa experiência primitiva: resposta da realidade geográfica a uma imaginação criativa que, por instinto, procura algo como uma substância terrestre ou que, se contradizendo, a 'irrealiza' em símbolos, em movimentos, em

> prolongamentos, em profundidades. [...] A gleba que é movimentada pelo arado, os entalhes profundos do Tarn ou do Tejo, as escarpas do Alpes ou do Himalaia, as pedreiras ou as entradas das minas abertas pelo homem para extrair a pedra ou o metal, não agem apenas sobre nossos receptores oculares. Há uma experiência concreta e imediata onde experimentamos a intimidade material da 'crosta terrestre', um enraizamento, uma espécie de *fundação* da realidade geográfica.

A obra *O Homem e a Terra: Natureza da realidade geográfica*, do geógrafo Eric Dardel (2011), desenvolve-se sobre a relação visceral e afetiva do ser humano com a natureza, investigando-a de modo profundo e reforçando a impossibilidade de ambos serem pensados separadamente. O autor recupera o significado geográfico inscrito no imaginário: "O homem sente e sabe estar ligado à Terra, como ser chamado a se realizar em sua condição terrestre" (Oliveira, 2011). Para Dardel, o espaço geográfico não é o espaço do mapa nem o espaço abstrato da geometria, mas sim o mundo existencial. "Entre o Homem e a Terra permanece e continua uma espécie de cumplicidade no ser" (Dardel, 2011, p.6). Ao discorrer acerca da Terra, Dardel (2011) refere-se à natureza como um todo e não ao elemento terra exclusivamente, porém, como este está contido na noção de Terra empregada, as reflexões apresentadas também o abarcam. Diante dessa relação existencial inseparável, Dardel (2011) cunha o termo *geograficidade*, que define uma relação – a relação existencial entre ser humano e Terra -, expressando que a Terra é o meio de realização da existência humana. A geograficidade se refere a uma cumplicidade obrigatória entre o homem e a Terra, na qual se realiza a existência humana, e também a um espaço, uma base material da qual não podemos nos destacar (Holzer, 2011). "Do plano da geografia", explica Dardel (2011, p14), "a noção de situação extravasa para os domínios mais variados da experiência do mundo. A 'situação' de um homem supõe um 'espaço' onde ele 'se move'; um conjunto de relações e de trocas; direções e distâncias que fixam de algum modo o *lugar* de sua existência". Desse modo, é um equívoco considerar que "nas relações indicadas por *habitar, construir, cultivar, circular*, a Terra é experimentada como *base*", pois ela é "não somente ponto de apoio espacial e suporte material, mas condição de toda 'posição' da existência, de toda ação de assentar e de se estabelecer" (Dardel, 2011, p.40).

A existência situada geograficamente implica o corpo situado. A respeito do "[...] contato com o corpo e com o mundo, é também a nós mesmos que iremos reencontrar, já que, se percebemos com nosso corpo, o corpo é um eu natural e como que o sujeito da percepção" (Merleau-Ponty, 1999, p.277-278).

Embora seja necessário que o aprofundamento fique a cargo de um próximo trabalho, é interessante mencionar neste ponto do artigo a condição Corpo-Terra (*Cuerpo-Tierra*), termo cunhado pela filósofa colombiana Ana Patrícia Noguera (2012) e discutido por De Paula (2015). Noguera apresenta o termo para expressar a coopertença entre seres humanos e Terra – aqui, com inicial maiúscula, referindo-se à natureza com todos seus elementos. De Paula (2015) emprega o termo para ressaltar a impossibilidade de compreender separadamente Corpo e Terra, a partir das reflexões de Merleau-Ponty.

> Para compreender a condição Corpo-Terra, é preciso atentar que não existe corpo que não seja sensível e que nós só sabemos isso que chamamos de corpo, que chamamos de indivíduo, porque ele é sensível à Terra. Se não existisse corpo sensível, nós nunca discerniríamos, por exemplo, a diferença entre uma cadeira e uma maçã e a diferença entre ambas e nós mesmos (ser corpo é ser sensível à; sempre). Atavicamente, nós sabemos que somos um corpo porque o corpo realiza a sensibilidade nessa realização, por exemplo, quando ponho a mão na maçã, o que tenho não é apenas o conhecimento tátil da maçã, o que tenho, também, é o saber de que sou a mão que toca a maçã. Logo, a todo instante o corpo nos atualiza de nossa própria existência porque nos atualiza sobre a Terra, porque

> sentimos a Terra. Nessa medida, nós não só sentimos a Terra, nós somos a Terra (De Paula, 2015, p.62).

A cumplicidade entre o corpo e a Terra, explica Merleau-Ponty (1999), se inicia no nascimento, quando ainda não havia consciência de si ou pensamento. Desse modo, "não existe corpo que não seja também (sempre, a todo momento) Terra; e, dessa forma, não existe qualquer pensamento, qualquer abstração, qualquer imaginação, qualquer ideação, qualquer ação humana que não seja atravessada pelo contrato inalienável entre Corpo e Terra, pelo sensível" (De Paula, 2015, p.63). Além da coopertença expressa por Noguera ao cunhar o termo Corpo-Terra, a autora enfatiza a unidade no que diz respeito à constituição da matéria, afirmando que "[...] todo está hecho de lo mismo: polvo de las estrellas que también somos, decía Carl Sagan; tierra de la tierra que somos, cuerpo-tierra [...][1]" (Noguera, 2010, p.2).

Apesar de o termo em questão não se referir exclusivamente ao elemento terra, este está contido na noção de Terra empregada. Assim, é possível entender que a condição Corpo-Terra vai além, mas também compreende o ponto que se pretende tocar aqui: a terra elemento em relação ao ser humano – vislumbrando, então, que nesse íntimo, o corpo sabe-se enquanto existência a partir do contato com a terra. Nesse sentido, no ato de preparar a terra para construir reside, além da própria percepção do sujeito de sua existência a partir do contato do corpo com a terra, a já mencionada memória primitiva de abrigo, origem e acolhimento em relação à terra, impressa nos sentidos humanos desde a ancestralidade – seja por vias culturais, históricas, genéticas ou metafísicas.

Diversas culturas reforçam o caráter gerador da terra, comunicado de modos distintos, porém mantendo sua essência. Tanto pensando-se na terra – com inicial minúscula, referindo-se ao barro, ao solo – como também na Terra – com inicial maiúscula, referindo-se ao nome do planeta. Assim acontece, pois da Terra nascem e vivem todos os seres, terráqueos, terrenos: das águas, das terras, dos ares, das rochas. E da terra nascem, dentre outros, os seres chamados "humanos", palavra cuja etimologia tem sua raiz na palavra latina *humus*, que quer dizer terra. O sufixo –ano (de "humano"), indica procedência, pertencimento. A denominação remete-se a histórias sobre a origem do ser humano que são fundantes da cultura ocidental, como, por exemplo, a mitologia grega e a cultura romana antiga. Muitos mitos de criação da espécie relatam o ser humano como fruto de um modelar divino com o barro, como na mitologia grega, com Prometeu, nos antigos relatos mesopotâmicos, nos livros sagrados das religiões judaico-cristãs e islâmicas, como o Gênesis, da Bíblia cristã, que narra a criação de Adão por Deus a partir do barro[2]. Os indícios da origem humana a partir da terra não estão presentes apenas nas crenças históricas e religiosas, mas também na ciência, como é o caso de pesquisas do Instituto

[1] Em livre tradução: "[...] tudo é feito do mesmo, pó das estrelas que também somos, dizia Carl Sagan; terra da terra que somos, corpo-terra [...]" (Noguera, 2010, p.2).

[2] "O poeta Hesíodo (~ 750-650 a.C.) conta que após Prometeu roubar o fogo celeste e entregar aos mortais, Zeus, irado, dá aos homens uma mulher (Pandora), e com ela, o fim da criação dos homens pelos deuses, agora pela procriação sexual (Hesíodo, 1996, p. 27, v.59 - 63): Disse assim e gargalhou o pai dos homens e dos deuses; ordenou então ao ínclito Hefesto muito velozmente terra à água misturar e aí pôr humana voz e força, e assemelhar de rosto às deusas imortais esta bela e deleitável forma de virgem. Bulfinch (2006, p. 23), um dos autores mais respeitados em assuntos mitológicos, cita, numa versão diferente. Após um deus separar o ar das águas e da terra, e depois de criar todos os animais, necessitou de 'um animal mais nobre, e foi feito o Homem. Prometeu tomou um pouco dessa terra e, misturando-a com água, fez o homem à semelhança dos deuses'. [...] No primeiro livro da Bíblia Sagrada, a Gênese, Deus criou o homem no sexto dia e o mandou povoar toda a terra: 'Então, formou o Senhor Deus ao homem do pó da terra, e soprou em suas narinas o fôlego da vida, e o homem passou a ser alma vivente.' (Bíblia, Gênese 2:7, 1993, p. 3). Segundo o livro sagrado islâmico, o Alcorão, o homem (Adão) foi criado a partir de uma porção de barro contendo todas as suas variedades na Terra. Anjos foram mandados por Deus a todos os locais para coletar os punhados de terra, e assim os descendentes de Adão teriam aparências, atributos e qualidades diferentes. 'Recorda-te de quando o teu Senhor disse aos anjos: 'De barro criarei um homem. Quando o tiver plasmado e alentado com o Meu Espírito, prostrai-vos ante ele.' (Alcorão, 2010, 38:71-72)" (Maia, 2014, p.2-3).

Médico Howard Hughes e do Hospital Geral de Massachusetts, em Boston, cujo desenvolvimento aponta para o surgimento da vida a partir da argila[3] (Maia, 2014).

O caráter gerador da terra remete à imagem materna, associada ao acolhimento, proteção e nutrição, funções também atribuídas à casa. Assim como a terra, a casa acolhe, protege e nutre quem nela habita. Assim como a casa, a terra desperta memórias fundantes e mantenedoras do ser – aqui entendido como ser-no-mundo[4], um ser espacializado, que existe em interação, o que abarca também suas questões existenciais, incluindo identidade e valores. A terra (o elemento) não é uma espacialidade definida, assim como o é a casa. Mas, ao evocar determinadas sensações, a terra direciona o sujeito a lembranças imemoriais de intimidade e conforto, que, aliadas à imaginação, permitem tocar um espaço poético muito próximo daquele construído pela imagem da casa. São imagens que tornam manifesto o primitivo que há em nós, ou, como nomeou Gaston Bachelard, as "imagens primordiais" (Pallasmaa, 2006, p.61). "Todo espaço verdadeiramente habitado", afirma Bachelard (1978, p.200), "traz a essência da noção de casa". A casa acolhe e abriga não apenas a matéria, mas os sonhos e os devaneios.

Em sua obra *A terra e os devaneios do repouso* (1947), Bachelard traz à luz o "princípio feminino, intimista e obscuro do elemento terra", desvelando sua relação com a preposição "dentro" e com imagens maternais arquetípicas atribuídas à terra (Freitas, 2006, p.57). "É ao sonhar com essa intimidade que se sonha com o repouso do ser, com um repouso enraizado, um repouso que tem intensidade e que não é apenas essa imobilidade inteiramente externa reinante entre as coisas inertes" (Bachelard, 1990a, p.4 apud Freitas, 2006, p.58).

Que significa, então, tomar nas mãos a terra selecionada pela experiência sensorial e misturada com o próprio corpo, para com ela moldar uma casa? Que potência contém esse processo, dadas as imagens primordiais e memórias originárias? A resposta a estas indagações é uma força a ser sentida, já que parte da potência ali contida se esvai ao empenhar-se um esforço descritivo ou um encadeamento lógico de pensamentos a esse respeito. Tomar nas mãos a terra selecionada e tornada massa para confeccionar o adobe, vedar o pau a pique ou socar a taipa para erguer uma parede que será parte de uma casa, é como tornar manifesta em um formato convencionado para ser entendido como "casa" esta qualidade que já estava impregnada desde há muito naquele elemento. Isto é, reforçar, potencializando por meio da materialidade e da forma uma qualidade inerente à terra: a qualidade de casa – continente que suporta e nutre o corpo e os sonhos.

A intenção e a ação do sujeito que trabalha a terra para construir uma casa, remetem ao "sonhador que modela" trabalhando a maciez e a resistência das massas, apresentado por Bachelard (2001). Em diálogo com o mesmo autor, Souza (2009, p.52-53) reflete acerca do ato de modelar em cerâmica:

> Modelar, observo, é uma ação que envolve todo o sujeito: mãos, braços, todo o corpo e os sentidos, olhos, ouvidos atentos, todos voltados para a massa, para percebê-la e dialogar com sua maciez que cede e com sua solidez que resiste. Para o processo de confecção de obras [de arte] por procedimento cerâmico, preciso dosar a força em cada ação: cortar, bater,

[3] "Segundo o estudo, a montmorilonita (um dos tipos de argila, formado basicamente por camadas de sílica, SiO_2, e hidróxido de alumínio $Al_2(OH)_3$), participa da formação de depósitos gordurosos e ajuda as células a compor o material genético chamado RNA (ácido ribonucleico), indispensável para a origem da vida. A argila pode ser o catalisador das reações químicas para a criação do RNA a partir dos nucleotídeos (Hanczyc et al, 2003)" (Maia, 2014, p.2).

[4] Muito cara à fenomenologia, a expressão "ser-no-mundo" refere-se à condição de interação indispensável para a existência, o ser humano apenas existe em relação ao mundo, no mundo, e os hifens enfatizam a inquebrantável unidade de seus termos.

> enformar, texturar, alisar, agregar, vazar, colorir, grafitar, fazer soar, cozinhar, para extrair do informe, úmido, frio, a graça e imaginar a poesia.

Esta reflexão de Souza, excetuando etapas específicas do processo relatado pela artista plástica, pode ser transposta para o ato de construir uma casa com terra – estão presentes de modo intenso o envolvimento do corpo e o contato dos sentidos com a terra. Pallasmaa (2011, p.25 apud Maia, 2014, p.4) recorda que "as obras de arquitetura autóctones em argila e barro, de várias partes do mundo, parecem nascer dos sentidos musculares e táteis, mais do que dos olhos". No trabalho criador com a matéria, explica Bachelard (2001), o homem se realiza como imaginação dinâmica, provocado pela resistência da matéria. “A terra, com efeito, ao contrário dos outros três elementos [ar, água e fogo], tem como primeira característica uma resistência. Os outros elementos podem ser hostis, mas não são sempre hostis. A resistência da matéria terrestre, pelo contrário, é imediata e constante” (Bachelard, 2001, p.8). Para o autor, é esta resistência do “trabalho-com-a-matéria”[5] que impulsiona o sonhador que modela para a “imaginação dinâmica”, “[...] impulso criador que mobiliza a energia para o trabalho material pela mão do homem. Cavando a terra, furando a pedra, ou, entalhando a madeira, o *homo faber* quer trabalhar a matéria, quer transformá-la” (Freitas, 2006, p.55). Conclui Bachelard (1998, p.2 apud Freitas, 2006, p.45-46) acerca da mão trabalhadora do artífice sobre a matéria: “[...] imagens da matéria, imagens diretas da matéria. A vista lhe dá nome, mas a mão as conhece. Uma alegria dinâmica as maneja, as modela, as torna mais leves”. A relação indissociável “corpo-matéria-imaginação” mediada pela emoção e pontuada por Bachelard (Freitas, 2006, p.41), evidencia que separar racionalidade e imaginação simbólica é um equívoco (Freitas, 2006).

Retomando as etapas da construção da casa com terra, após levantadas as paredes, executada a cobertura e finalizados os acabamentos, pode-se, enfim, ocupar a casa. Que sensações e significados evoca uma casa feita de terra, na qual a própria matéria-prima já é casa? Pois, conforme apresentado, a terra traz em si atributos que a aproximam da noção de casa. A casa, independente da forma e do material com o qual seja construída, possui em si potência de imaginação simbólica a ser desperta nos sujeitos. Bachelard (1978) explorou brilhantemente essa questão, já brevemente introduzida em parágrafos anteriores.

A casa, pontua Bachelard (1978, p.200), “é um verdadeiro cosmos”. “Se nos perguntassem”, continua o autor, “qual o benefício mais precioso da casa, diríamos: a casa abriga o devaneio, a casa protege o sonhador, a casa nos permite sonhar em paz”. No primeiro capítulo de sua obra *A poética do espaço*, Bachelard (1978, p.201) deixa claro que seu objetivo ali é mostrar que

> a casa é um dos maiores poderes de integração para os pensamentos, as lembranças e os sonhos do homem. Nessa integração, o princípio que faz a ligação é o devaneio. O passado, o presente e o futuro dão à casa dinamismos diferentes, dinamismos que freqüentemente intervém, às vezes se opondo, às vezes estimulando-se um ao outro. A casa, na vida do homem, afasta contingências, multiplica seus conselhos de continuidade. Sem ela, o homem seria um ser disperso. Ela mantém o homem através das tempestades do céu e das tempestades da vida. Ela é corpo e alma. É o primeiro mundo do ser humano.

São íntimos, profundos e fundantes os valores da casa discutidos por Bachelard. Estas mesmas qualidades podem ser atribuídas aos valores da terra trazidos à luz por uma memória natural ou genética, que conecta o ser humano à sua origem e à sua condição de natureza. “A terra como material de construção natural traz o homem de volta às origens: na natureza (a Mãe Terra - útero), na origem sagrada (mitologia, religiosidade) e na origem

[5] “Esta concepção de trabalho material se refere às atividades realizadas pelo contato da mão com a matéria, remetendo à provocação induzida pelo elemento terrestre: ‘Parece que as matérias terrestres, assim que as pegamos com a mão curiosa e corajosa, excitam em nós a vontade de trabalhá-las. Acreditamos portanto poder falar de uma imaginação ativista’ (Bachelard, 1990a, p.1)” (Freitas, 2006, p.55).

científica (argila como formação dos primeiros indícios de vida)" (Maia, 2014, p.5). Em uma casa de terra, também íntimas e profundas são as imagens primordiais evocadas nos sujeitos, tanto pela casa – por ser: "casa" – quanto pelo material com o qual ela foi edificada. Tem-se, portanto, o poder da casa na integração de pensamentos, lembranças e sonhos, ligados entre si pelo devaneio, associado à memória genética e intuitiva da origem vinculada à terra, soma esta que implica em forte potência simbólica, cuja força pode ser experimentada pelos sentidos, pelo corpo.

Desse modo, habitar uma casa de terra é experimentar uma identificação simbólica de dupla natureza – pela casa e pela terra –, que se realiza não no sujeito nem na casa, mas na interação entre ambos. E o senso de identidade favorece a apropriação dos espaços pelos sujeitos. Maia (2014, p.4) recorda que nas culturas tradicionais e na arquitetura vernacular as construções são orientadas pelas proporções do corpo humano, e afirma que o conforto e o aconchego proporcionados por uma habitação de terra relacionam-se com a sensação da presença de uma "[...] construção feita por mãos humanas, quase como um artesanato". Nas superfícies das construções de terra os sons reverberam de modo distinto, o tato sente a textura, o olfato sente o cheiro, evocando certa memória (Maia, 2014, p.5), constituída por experiências remotas e devaneios daquele sujeito.

A casa é mais do que apenas a construção material (paredes e teto), abarca sentido amplo e simbólico, de modo que para um sujeito que não possui esse tipo de casa (paredes e teto), provavelmente há outro elemento que, para ele, desempenha a função de abrigo do corpo e dos sonhos – a função de casa. Os nômades, por exemplo, não têm uma única casa ou o que convencionamos chamar formalmente de casa, e seu ser-no-mundo pode ser fundado em valores de casa materializados por outras formas. É como explicou Bachelard (1978, p.200) "Todo espaço verdadeiramente habitado traz a essência da noção de casa". Portanto, não se trata aqui de afirmar que os valores fundantes do sujeito se restringem à casa formal, e nem que ser construída com terra é condição para que a casa assuma a propriedade de evocar para os sujeitos tais valores. Trata-se de ressaltar que a terra também possui este caráter, configurando-se em mais um elemento a evocar tais valores, porém não o único.

Pelo fato de ir além da função de abrigo do corpo, a casa convida a habitar. E habitar quer dizer mais do que morar, fixar residência. Para o filósofo alemão Martin Heidegger (2012b, p.127) "[...] o homem *é* à medida que *habita*". Ou seja, habitar é o meio e o fim (Seamon, 2000), é a condição terrestre do ser humano, é o ser e estar sobre a terra, é o traço fundamental do ser-homem (Heidegger, 2012a). De acordo com Brandão (2016, p.26), o habitar heideggeriano é uma

> [...] noção que abarca a relação ser humano-espaço como uma totalidade, abrangendo diversos aspectos das experiências humanas no espaço e convergindo essas relações para um mesmo conceito, que é o habitar enquanto condição humana na Terra, um constante construir no sentido de cultivar, de edificar vínculos, apropriando-se do ambiente vivido. É um apropriar-se. Pois o habitar é um modo apropriado de ser-no-mundo.

A essência do habitar é a relação ser humano-espaço conforme expressão de si, conformada e construída de acordo com o vivido; é a relação primária do ser humano com o espaço (Brandão, 2016). E, como já foi dito, a apropriação dos espaços pelos sujeitos é favorecida pelo senso identidade, desperto, no caso da casa de terra, por uma dupla identificação simbólica – sem mencionar outros aspectos envolvidos na construção da identidade, como, por exemplo, a relação de suporte existencial[6] para com determinado

[6] A noção de suporte existencial foi firmada por Norberg-Schulz em sua obra *Existence, Space and Architecture*, de 1971 e desenvolvida por ele em sua obra posterior (Norberg-Schulz, 1976). Um lugar desempenha papel de suporte existencial para um sujeito quando este apropria-se dele, o torna seu, dotando-o de significado e referências.

lugar. A casa de terra é propícia ao habitar, pois, desde a matéria-prima, congrega em si um caráter que convida ao cuidado, ao cultivo, à apropriação do sujeito realizada conforme seu modo de ser-no-mundo.

Na conferência intitulada *Construir, Habitar, Pensar*, proferida por Heidegger em 1951, o autor afirma que a crise habitacional propriamente dita encontra-se primordialmente na perda da essência do habitar. Fazer arquitetura de terra é ato que propõe uma experiência de um íntimo contato estendido por certo tempo: trata-se de um cuidar, de um edificar no sentido de cultivar, relação que implica tempo decorrido, e que, segundo Heidegger, é o próprio habitar em si. Nesse sentido, a arquitetura de terra presta-se à tarefa oferecer uma experiência de edificar, de habitar no sentido heideggeriano.

> Habitar a Terra, percorrê-la, plantar ou construir é tratá-la como um poder que deve ser honrado: cada um de seus atos é uma celebração, um reconhecimento do laço sagrado que une o homem aos seres da Terra, das águas ou do ar (Dardel, 2011, p.54).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sentir é o fundamento de toda experiência. O ponto de partida para qualquer reflexão, conhecimento ou sabedoria, inclusive aqueles que levarão ao aprendizado, desenvolvimento e domínio da técnica. Construir habitações com terra é um ato que tem também suas técnicas, iniciadas há milênios. Este artigo discutiu o ato de trabalhar a terra para construir habitações a partir da apresentação de suas principais (e mais gerais) etapas sob o viés do sentir evocando memórias, imagens primárias e significações que remetem à relação de intimidade e cumplicidade entre o ser humano e a terra.

A potência simbólica contida na terra é evocada por sensações, assim como é capaz de evocá-las. Isto é, refletir sobre a terra traz ao corpo sensações físicas, desencadeadas pelas imagens primitivas, memórias e devaneios associados a ela.

A reflexão aqui desenvolvida teve como principais pontos abordados: a casa, o corpo, a condição Corpo-Terra, o elemento terra em seu caráter gerador, a Terra em seu amplo sentido de natureza como condição inseparável da existência humana, a geograficidade, condição espacializada inerente ao ser humano e vinculada, desde sempre, à Terra, a relação existencial em condição geográfica. Tais pontos perpassam, com variadas intensidades, cada etapa do processo de trabalhar tradicionalmente a terra para construir uma casa, evocados pelas experiências sensíveis do sujeito viabilizadas por aqueles atos. A ação de construir uma casa de terra é uma experiência de forte potência simbólica, cuja força pode ser experimentada pelos sentidos, e advém do poder da casa na integração de pensamentos, lembranças e sonhos, ligados entre si pelo devaneio, associado à memória genética e intuitiva da origem vinculada à terra.

A casa de terra convida a habitar. Habitar este que vai além do ato de morar ou fixar residência, trata-se do habitar de cunho existencial firmado por Heidegger. Isto é devido ao seu caráter que convida ao cuidado, ao cultivo, à apropriação do sujeito realizada conforme seu modo de ser-no-mundo.

Nesse sentido, diante da importância da técnica, da tecnologia e da preocupação em reduzir os impactos ambientais, não se pode perder de vista os aspectos mais profundos que ligam o ser humano ao ato de construir com terra, a relação originária ser humano–natureza. A intimidade e a cumplicidade desse envolvimento mantêm e reforçam nos seres humanos a confiança e o desejo de trabalhar a terra.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bachelard, G. (1978). A poética do espaço. In: Pessanha, J. A. M. (Org.) Os pensadores. São Paulo: Abril Cultural. p. 182-354.

Bachelard, G. (2001). A terra e os devaneios da vontade: ensaio sobre a imaginação das forças. São Paulo: Martins Fontes.

Brandão, G. G. (2016). Naturezas do habitar: da metrópole à pequena cidade. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal Fluminense – PPGAU/UFF. Niterói, Rio de Janeiro.

Dardel, E. (2011). O Homem e a terra: natureza da realidade geográfica. São Paulo: Perspectiva.

De Paula, F. C. (2015). Sobre geopoéticas e a condição corpo-terra. Geograficidade. Disponível em http://www.uff.br/posarq/geograficidade/revista/index.php/geograficidade/article/view/252 Acessado em 25/03/2016.

Faria, J. P. R. (2011). Influência africana na arquitetura de terra de Minas Gerais. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Programa de Pós-graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, Minas Gerais.

Freitas, A. (2006). Água, ar, terra e fogo: arquétipos das configurações da imaginção poética na metafísica de Gaston Bachelard. Eucação e Filosofia. Disponível em http://www.seer.ufu.br/index.php/EducacaoFilosofia/article/view/296/433. Acessado em 03/04/2016.

Heidegger, M. (2012a). "... poeticamente o homem habita...". In: Ensaios e conferências. Petrópolis: Vozes; Bragança Paulista: Editora Universitária São Francisco. p.165-181.

Heidegger, M. (2012b). Construir, habitar, pensar. In: Ensaios e conferências. Petrópolis: Vozes; Bragança Paulista: Editora Universitária São Francisco. p.125-141.

Holzer, W. (2011). A geografia fenomenológica de Eric Dardel. In: O Homem e a terra: natureza da realidade geográfica. São Paulo: Perspectiva. p.141-152.

Lengen, J. v. Manual do arquiteto descalço. Porto Alegre: Livraria do Arquiteto; Rio de Janeiro: TIBÁ, 2004.

Maia, L. R. (2014). O conforto da habitação de terra. Congresso de Arquitetura e Construção com Terra, 5, Viçoca. TerraBrasil 2014: Anais... Viçosa: Rede TerraBrasil; UFV, 1 CD-ROM.

Merleau-Ponty, M. (1999). Fenomenologia da percepção. São Paulo: Martins Fontes.

Noguera, A. P. E. (2010). Cuerpo-Tierra. Ethos ambiental en clave de la lengua de la Tierra. Sustentabilidades. Disponível em http://www.sustentabilidades.usach.cl/sites/sustentable/files/paginas/02-10.pdf. Acessado em 25/03/2016.

Noguera, A. P. E. (2012). Cuerpo-Tierra. El enigma, el habitar, la vida. Potencias de un ensinamiento ambiental en clave del reencantamiento del mundo. Madrid: Editorial Académica Española.

Norberg-Schulz, C. (1976). Genius Loci – Towards a phenomenology of architecture. New York: Rizzoli.

Oliveira, L. (2011). O Homem e a terra: natureza da realidade geográfica. São Paulo: Perspectiva. Orelha do livro.

Pallasmaa, J. (2006). Los ojos de la piel - la arquitectura de los sentidos. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.

Ponte, M. M. C. C. (2012). Arquitetura de terra: o desenho para a durabilidade das construções. Dissertação (Mestrado em Arquitetura). Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra. Coimbra, Portugal.

Seamon, D. (2000). Concretizing Heidegger's notion of dwelling: the contributions of Thomas Thiis-Evensen and Chrisopher Alexander. In: FÜHR, E. (Org.). Bauen und Wohnen / Building and Dwelling: Martin Heideggers Grundlegung einer phänomenologie der architektur / Martin Heidegger's foundation of a phenomenology of architecture. New York: Waxmann Münster. p.189-200.

Souza, M. C. A. (2009). Terra-terra: um movimento poético com o barro cozido. Dissertação (Mestrado em Artes Visuais). Escola de Belas Artes, Universidade Federal da Bahia – EBA/UFBA. Salvador, Bahia.

AUTORA

Gabriela Gazola Brandão, mestre em arquitetura e urbanismo pela Universidade Federal Fluminense, com pesquisa desenvolvida sobre o habitar heideggeriano a partir da abordagem fenomenológica; arquiteta urbanista pela Universidade Federal de Minas Gerais, atua no desenvolvimento de projetos arquitetônicos. Membro do Grupo de Pesquisa Geografia Humanista Cultural. Currículo completo em: http://lattes.cnpq.br/0584478766127076.

TerraBrasil 2016
VI Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Bauru-SP (Brasil), 8 a 12 de novembro de 2016
http://faacppgarq.wix.com/terrabrasil2016
PPGARQ/FAAC-UNESP

HABITAÇÃO QUILOMBOLA: DA FLORESTA AOS PROGRAMAS HABITACIONAIS

Akemi Hijioka[1], Paulo Silvio Pupo[2], Silas Cezar da Silva[3], Ellen Felizardo Batista[4]

[1] PPG IAU USP- São Carlos, Grupo Habis, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia São Paulo Campus Registro. ahijiok@ifsp.edu.br
[2] Associação Quilombo Ivaporunduva. Universidade Santo Amaro, polo Registro. pupopaulo@gmail.com
[3] Soluções de Cidadania e Sustentabilidade. silascezarsilva@gmail.com
[4] Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia São Paulo Campus Registro. ellenfp@ifsp.edu.br

Palavras-chave: taipa de mão, habitação, quilombo, técnica construtiva, cultura construtiva

Resumo

Comunidades tradicionais quilombolas do Vale do Ribeira SP têm recebido nos últimos anos os benefícios da inclusão socioeconômica e os impactos dela, derivados em diversos aspectos da vida dos indivíduos, famílias e comunidades. Através dos métodos da pesquisa-ação e da etnografia, foram realizadas interações e vivências em comunidades quilombolas da APA Quilombos do Médio Ribeira. O sistema construtivo tradicional nessas comunidades é baseado nas casas de pau a pique e no puxirão, e tem sido substituído por construções de material industrializado, tais como blocos de cimento e telhas de fibrocimento, através de trabalho terceirizado contratado diretamente pelas famílias, ou através de construtoras contratadas com recursos de programas governamentais, que, muitas vezes, resulta em casas muito aquém do esperado. Famílias quilombolas buscam o direito à moradia de qualidade, no entanto, carece a reflexão qualificada sobre os impactos positivos e negativos e quem mais se interessa e se beneficia da abrupta mudança da tecnologia construtiva. Após séculos de sobrevivência no sistema tradicional, e a tão bem-vinda inclusão, hoje surgem as dúvidas sobre os ganhos e perdas, vantagens e desvantagens trazidas na esteira do desenvolvimento. Os quilombolas guardam valiosos saberes sobre a floresta, materiais e métodos construtivos a serem aproveitados em construções de moradia de qualidade, com ajustes tecnológicos. Guardam também a tecnologia social que tem, não somente como fim, a construção por meio de puxirão, mas como processos que agregam, transmite e fortalece as relações sociais e que que pode referenciar as metodologias da autogestão e autoconstrução coletiva. A construção com terra renasce com força por seu alto potencial contributivo para a sustentabilidade do planeta e pode ser a base de construção de moradia de qualidade em comunidades que já tradicionalmente utilizam da terra e materiais da floresta em seus processos construtivos, reduzindo assim os impactos e elevando a sustentabilidade nas construções.

1 INTRODUÇÃO

Segundo o Art. 1º do Decreto nº 6.040 (Brasil, 2007),

> Povos e comunidades tradicionais são grupos culturalmente diferenciados e que se reconhecem como tais, que possuem formas próprias de organização social, que ocupam e usam territórios e recursos naturais como condição para sua reprodução cultural, social, religiosa e econômica, utilizando conhecimentos, inovações e práticas gerados e transmitidos por tradição.

Dentre estas estão as comunidades quilombolas, ou simplesmente quilombos, que recebem definições variadas conforme a região, época e linha acadêmica, porém todas remetem aos grupos de famílias negras remanescentes do período escravista brasileiro findo oficialmente em 13 de maio de 1888. Essas comunidades permaneceram até os dias atuais em seus territórios, ainda que, na grande maioria dos casos, não sejam proprietárias. Segundo a

Secretaria Políticas de Promoção da Igualdade Social (SEPPIR) do governo federal[1], comunidades quilombolas "são grupos com trajetória histórica própria cuja origem se refere a diferentes situações ... com o fim do sistema escravista no Brasil". Ainda, segundo a Fundação Cultural Palmares[2], órgão do Ministério da Cultura do Governo Federal brasileiro, "quilombolas são descendentes de africanos escravizados que mantêm tradições culturais, de subsistência e religiosas ao longo dos séculos", sendo que este mesmo órgão cita que já certificou "mais 1.500 comunidades quilombolas espalhadas por todo o território nacional", sabendo-se, no entanto, que este número é apenas uma parte das várias dezenas de milhares de comunidades quilombolas existentes no país.

Segundo lideranças quilombolas, na região do Vale do Ribeira, entre o leste do estado do Paraná e sul do estado de São Paulo, são mais de 100 comunidades, porém em diferentes estágios do processo de reconhecimento, que passa pela identificação inicial, reconhecimento oficial e até a regularização fundiária do território. No entanto, segundo a Fundação Instituto de Terras de São Paulo[3] (ITESP), são 33 comunidades remanescentes de quilombos reconhecidas pela Fundação Itesp, das quais 26 ficam no Vale do Ribeira e seis foram tituladas.

Segundo Carvalho e Schmitt (2000), a presença de negros escravizados nessa região remonta ao início do século XVI, trazidos para as áreas auríferas, muito antes do ciclo do café. Essas comunidades quilombolas são reconhecidas atualmente pela precariedade e a miséria econômica, como consequência dos séculos de abandono da sociedade brasileira, em especial, dos governos federal, estadual e municipais. Dentre os fatores definidores da miséria, normalmente estão as moradias de baixa qualidade construídas com terra. Abandonadas por séculos, no interior da floresta tropical da Mata Atlântica, as famílias quilombolas desenvolveram técnicas de sobrevivência a partir das condições disponíveis, seja alimentação pela pesca, caça e extrativismo florestal em geral, seja na roça de coivara para produção agrícola, na saúde com remédios naturais vegetais, animais e minerais, e na construção de suas moradias.

A técnica construtiva tradicional quilombola nessa região, com o uso de terra e madeira é conhecida popularmente como pau-a-pique, as casas são construídas coletivamente pelo sistema de mutirão ou puxirão[4]. Os materiais utilizados são do seu entorno imediato, da floresta tropical, ou seja, a terra, madeiras, cipós e o sapé. O conhecimento a respeito desses materiais passou ao longo das gerações e estabelece como exemplo: a lua certa para o corte da madeira[5], a forma correta para coleta do cipó[6], assim como a identificação da terra adequada, e o preparo da mistura para o preenchimento das paredes, processo conhecido como barreamento. A transmissão do conhecimento ocorria através da prática continuada, todas as casas eram construídas desse modo.

---

[1] www.seppir.gov.br

[2] www.palmares.gov.br

[3] www.itesp.sp.gov.br

[4] O mutirão é termo conhecido pela grande parte da população como trabalho coletivo mas não é comum nas comunidades quilombolas locais, já o puxirão é o mais usado e consiste no trabalho coletivo, onde quem organiza é o responsável pela alimentação.

[5] É comum ouvir dos povos da floresta que a lua minguante é mais adequada para o corte das árvores. A sabedoria popular tem a explicação de que, por ser um período em que a árvore está mais seca e menos doce, assim pega menos cupim. A explicação técnica é de que a árvore cortada nesse período contém menos seiva elaborada, que pode conter amido; portanto menos propenso ao ataque de xilófagos e ao apodrecimento.

[6] Espécie de liana, o cipó timbopeba encontrado na região era mais utilizado. Podem-se obter algumas dezenas de metros em espessura uniforme, muito flexível e resistente. É utilizado também para cestaria. Os cipós também tinham a lua certa para coleta, se coletados em lua errada ficavam quebradiças e inutilizáveis.

O acesso ao conhecimento dos direitos civis e da legislação brasileira e pelos programas governamentais de ações afirmativas direcionadas às comunidades quilombolas proporcionou aos quilombolas a luta por seus direitos civis, dentre eles, o direito à moradia de "qualidade" identificada nas casas de "material" como se tem nas cidades. Cabe ainda notar a chegada, nos últimos 10 anos, de implantação de moradias nas comunidades quilombolas através de programas tais como CDHU, do governo do estado de São Paulo, e Programa Nacional de Habitação Rural, do governo federal, dentre outros.

Novos sistemas e tecnologias têm sido adotados nas mais diversas áreas da vida, notadamente nos sistemas construtivos das moradias das famílias quilombolas. Quais os impactos positivos e negativos dessa mudança? Nesse contexto, pretende esta pesquisa investigar e analisar as mudanças no sistema construtivo de moradia e seus impactos no espaço, paisagem[7], modo de vida, saberes e fazeres das comunidades tradicionais da APA Quilombos do Médio Ribeira. O trabalho apresentado corresponde ao estudo desenvolvido em comunidades do núcleo quilombola de Ivaporunduva e Nhunguara, São Pedro, Galvão, André Lopes e Sapatú, contidos na Área de Proteção Ambiental – APA Quilombos do Médio Ribeira que contem respectivamente, segundo o Instituto Sócio Ambiental (ISA), em torno de 80, 69, 37, 27, 60 e 31 famílias, número este variando levemente conforme os anos e a dinâmica das famílias.

Segundo o Sistema Ambiental Paulista, Governo do Estado de São Paulo[8], a APA possui mais de 64 mil hectares e está contida nos municípios de Barra do Turvo, Eldorado e Iporanga, estado de São Paulo, e contém 12 comunidades remanescentes de quilombos, conforme apresentado na figura 1, com biomas classificados como Floresta Ombrófia Densa Montana e Floresta Ombrófila Densa Submontana, típicos da floresta tropical da Mata Atlântica no Vale do Ribeira. A presença dessas comunidades, segundo historiadores e relatos locais, remonta às primeiras explorações de lavras de outros no território nacional, quando do início do período colonial brasileiro pelos portugueses, que, para esta região, trouxe os primeiros grupos de africanos escravizados.

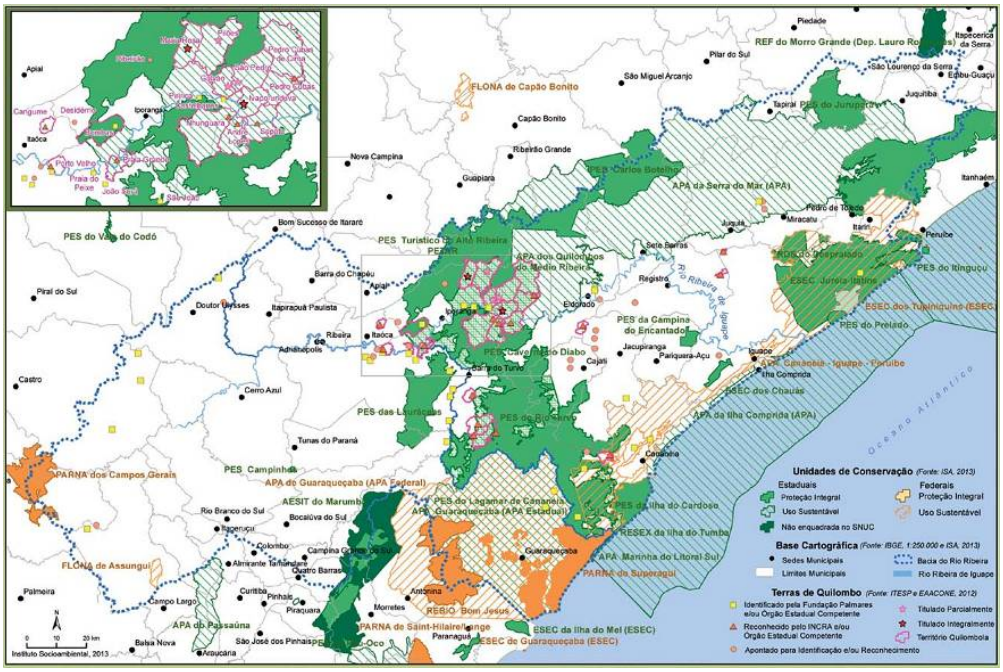


Figura 1. Mapa de localização das comunidades quilombolas (Andrade e Tatto, 2013, p.8).

[7] Paisagem na acepção de Santos (2008), como um conjunto indissociável do sistema de ações e sistema de objetos.

[8] www.ambiente.sp.gov.br

A grande maioria da população dessas comunidades é composta por pessoas negras, nascidas e criadas no território e descendentes de diversas gerações presentes no mesmo território a partir de alguns poucos troncos familiares, que se concentram nas respectivas comunidades mas se intercambiam entre as comunidades.

A habitação ligada às diversas esferas de vida, feitas de espaços da vida privada, da vida social e do cotidiano de labor traz consigo os diversos significados atrelados a ela, seus saberes e fazeres ancestrais; o presente trabalho busca trazer à tona esses significados e analisar aspectos que podem ser preservados, resgatados ou melhorados.

2 OBJETIVO

Investigar o fenômeno das mudanças recentes ocorridas nas comunidades quilombolas, propiciadas pelos programas habitacionais, verificar os impactos positivos e negativos, focando a questão da habitação quilombola.

3 METODOLOGIA

Nesta pesquisa é adotado o conceito “pesquisa-ação”, segundo Tripp (2005), no qual há uma tentativa continuada, sistemática e empiricamente fundamentada de aprimorar a prática. Situa-se entre a prática rotineira e a pesquisa acadêmica, através da participação interativa, da reflexão conjunta, da administração de conhecimento e da ética ao longo do processo, num paralelo com o método da etnografia utilizado na pesquisa nas ciências sociais, especialmente na antropologia social, onde o método consta no estudo de um grupo social através da vivência e interação direta com a realidade na qual ele se insere. Dessa forma, foram adotadas três etapas que sistemicamente consolidam-se através de ciclos de estudo, observação interativa e avaliação reflexiva, durante os meses de março, abril e maio de 2016:

- Etapa A: Estudo/levantamento de informações através da internet e da literatura sobre organizações e agentes que trabalham com a temática quilombola local e regional;
- Etapa B: Coleta de dados diretamente junto ao público alvo em seus territórios, através de: a) Visitas de observação e coleta de fotografias da paisagem do interior das comunidades (figura 2), b) Consultas, entrevistas e conversas livres e informais interativas em visitas, hospedagens rápidas e vivências nas casas das famílias quilombolas (figura 3), com especial atenção para adultos e idosos dos quilombos de Ivaporunduva e Nhunguara, justamente pela vivência da experiência completa das mudanças nos últimos 20 anos;
- Etapa C: Reflexão e validação das observações coletadas de forma interativa com lideranças quilombolas.

Figura 2. Vista parcial do quilombo de Ivaporunduva (créditos: Suzuki, 2016)

Figura 3. Vivência da cultura quilombola. Bocó – Quilombo de Ivaporunduva (créditos: Silva, 2016)

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Resultados

a) Paisagem

Praticamente todas as moradias das famílias nas comunidades quilombolas estudadas são de blocos de cimento, sem acabamento, e cobertura de telhas de amianto. No entanto, muitas das famílias têm casas nas roças ou capovas[9], localizadas mais para o interior do território, construídas com pau a pique e cobertas de sapé, folhas de zinco ou telhas de amianto. Também, quando se faz necessária a ampliação de um cômodo na casa de material onde residem, ou de um local fechado externo, a primeira alternativa é a construção tradicional. Assim, por praticidade, as construções com pau a pique convivem com as construções convencionais e a tradição de aproveitamento do material local e do processo construtivo do puxirão resiste minimamente e se mantém presente, se bem que utilizados de

[9] Roças de coivara do sistema quilombola ficam distantes da moradia. Em função da demanda, em diferentes épocas do ano como o plantio, manutenção e colheita, as cabanas servem de moradia temporária..

forma marginal em anexos ou construções de menor importância. Na paisagem das vilas centrais das comunidades, dominam plenamente as construções convencionais com cobertura de telhas de fibrocimento, remetendo a paisagem de qualquer bairro periférico das grandes e cidades de médio porte.

b) Programas habitacionais do governo do estado de São Paulo

No quilombo de São Pedro (Figura 4), através da Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano CDHU em parceria com a Fundação ITESP, com financiamento não reembolsável, foram construídas algumas dezenas de casas com alvenaria convencional com projetos arquitetônicos idênticos, porém procurando trazer alguns elementos da arquitetura rural, como o espaço para o fogão à lenha e aberturas permanentes nas paredes para facilitar a vazão da fumaça causada pela queima da lenha. Entre 2007 e 2008, membros da comunidade de São Pedro e vizinhas foram contratados e serviram de mão de obra para a construtora que venceu o processo licitatório e executou casas no escopo do projeto do CDHU. Poucos anos após, o processo se repetiu e casas foram construídas para as famílias da comunidade quilombola do Galvão, porém num modelo típico das casas dos projetos do CDHU nos ambientes urbanos.

c) Adoção espontânea da construção com utilização de materiais convencionais

Nas vilas centrais nas comunidades de Ivaporunduva, André Lopes, Nhunguara e Sapatú foram construídas casas pelas próprias famílias quilombolas, com materiais comprados no comércio local e sob empreitada de um pedreiro da própria comunidade, com apoio maior ou menor de um ou mais membros da família contratante. Nessas comunidades, as famílias participaram da definição e execução do projeto, o que proporciona uma diversidade de escolhas no tocante ao projeto, ainda que, na paisagem, a grande maioria das moradias evidenciam a construção retangular de blocos de cimento sem acabamento e cobertas por telhas de fibrocimento.

Figura 4. Casa da CDHU construída no quilombo de São Pedro e seu interior. (CDHU, 2014)

d) Projetos habitacionais com financiamento do Programa Nacional de Habitação Rural, do âmbito do programa federal Minha Casa Minha Vida parados e inacabados

Repetindo o desempenho de iniciativas anteriores frustradas, um projeto de construção de mais de 206 casas para famílias das comunidades quilombolas de Nhunguara, Sapatú, André Lopes, Poça e Mandira encontra-se paralisado e com aproximadamente 30 esqueletos entre a fundação e a cobertura. A entidade organizadora, sediada em outro Estado, perdeu o controle da gestão financeira e técnica do projeto, e as famílias aguardam suas casas há mais de dois anos. Importante notar que moradias de terra e pau a pique de várias famílias foram destruídas para que, no lugar, fossem construídas residências de materiais convencionais, o que não se materializou após este tempo. As casas abandonadas pelas construtoras não seguiram nenhum as práticas construtivas adequadas,

demostradas por: aberturas de portas e janelas sem vergas ou contra-vergas; ausência de pilares nos encontros de paredes; parede externa com espessura de 9 cm (figura 5). Lideranças relatam outras iniciativas frustradas semelhantes em anos anteriores, nas quais as famílias precisaram entrar com contrapartida financeira inicial e que foram enganados e ludibriados, pois estas casas, nunca foram efetivamente entregues.

Figura 5. Casas inacabadas no quilombo de Nhunguara (créditos: Hijioka, 2016)

e) Inclusão socioeconômica

Tanto pelos relatos quanto pelas observações da paisagem externa relativas ao modelo de vida das famílias, torna-se evidente a transformação dos costumes, seja pela aquisição de bens industrializados em geral, seja pela adoção de novas práticas e tecnologias de produção agrícola, de geração de renda e também de construção de moradia. Veículos, motocicletas, telefones celulares, televisores, computadores portáteis, equipamentos de som e eletrodomésticos da "linha branca", etc. que, em maior ou menor grau, hoje fazem parte do cotidiano das famílias quilombolas. Quanto ao sistema construtivo, as residências permanentes são de materiais convencionais, ou seja, blocos de cimento com ou sem acabamento e telhas de fibrocimento, construídas por terceiros, sejam construtoras contratadas pelo Estado ou pedreiros contratados diretamente pelas famílias por empreitada.

Na fala de alguns dos mais velhos, nota-se certa desconfiança sobre as novas tecnologias. Após a vivência em casas de material convencional pairam dúvidas, tais como: porque essas são mais frias no inverno e mais quentes no verão, portanto, menos confortáveis do que as casas de pau a pique e sapé? E o dinheiro que custa para construir? Quantos sacos de feijão têm que ser produzidos e vendidos para se fazer uma casa de "material"[10]? Os puxirões e as festas já não existem com tanta frequência; os eventos, que tinham significados profundos, vão perdendo seu lugar à medida que adotam os padrões urbanos de construção e consumo. Atrelados ao ritual de construção coletiva da moradia, os puxirões carregavam consigo, não somente a transmissão de saberes, mas o gesto de ajuda mútua em que existia a manutenção das relações sociais, dos elementos ligantes que os identificavam como parte de um grupo.

4.2 Discussões

O fenômeno das mudanças dos últimos 40 anos[11], abrange praticamente todos os aspectos do modo de vida. No tocante ao sistema construtivo, praticamente aboliu-se o puxirão,

[10] O termo "material" é utilizado localmente para referir se aos materiais convencionais provenientes da indústria da construção civil, como os blocos, cimento, telhas de fibrocimento e madeiras de serraria.

[11] A construção de rodovias e pontes deu acesso por terra às comunidades que, antes disso, o meio de transporte era através da navegação em canoas pelo rio Ribeira de Iguape.

práticas coletivas que fortaleciam os laços da comunidade. A prática persiste minimamente nas construções dos barracos ou casas de pau a pique nas roças, porém não utilizadas como moradia permanente. O conhecimento dos saberes das árvores, madeiras, cipós, tipos de barro e processos construtivos, sob domínio dos mais velhos e que eram repassados aos mais novos, tende a desaparecer, pois as novas gerações já não vivenciam, não praticam e não aprendem.

Reconhece-se mo entanto que, a aparente rusticidade e simplicidade do sistema construtivo tradicional dos quilombolas, guarda cabedal de importantes saberes da floresta, da natureza, dos materiais construtivos e das relações sociais, patrimônios que podem ser fundamentais na busca pela sustentabilidade que garantirá a vida no planeta para as próximas gerações.

No entanto, nos programas habitacionais governamentais, construtoras são contratadas para construir casas padronizadas, que pouco ou nada dialogam com a paisagem, com o modo de vida das famílias e tampouco com os valores do sistema construtivo tradicional quilombola, sejam nos materiais, sejam nos processos. A imposição de uma arquitetura totalitária explícita. que não considera tais peculiaridades, deixa antever falhas que o próprio sistema carrega. Segundo Rolnik e Nakano (2009),

> Há algumas armadilhas e falácias nesse pacote habitacional que, pelo menos no que foi aventado publicamente até agora, tem sido alicerçado sobre uma política de ampliação do acesso ao crédito associada a distintas formas de desoneração da indústria da construção, sem conexão com qualquer estratégia urbanística ou fundiária, confundindo política habitacional com política de geração de empregos na indústria da construção.

Para isso, dispendem enormes quantidades de recursos econômicos e financeiros na compra de materiais da indústria da construção civil que percorrem longas distâncias e consomem grande quantidade de energia para serem produzidos. Também dispendem recursos na contratação de empresas do setor da construção civil que normalmente vêm de regiões distantes e contratam mão de obra local. Só se justificaria esse imenso esforço se nada pudesse ser aproveitado da riqueza dos saberes, competências dos quilombolas sobre os materiais locais e processos sociais de autoconstrução. Ainda, essas intervenções dos programas habitacionais governamentais, notadamente comprometidos com o setor da construção civil, pressionam as famílias não beneficiadas para que construam, por conta própria, suas casas de materiais convencionais tidos como de qualidade e *status* superior às casas de pau-a-pique. Tais intervenções, que parecem fomentar um modo de vida voltado ao consumo de bens industrializados e ao desestímulo dos valores e saberes tradicionais, corroboram para um enfraquecimento ou até rompimento dos indivíduos, especialmente a juventude, com a identidade quilombola e com o modo de vida tradicional que os identifica e os caracteriza.

Na região do Vale do Ribeira houve uma série de experiências bem-sucedidas de construções com terra, a partir do uso da técnica construtiva tradicional dos japoneses, que migraram no início do século XX para essa região[12]. As casas eram de técnica mista. Utilizando os materiais do local, a terra e a madeira, construíram mais de 500 casas. Em terras estranhas, diante da natureza nunca antes vista, aproveitaram os saberes dos quilombos e caboclos da região, sobre a floresta e a natureza local. Aprenderam sobre a madeira, cipós, sapês e outros vegetais, de como reconhecer as espécies adequadas para cada uso, como adquirir estes materiais na mata, assim como a época adequada para sua coleta. A mescla de conhecimentos da técnica milenar japonesa com o saber local foi fundamental para nascer uma técnica híbrida, que viabilizou as casas em taipa de mão na região que durassem mais de cem anos (Hijioka, 2016).

[12] A vinda dos primeiros imigrantes japoneses no Vale do Ribeira teve início em 1913.

A despeito de ter ocorrido boas experiências, não houve a troca de conhecimento entre as diferentes culturas, isto é, por um lado os japoneses tiveram contribuição fundamental que era o conhecimento a respeito da mata, mas por outro lado não ocorreu a transmissão da técnica híbrida[13]. A questão técnica da taipa de mão das casas dos imigrantes japoneses é apontada por Baldus e Williams (1941, p. 123) que colocam diferentemente das casas nativas da região "...mesmo nas casas mais rudimentares, os moradores não deixam de alisar caprichosamente, notando-se a preocupação estética em contraste manifesto com a técnica descuidada do caboclo da zona."

Cabem aqui algumas questões para reflexão: há alternativas de sistemas construtivos que proporcionem qualidade da moradia e mitiguem a imagem negativa trazidas por ela? Esta questão vem de encontro à imagem recorrente de que a casa de pau a pique é considerada como sinônimos de pobreza e precariedade. Esse preconceito vem da constatação da comunidade ao comparar suas casas com as casas da cidade, mas reforçadas também pelos indicadores dos órgãos oficiais que apontam a casa de taipa como um dos índices responsáveis pelo baixo IDH da região. A exemplo de algumas matérias publicadas anunciando as entrega das casas pelo programa Minha Casa Minha Vida Rural em 2014, onde segue o depoimento de uma das moradoras contempladas:

> Temos casa boa para morar. Posso dizer, agora, que somos ricos. Meu banheiro é quase um quarto de tão grande. Uma maravilha. É tudo mais seguro e mais aconchegante.

Em outra matéria, uma médica associa a insalubridade às casas de pau a pique:

> "Há uma mudança muito positiva. As doenças que eram mais comuns, como as parasitoses e as geradas por picada de insetos ou mordidas de ratos estão diminuindo com o Minha Casa Minha Vida Rural.[14]

É possível que às famílias se aproveitem dos saberes, materiais locais e modo de vida das comunidades tradicionais de modo a serem socialmente, economicamente e ambientalmente mais sustentáveis do que o modelo consumista-capitalista-mercadológico que é normalmente impostos, tanto pela esteira do capital e consumo, que vem de fora, quanto pela autoimposição decorrente das transformações de valores trazidos pela inclusão social.

Haveria interesse dos governos em promover modelos construtivos de baixo custo e alta qualidade e que não reguem e nutram de recursos os elos da cadeia produtiva das indústrias da construção civil e toda a cadeia atrelada a esse modelo. Como poderiam as comunidades tradicionais quilombolas acessar seus direitos de moradia digna e de qualidade e de inclusão e *status* social sem o desperdício de seus valiosos saberes e o risco de degradação da identidade que as caracteriza?

Felizmente cresce em todo o mundo o interesse pelo desenvolvimento e aplicação de tecnologias construtivas baseadas no aproveitamento de materiais locais naturais e por tecnologias sociais de autogestão e autoconstrução, resgate, aproveitamento e melhorias na centenária tecnologia construtiva e social quilombola. Cresce rapidamente a consciência da sustentabilidade e do potencial das construções com terra, especialmente entre as classes mais esclarecidas e melhor informadas, cresce também o reconhecimento social dos que já compreenderam que construção com terra pode ser com qualidade e com sustentabilidade.

---

[13] Técnica utilizada na construção de *minka* do Vale do Ribeira, a taipa de mão japonesa denominado *tsuchikabe* mesclado com os saberes locais, nascendo daí uma técnica hibrida. Foi intensamente utilizada na construção de casas há mais de um século e que resistem em ótimo estado até os dias de hoje. (Hijioka, 2016)

[14] Matéria publicada pelo portal da cidadania e justiça com o título: "Quilombolas trocam casas de pau a pique por imóveis de alvenaria" e subtítulo: O Minha Casa Minha Vida Rural melhorou até a saúde pública em Bom Conselho, no agreste pernambucano. http://www.brasil.gov.br/cidadania-e-justica/2016/03/quilombolas-trocam-casas-de-pau-a-pique-por-imoveis-de-alvenaria

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ocorre evidente mudança nos valores e modo de vida quilombola, com impacto nas mais diversas áreas da vida das comunidades. O sistema construtivo tradicional quilombola, que aproveita materiais locais da floresta e o trabalho coletivo através de festas ou ritual do puxirão, está sendo substituído por modelos voltados à construção com material convencional, mais individualista e menos coletivo (figura 6). As vantagens das casas construídas de "material" industrializado podem ser compensadas e superadas através da incorporação de melhorias nas técnicas de construção com terra e madeira.

Cabe aos governos a avaliação dos impactos de médio e longos prazos das intervenções que promovem nas comunidades tradicionais, de maneira que seja garantido o direito à moradia de qualidade e à inclusão socioeconômica, sem necessariamente fomentar a degradação dos valores, dos saberes, do modo de vida e do direito de se ser comunidade tradicional quilombola.

A despeito da postura que aniquila os valores ancestrais, por parte dos programas habitacionais, foi possível verificar, a partir da vivência junto à comunidade, que ainda existem, quase que como resistência, aspectos positivos da construção com terra. Elas são comuns na construção da cabana na capova, assim como o tráfico[15] onde utilizam se de esteios e pau a pique, às vezes com aplicação parcial do barro[16]. Já na vila, como é chamado o local há maior concentração de moradias, podem ser vistas casas de terra junto à nova casa; não mais como moradia principal, mas utilizados como um anexo com funções diversas.

Figura 6. Casa de "material" e casa de pau a pique e sapê ao fundo ainda convivem lado a lado em algumas comunidades, como no Quilombo de Nhunguara (créditos: Hijioka, 2016)

Talvez resida aí uma ambiguidade: por um lado a afirmação da vontade de autopreservação, da importância da consciência de unidade através dos tempos, pois, a própria existência no confinamento na terra de exilio, só se transformou em comunidade através da solidariedade; por outro lado a onda de valores que resignifica a moradia em si como um produto que pode ser terceirizado ou adquirido pronto, e tal modelo propagado como o melhor.

[15] Local de fabricação da farinha de mandioca, todo o processo de ralar, espremer, torrar a mandioca ralada para transformar em farinha ocorre na construção. Deveria estar nos resultados

[16] Conforme costume local, somente parte da porção inferior é preenchida com o barro; por ser um espaço de trabalho que exige esforço, movimento e lida com o fogo, para torrar a farinha. A porção superior é mantida sem o barro para permitir melhor circulação de ar.

Cabe às escolas técnicas e universidades a sensibilização, o ensino para formação de mão de obra qualificada em construção com terra e de mínimo impacto na sustentabilidade das comunidades tradicionais quilombolas e outras. Atentando também para as redes de relações invisíveis, que estão atreladas às ações simples cotidianas, plantar, construir, festejar; que são na realidade, elementos ligantes essenciais dessas comunidades.

Cabe à sociedade científica e aos profissionais da arquitetura e construção civil a reflexão profunda sobre o desenvolvimento e aplicação de sistemas construtivos mais sustentáveis e de mínimo impacto em comunidades tradicionais, contribuindo assim para a desconstrução do mito mercadológico da construção de material convencional como única forma de construir com qualidade. Na perspectiva da arquitetura e construção civil como prática política para o fortalecimento da autonomia e empoderamento dos povos e comunidades tradicionais, uma riqueza e patrimônio da diversidade social brasileira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade, Ana Maria; Tatto, Nilto (Eds.) (2013). Inventário cultural de quilombos do Vale do Ribeira. São Paulo: Instituto Socioambiental. Disponível em: https://www.socioambiental.org/sites/blog.socioambiental.org/files/publicacoes/pdf-publicacao-final_inventario.pdf. Acessado em 18.06.2016

Baldus, H.; Williams, E. (1941). Casas e túmulos de japoneses no Vale do Ribeira de Iguape. *Revista do Arquivo Municipal*, v. 77. p. 121-137. São Paulo

Brasil (2007). Presidência da República, Casa Civil, Subchefia de Assuntos Jurídicos. Decreto nº 6.040, de 7 de fevereiro de 2007. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6040.htm. Acessado em 04.06.2016.

Carvalho, Maria C.P de; Schmitt, Alessandra (2000). Relatório técnico-científico sobre a comunidade de quilombo do Nhunguara, localizada nos municípios de Eldorado e Iporanga/SP. Disponível em www.eaacone.org. Acessado em 04.06.2016.

Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo – CDHU (2014). 11ª Reunião Ordinária do Conselho Nacional de Habitação. Disponível em http://www.habitacao.sp.gov.br/secretariahabitacao/downloads/apresentacoes/ceh/balanco_das_acoes_sh_cp_cdhu_dez2014.pdf. Acessado em 11.08.2016.

Hijioka, A. (2016). Minka – Casa dos imigrantes japoneses do Vale do Ribeira. Tese (Doutorado em Arquitetura) Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo – IAU/USP. São Carlos, São Paulo.

Rolnik, R.; Nakano, K. (2009). As armadilhas do pacote habitacional. *Le Monde Diplomatique*, 5 mar. 2009.Disponível em: http://www.diplomatique.org.br/artigo.php?id=461. Acessado em 25.05.2016

Santos, Milton (2001). A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.

Tripp, David (2005). Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. *Educação e Pesquisa*, v. 31, n. 3, p. 443-466, set./dez. 2005. São Paulo: Faculdade de Educação/USP

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Associação Quilombo de Ivaporunduva e Associação dos Remanescentes de Quilombo do Bairro Nhunguara e Associação dos Remanescentes de Quilombo de São Pedro por permitirem o acesso e aos quilombolas dessas comunidades que tão gentilmente acolheram os autores, compartilharam informações e permitiram a vivência junto à comunidade e coleta de imagens fotográficas.

AUTORES

Akemi Hijioka, doutora em arquitetura pelo IAU USP (2016), mestre em urbanismo pela PUC-Campinas (2007), arquiteta pela UBC. Professora do IFSP campus Registro-SP, especializada na

técnica de construção da taipa de mão japonesa, trabalhou com preservação de patrimônio arquitetônico de origem japonesa no Brasil. http://lattes.cnpq.br/6483931563378439

Paulo Sílvio Pupo, tecnólogo em gestão ambiental, técnico em turismo, graduando em engenharia civil; presidente da Associação Quilombo de Ivaporunduva e trabalha como executivo de compras na prefeitura municipal de Eldorado-SP.

Silas Cezar Silva, engenheiro agrônomo da SCS – Soluções de Cidadania e Sustentabilidade. Diretor de agricultura e estradas da prefeitura municipal de Eldorado-SP.

Ellen Felizardo Batista, engenheira civil pela UFPR (2013). Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia São Paulo (IFSP) campus Registro-SP.

TerraBrasil 2016
VI Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Bauru-SP (Brasil), 8 a 12 de novembro de 2016
http://faacppgarq.wix.com/terrabrasil2016
PPGARQ/FAAC-UNESP

ESPAÇO ARQUITETÔNICO CONTEMPORÂNEO CONSTRUÍDO COM TERRA

Leonardo Ribeiro Maia[1]; Antonio Gil da Silva Andrade[2]

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, Brasil,
[1]leonardo@302arquitetura.com.br; [2]gil.andrade@uol.com.br

Palavras-chave: arquitetura de terra, arquitetura contemporânea, conforto ambiental

Resumo

O uso da terra como material básico nas edificações vem se tornando assunto frequente nas discussões acadêmicas e na indústria da construção civil. O objetivo desse artigo é apresentar e discutir soluções projetuais da arquitetura e construção com terra contemporânea e suas relações com o conforto do usuário, a cultura e tradição construtiva locais. Foi feita a revisão bibliográfica do tema espaço arquitetônico e conforto ambiental, além da seleção de artigos e estudos de caso que discutem a arquitetura contemporânea construída com terra (que utilizaram as técnicas de painéis monolíticos de terra compactada e blocos de terra comprimida) no contexto ibero-americano nos últimos 15 anos. A analogia dos conceitos da arquitetura vernácula, transportados para um desenho contemporâneo, respeita a cultura construtiva local e, por meio das tecnologias apropriadas, atualizam os sistemas que mantêm e reforçam o simbolismo dos espaços, oferecendo bem estar aos ocupantes. A arquitetura contemporânea de terra pode seduzir com uma linguagem formal atual, de qualidade estética e tecnológica e com o apelo ao baixo impacto ambiental das edificações; essas características incentivam pessoas e instituições à buscar esse tipo de projeto e construção e estudantes e profissionais a realizar mais pesquisas a respeito. Esse material de construção de excelência pode ser utilizado de maneira sofisticada e inventiva, desde que não se perca em fetichismo ou modismo e nem seja encarado como a panaceia para a sustentabilidade.

1 INTRODUÇÃO

A arquitetura e construção de terra atravessam um período de transformação técnica e tecnológica, aproveitam os avanços de diversos sistemas construtivos e desenvolvem ou aprimoram seus métodos. O interesse no material mostra-se evidente no crescimento da procura por profissinais que dominam as técnicas e pelo surgimento e aumento da audiência em congressos e simpósios em todo o mundo nas últimas décadas, que contam com a participação de pesquisadores, estudantes e profissionais ligados ao tema. Esses encontros discutem a atual produção científica e profissional da arquitetura e construção com terra. Como exemplos, a Rede TerraBrasil promove os congressos de arquitetura e construção com terra – TerraBrasil e a rede iberoamericana PROTERRA promove seminários anuais, o SIACOT (seminários iberoamericanos de arquitetura e construção com terra), encontros técnicos e outros eventos para difundir e discutir as atuais produções em arquitetura e construção em terra[1].

Nesse contexto, discute-se a possibilidade de caminhos para que, ao lado da inovação tecnológica, a arquitetura contemporânea renove a estética e a expressão da arquitetura vernacular e elimine a ideia de que as construções de terra são primitivas e precárias.

O objetivo deste artigo é apresentar e discutir as soluções projetuais contemporâneas da arquitetura e construção com terra e suas relações com o conforto do usuário, a cultura e tradição construtiva locais. Para tanto, a metodologia utilizada foi a revisão bibliográfica do

[1] www.redproterra.org

tema espaço arquitetônico e conforto e a seleção de artigos e estudos de caso que discutem a arquitetura contemporânea construída com terra, apresentados nos eventos TerraBrasil e SIACOT nos últimos 15 anos (ou seja, no contexto ibero-americano). Os estudos de caso foram selecionados em função das técnicas construtivas utilizadas na edificação: painéis monolíticos de terra compactada e blocos de terra comprimida (BTC). Também foram selecionados os estudos de caso que contribuíram com a discussão das inovações tecnológicas, novos métodos de construção referenciados em sistemas antigos e críticas à arquitetura contemporânea.

Dessa forma, pode ser feita a análise crítica de algumas edificações contemporâneas construídas com terra e/ou sistemas mistos na América Latina, levando-se em conta a atualidade dos projetos e construções, a tecnologia utilizada, o respeito à cultura e às tradições construtivas locais e a influência que os espaços exercem sobre o conforto dos usuários.

2 ARQUITETURA CONTEMPORÂNEA DE TERRA

A arquitetura contemporânea de terra apareceu na década de 1980 em vários locais do mundo, após uma lacuna de seu desenvolvimento e que ficou relegada às construções precárias (Jorge, 2010) colocar a referência desse dado. Europa, Américas e Oceania apresentam edificações de qualidade estética e tecnológica e que encantam com sua linguagem atual e incentivam estudantes e profissionais a realizar mais pesquisas a esse respeito.

Num primeiro momento, essa "nova" arquitetura pretendeu se afirmar pelo restauro e recuperação do patrimônio histórico existente. Após serem assimiladas as referências culturais e técnicas construtivas, "abriu-se o caminho para uma geração de obras novas onde é bem visível uma forte preocupação de entendimento e pesquisa de valores plásticos, estéticos e programáticos" (Jorge, 2010, p.2). A quantidade de exemplos de arquiteturas de terra contemporâneas aponta um crescimento de sua procura, principalmente habitações unifamiliares de classe média, que migram para áreas menos urbanizadas à procura de maior tranquilidade (Jorge, 2010; Bayer, 2010).

A arquitetura vernácula e tradicional desenvolveu-se através do tempo e em conjunto com as técnicas. Por meio da tentativa e erro, a intuição dos construtores criou espaços que respeitam e se aproveitam do clima e materiais locais para garantir o conforto necessário aos ocupantes desse espaço.

Essa forma de construção fornece uma série de conceitos que podem integrar-se no processo projetual da arquitetura contemporânea, com uma perspectiva holística e sustentável. Esses conceitos não são novos nem inovadores: a boa arquitetura sempre se utilizou deles, com nomes diferentes e em contextos diferentes. Nesse panorama, o projeto VerSus, que envolveu universidades de Portugal, Espanha, Itália e França, desenvolveu metodologia para avaliar a arquitetura contemporânea com os princípios da arquitetura vernácula, verificar se as estratégias são espelhadas em novos edifícios e auxiliar no processo projetual de outros (Correia et al, 2014). Esses parâmetros foram divididos nos três âmbitos do que se chama atualmente "sustentabilidade" (os mesmos princípios eram utilizados na arquitetura vernácula sem essa nomenclatura): ambiental, sociocultural e socioeconômico, e totalizam 15 princípios ou estratégias de projeto.

A analogia dos conceitos da arquitetura vernácula, transportados para um desenho contemporâneo, deve respeitar a cultura construtiva local e, por meio das tecnologias apropriadas[2], atualizar os sistemas que mantêm (e até reforçam) o simbolismo desse

[2] A tecnologia apropriada, termo surgido na década de 1960, contribui concretamente para a transformação técnica, social e econômica da sociedade, visando o aumento e universalidade do bem estar, respeitando

espaço, oferecendo bem estar aos ocupantes (conforto físico e mental). As construções atuais de terra devem respeitar as técnicas tradicionais e a regionalidade e, de forma criativa, inovar os sistemas construtivos e o desenho das edificações para a contemporaneidade. “O mesmo material e suas técnicas locais também podem ser a ligação entre tradição e modernidade. A tradição se reflete nos recursos e tradições locais e a contemporaneidade na reinvenção/reinterpretação deles” (Marchante e Cortés, 2010, p.78).

Assim, pesquisas que contribuam para otimizar os processos construtivos mais arcaicos e artesanais, sistematizando-os, são indispensáveis para trazer as técnicas tradicionais à atualidade, baseando-se no conceito de tecnologias apropriadas, para que as técnicas de construção com terra sejam vistas como seguras.

Umberto Eco (1974, p.214) explica essa relação do passado com a inovação para o futuro:

> A atividade lúdica de redescobrir significados para as coisas, ao invés de exercitar-nos numa fácil filologia em relação ao passado, implica uma invenção (não uma redescoberta) de códigos novos. O salto para trás transforma-se em salto para a frente. A história, de ilusão cíclica, passa a ser projetação do futuro.

As construções vernáculas respeitam o conforto e a salubridade, sem exagero no uso de vidros e concreto, com largos beirais propícios ao clima tropical, proteção contra a forte radiação, ventilação natural entre outras soluções. A busca por uma arquitetura de qualidade, confortável e saudável encontra, na terra, um material de construção com condições de alcançar resultados e soluções que satisfaçam os usuários e com impacto ambiental consideravelmente menor.

Nas palavras do arquiteto Ricardo Junqueira Piva (2006, p.1), projetista e construtor de edificações de terra:

> A preocupação é como aliar essa nova consciência [menor impacto ambiental] a um desenho contemporâneo e responsável, unindo conhecimentos vernáculos de comprovada eficiência com as conquistas espaciais da arquitetura moderna, dentro da realidade social, econômica, ambiental e tecnológica do Brasil.

2.1 Estudos de caso

A arquitetura contemporânea de terra busca, no desenho (forma), soluções para o espaço que seja econômico, de baixo impacto ambiental e que contenham as referências históricas locais e estéticas. Como exemplo, as *bovedas mexicanas*, executadas com adobes ou BTC, derivam da lógica construtiva das abóbadas núbias (Aguirre, 2011). As coberturas em abóbodas apropriam-se da tradição com sua simplicidade construtiva, são autoportantes e não necessitam de escoras (sua conformação exige somente a resistência à compressão). É uma solução econômica, simples, de fácil treinamento e execução e de grande valor estético e histórico (Figura 1).

Outro exemplo de construção que utiliza abóbodas é o produzido pelo arquiteto paraguaio Ramiro Meyer, a partir do redesenho das estruturas elaboradas por Félix Candela. Utilizando BTC produzido com terra do local, o pavilhão de 90 m² coberto e sem uso predeterminado, o arquiteto desenvolveu formas metálicas que funcionam como guias para a construção das abóbodas com a curva catenária. Sobre os blocos assentados, é executada uma camada fina de concreto com tela metálica (do tipo popularmente conhecido como tela de galinheiro) e o impermeabilizante (Franco, 2014). As sequências de arcos lembram as obras do arquiteto uruguaio Eladio Dieste, porém com sistema construtivo diferente, uma vez que não utiliza alvenaria armada.

parâmetros específicos de cada região e/ou população. Admite que diferentes culturas e regiões terão diferentes tecnologias apropriadas às suas características e confirma que o "auto desenvolvimento" dessa tecnologia é essencial para a formação da identidade cultural e independência política (Abiko, 1980).

Pela sua forma, a estrutura do pavilhão é submetida a esforços de compressão pura, o que permite a utilização de blocos de terra e de reduzida espessura. A intenção é que o pavilhão seja replicado pela zona rural paraguaia construído com esse sistema, de fácil apropriação pelos usuários, abrigando locais de reunião dos moradores da região, salas de aulas ou demais atividades possíveis num espaço com dimensões de 10 m x 9 m de superfície e 5,5 m de altura (Figura 2).

Figura 1: Processo construtivo da abóbada (Fonte: Aguirre, 2011)

Figura 2: Pavilhão experimental projetado e construído pelo arquiteto Ramiro Meyer, em Lambaré, Paraguai (Fonte: Franco, 2014)

A inovação espacial parece possível somente após uma profunda compreensão do material a ser trabalhado, de suas qualidades e desvantagens, de suas características mecânicas, físicas e visuais, bem como das técnicas que podem ser geradas a partir do material. Essa manipulação criativa se aproveita das vantagens do material até o limite e, na busca da eficiência, do melhor desempenho e de um desenho contemporâneo, insere outros materiais com características que eliminem as deficiências do primeiro. Pode-se trabalhar a terra em conjunto com quase todos os materiais para suprimir suas desvantagens, especialmente os materiais naturais e locais.

Com o conceito dos sistemas mistos, Arini e Nascimento (2006) apresentaram um condomínio habitacional construído com BTC e estrutura metálica, que mostra a possibilidade e as vantagens do uso de técnicas e sistemas diversos, aproveitando as vantagens de cada um. Os blocos de terra comprimida (BTC) foram produzidos em diferentes formatos (Figura 3), tanto para os fechamentos de alvenaria (blocos de base dos vedos, topo dos vedos e blocos "tipo") quanto para a cobertura (bloco trapezoidal maciço para formar o arco abatido) e pisos (bloco maciço regular). A estrutura metálica projetada no encontro das paredes sustenta os arcos de cobertura construídos também com os BTCs.

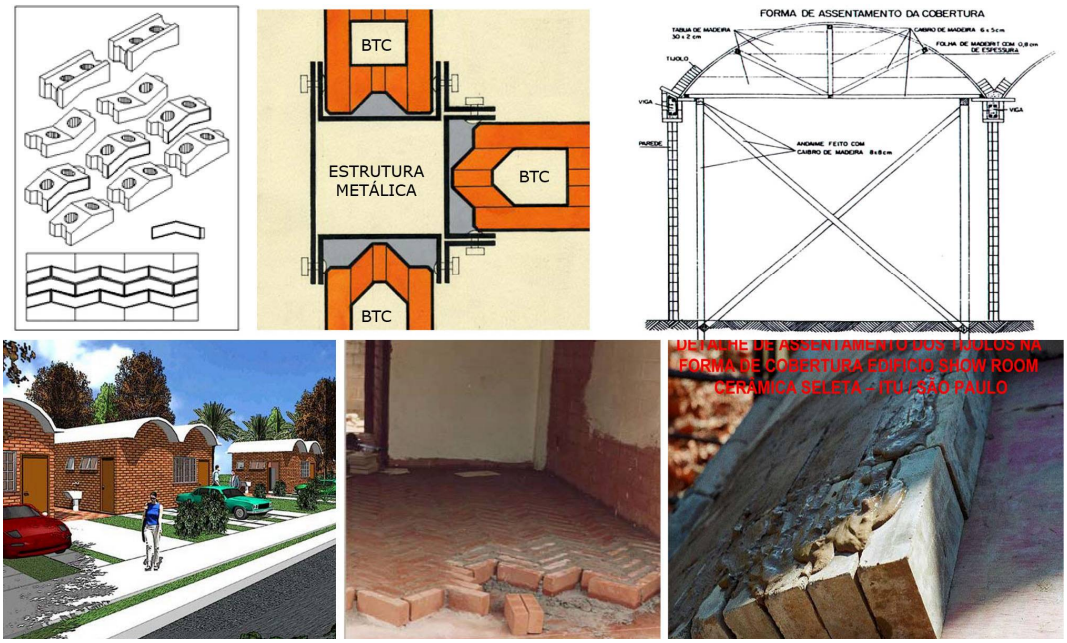


Figura 3: Desenhos, fotos e perspectiva do condomínio residencial em Guarulhos (SP) (Fonte: Arini, Nascimento, 2006)

Embora não utilize as técnicas de terra compactada ou comprimida (temas deste artigo), a técnica desenvolvida por Cortés (2010) chama a atenção pela inovação de um sistema que mistura terra, palha e aço, chamada de *tecno-barro* ou *quincha metálica* (Figura 4). Essa técnica aproveita as vantagens da terra (resistência à compressão) e aço (resistência à tração), além de vantagens da pré-fabricação (rápida montagem, maior controle na fabricação etc.). A técnica é baseada na *quincha* (taipa de mão ou pau a pique) e tem sua contemporaneidade demonstrada no processo/sistema construtivo (pré-fabricação de elementos metálicos) e nos espaços e formas projetados. Esse é mais um exemplo de inovação tecnológica que respeita e se referencia na tradição construtiva local e atualiza a técnica e os espaços.

Figura 4: Casa Pirque, projetada e construída pelo arquiteto chileno Patrício Arias Cortéz (Surtierra), utilizando a técnica do tecno-barro. Fonte: www.surtierraarquitectura.cl

Também ressalta o escritório administrativo de uma fazenda no município de Taquarivaí (SP), com toda a infraestrutura tecnológica exigida para seu funcionamento e mantendo a simbologia rural do contexto, integrando a edificação à paisagem (Figura 5). Os materiais e técnicas foram escolhidos com base no baixo impacto ambiental, utilizando materiais naturais locais pouco processados; o resultado foi "fruto de um desenho racional e [que] busca eficiência energética e construtiva além de maior economia" (Minto, 2014, p.1). O partido arquitetônico se referenciou nas antigas sedes de fazenda do interior do Estado e nas casas bandeiristas: além do desenho, a técnica de taipa de pilão também está presente nessa obra. Esses painéis, construídos com 45 cm de espessura, exercem a função estrutural e garantem o desempenho térmico na fachada Norte, uma vez que isolam a amplitude térmica e a alta radiação solar do exterior. Sobre eles, apoia-se a estrutura da cobertura em peças de madeira laminada colada, provenientes de plantações próximas e que podem ser produzidas com madeiras de menor densidade.

Figura 5: Escritório em fazenda em Taquaravaí (SP) com painéis autoportantes em taipa de pilão e estrutura da cobertura em madeira laminada colada (Fonte: Minto, 2014).

Fica claro que a terra é um material construtivo que pode ser usado nos dias atuais, com projetos contemporâneos e inovações tecnológicas que lhe garantam melhor desempenho. A qualidade da edificação depende de como será utilizada a terra, de um projeto que contemple o clima local e as necessidades dos usuários, quais técnicas serão utilizadas, controle na execução e manutenção preventiva. Deve-se ter especial atenção ao conforto ambiental em uma edificação construída com terra.

3 UMA VISÃO CONTEMPORÂNEA DO CONFORTO NA ARQUITETURA

Habitar, para Norberg-Shulz (2008), refere-se às relações entre o homem e o lugar e depende de três funções do lugar construído para se relacionar com a natureza: *visualizar* a natureza a seu modo, construído numa expressão conquistadora dela; *simbolizar*, traduzindo de outro modo o que experimentou; e *reunir*, juntando os significados e transpondo os sentidos para o lugar. O autor analisa por duas categorias a estrutura do lugar: *espaço*, organização geométrica dos elementos formadores do lugar, abstrato, e *caráter*, propriedade mais abrangente do lugar, "atmosfera" geral do lugar. Quando habita, o homem está ao mesmo tempo localizado no espaço e submetido a um certo caráter ambiental, ou seja, ele orienta-se no espaço e identifica-se com o ambiente.

O espaço construído deve ser mais do que o vazio existente entre paredes, ele deve permitir "a incessante profusão de efeitos especiais que afetam a consciência do tempo e das distâncias, assim como a percepção do meio" (Virilio, 1993, p.16). A criação desse espaço,

construído com terra, deve estimular os sentidos perceptivos e os demais sentidos humanos, além de alimentar o caráter simbólico que ele representa aos seus ocupantes. O arquiteto deve compreender e interpretar o material a ser empregado, “harmonizá-lo e realçar as qualidades formais e simbólicas” (Okamoto, 2014, p.129).

A edificação construída com esse material abundante em diversas regiões do planeta, a terra, oferece conforto aos seus ocupantes: do corpo e da alma. Além das normas que regulam o "não desconforto" e do ensino puramente físico e térmico da academia, o conforto ambiental deve ser levado a outro patamar de estudo. A afirmação de Schmid deixa claro esse conceito: "a caracterização de conforto ambiental sob uma perspectiva holística inclui (...) a conveniência, o encanto e a leveza" (Schmid, 2005, p. 37). E vai além quando cita o conforto superando a linha da neutralidade, no nível da transcendência, que "está inseparável do prazer, do êxtase, na extremidade oposta à do sofrimento, e aumenta sem limites aparentes. Talvez não se consiga mais quantificá-lo" (Schmid, 2005, p. 30).

O estudo do conforto ambiental nos dias de hoje, em especial o térmico, precisa abranger mais que a exatidão e abstração das simulações e medições; precisa ir além das descrições limitadas e aproximadas de uma realidade que “deixa de acreditar em nossos próprios olhos para crer tão facilmente nos vetores da representação eletrônica” (Virilio, 1993, p.31). É preciso dar um passo atrás para poder observar a perspectiva de forma mais completa: verificar se a ciência não está se desenvolvendo e inovando por e para ela mesma (a ciência pela ciência) e inserir o usuário nesse quadro, com todos os seus anseios, necessidades e vontades. O método científico, que ainda hoje é cartesiano e mecanicista, fragmenta as disciplinas e especializa o conhecimento; ele deverá compreender a visão de uma realidade sistêmica, holística, que insere a intuição e a percepção dos indivíduos.

Para a avaliação do conforto de uma edificação ou cidade de maneira sistêmica faz-se necessário incluir o ser humano, elemento extremamente complexo à equação e que não pode ser deixado em segundo plano. Os modelos adaptativos de conforto térmico (de Dear e Brager, 1998; Nicol e Humphreys, 2002), por exemplo, incorporam à avaliação parte dessa complexidade, como os índices subjetivos de adaptação genética, aclimatação, expectativa e a memória térmica, além do controle personalizado do ambiente. As novas pesquisas que relacionam os diversos campos do conforto ambiental de forma quantitativa (térmico, luminoso, acústico, qualidade do ar, ergonomia) deverão incluir dados qualitativos (cultural, econômico, social e psicológico).

Uma metodologia para avaliar o espaço arquitetônico e o conforto com viés sistêmico e contemporâneo deve basear-se na dependência da ação e da interação das relações entre os indivíduos, a cultura, as formas, as necessidades, os desejos, as memórias e as expectativas.

4 CONCLUSÕES

A terra foi um dos primeiros materiais que o homem aprendeu a modificar e utilizar na construção. Esse tipo de edificação se constitui, portanto, num dos saberes mais antigos de conhecimentos relacionados com a forma de dominação do território. A preservação e o desenvolvimento do uso desse material, por meio da tradição oral ao longo da história, permitiram sua adaptação ao longo do tempo e, hoje, fazem parte do patrimônio cultural que identifica diversas culturas.

Por muitos séculos, a terra foi utilizada na construção essencialmente pela necessidade de abrigo e falta de outros materiais. É um material de construção de uso milenar, com inúmeras vantagens e que deve ser pesquisado e utilizado com a seriedade, o rigor científico e a sensibilidade que exige no processo projetual. Seu uso na arquitetura contemporânea é uma opção que não deve ser tratada como “alternativa”, com a conotação

de falta de possibilidade de escolha. Esse material pode ser utilizado de maneira sofisticada e inventiva, incorporando inovações em todos os processos de seu uso.

Um dos anseios da sociedade contemporânea é a busca de tecnologias que possibilitem maior praticidade e velocidade à vida cotidiana. Quando não obtidas, tornam-se “um novo elemento passível de suscitar irritação e descontentamento” (Lipovetsky, 2007, p.26). A arquitetura contemporânea de terra não busca retomar as práticas arcaicas de séculos passados, mas sim aprimorá-las e evoluí-las. O desenvolvimento de tecnologias voltadas à construção com terra é tema de diversos centros de pesquisa pelo mundo, que criam novos maquinários e equipamentos, sistematizam e industrializam processos, desenvolvem misturas de terra com outros materiais que diminuem os impactos negativos das construções e aumentam a eficiência na execução e a qualidade da habitação.

Taveira (1987, p. 8) reforça: o uso atual da terra como material de construção deve "considerar a possibilidade de evolução tecnológica, como algo novo, moderno e prático". As inovações tecnológicas devem ser incorporadas e evoluídas nos processos, de maneira ampla, na busca do maior desempenho e, assim, torná-la técnica e economicamente mais viável e acessível.

A crescente preocupação em evitar a degradação ambiental encontra descanso no uso de materiais de construção como a terra. Esse material permite seu reuso, em novas formas, novas edificações e construído com diferentes técnicas. A terra provoca menor impacto ambiental se comparado com os materiais convencionais e pode ser reaproveitada ilimitadamente, especialmente quando o material é o do local: não há necessidade de gasto de energia em grandes transportes e a interação da edificação com o entorno fica mais evidente.

Mesmo estabilizada com algum aglomerante, sua reciclagem é possível devido à pouca porcentagem agregada; e no caso do “descarte”, a deposição do material na natureza não provoca nenhum prejuízo ambiental, uma vez que o material volta a estar no lugar de onde fora retirado, volta a ser incorporado a sua origem, num ciclo “do berço ao berço”.

A terra não torna uma edificação confortável nem contemporânea enquanto simples material de construção; é o espaço que tem essa responsabilidade. O material pode alimentar estímulos sensoriais que enriqueçam o espaço e o permitam reforçar a percepção de acolhimento, privacidade, prazer, segurança, humanidade (Maia, 2016).

O conforto ambiental possibilitado pela qualidade da edificação de terra, por meio de um projeto que observe as características deste material e ao clima local, pode suprir as necessidades térmicas e promover, além do “não desconforto”, o prazer aos seus ocupantes. Essa edificação utiliza em sua construção as tecnologias atuais, suprindo o desejo da “inventividade” da sociedade contemporânea; causa baixo impacto ambiental negativo, tanto no momento de sua construção quanto durante a manutenção e; proporciona emoção, quando o conforto apreendido pelo usuário se expressa pelo bem-estar, pela expansão de seu corpo, sua cultura e seus sentimentos. Nas palavras de Pallasmaa (2011, p.11), "a arquitetura significativa faz com que nos sintamos como seres corpóreos e espiritualizados".

A arquitetura contemporânea em terra pode seduzir com uma linguagem formal atual e apresenta exemplares de qualidade estética e estrutural, com respeito ao conforto ambiental, ao meio ambiente e ao usuário e com o apelo ao baixo impacto ambiental das edificações. A terra é um material de construção de excelência e não deve ser encarado como a panacéia para a sustentabilidade ou utilizado de maneira que se perca em fetichismos ou modismos. Para tanto, faz-se necessário o aprofundamento do estudo sobre suas propriedades físicas, químicas, seus processos e técnicas construtivas, bem como a crítica à arquitetura contemporânea construída com terra e suas relações com o conforto do usuário e com o meio ambiente, de maneira ampla e sistêmica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abiko, A. K. Tecnologias apropriadas: tijolos e paredes monolíticas de solocimento. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Construção Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1980.

Aguirre, R. (2011). Abóbada de terra. In: Técnicas de construção com terra. Bauru, SP: FEB-UNESP/PROTERRA. p.26-34. Disponível em <http://www.redproterra.org>. Acessado em 14/08/2013.

Arini, R.; Nascimento, R. (2006). Arquitetura de terra: projeto e construção de condomínio habitacional. In: Seminário de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil. TerraBrasil 2006: Anais... Ouro Preto. Rede PROTERRA / UFMG: 1 CD-ROM. p. 1-11.

Bayer, A. P. (2010) Arquitetura em terra no Uruguai: modelo de desenvolvimento. In: Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 3. TerraBrasil 2010: Anais... Campo Grande. Rede TerraBrasil; UFMS, 1 CD-ROM. p. 1-11.

Correia, M.; Gómes, F.; Carlos, G. D.; Correia, J. (2014). Reflexões do projeto versus contributo do patrimônio vernáculo para a arquitectura contemporânea sustentável. In: Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra, 14. 14º SIACOT: Anais... San Salvador, El Salvador. PROTERRA; Centroamerica, 1 CD-ROM. p. 80-87.

Cortés, P. A. (2010). Innovación tecnológica de construcción en tierra. In: Seminário Arquitectura de Terra em Portugal, 4, e Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra, 9. IX SIACOT: Anais... Coimbra. Escola Superior Gallaecia: 1 CD-ROM. p. 1-8.

De Dear, R.J. ; Brager, G.S. (1998). Developing an adaptive model of thermal comfort and preference. In: ASHRAE Transactions, 104 (1a). p. 145–167.

Eco, U. (1974). A estrutura ausente. 2ª ed. São Paulo: Editora Perspectiva S.A.

Franco, J.T. (2014). Catenarius: uma abóbada experimental de tijolos de solo-cimento. ArchDaily Brasil. Publicado em 01 dez 2014. Disponível em: <www.archdaily.com.br/br/758150/catenarius-uma-abobada-experimental-de-tijolos-de-solo-cimento>. Acessado em 10 dez 2015.

Jorge, F. (2010). Alentejo – terra actual. In: Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 3. TerraBrasil 2010: Anais... Campo Grande. Rede TerraBrasil; UFMS, 1 CD-ROM.

Lipovetsky, G. (2007). A sociedade da decepção. Ara, A.B. (Trad). Barueri, SP: Manole.

Maia, L. R. Contribuição às construções em terra comprimida e compactada e influências no conforto. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2016.

Marchante, P.; Cortés, M. (2010). La contemporaneidad de la arquitectura en tierra a través el desarrollo técnico-expresivo del material: reinterpretación y renovación arquitectónica. In: Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra, 10. X SIACOT: Anais... Salto, Uruguay. UDELAR: 1 CD-ROM. p. 77-82.

Minto, F. C. N. (2014). Escritório em fazenda com painéis autoportantes em taipa de pilão. In: Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 5. TerraBrasil 2014: Anais... Viçosa. Rede TerraBrasil / UFV: 1 CD-ROM. p. 1-5.

Nicol, J.F.; Humphreys,M.A. (2002). Adaptive thermal comfort and sustainable thermal standards for buildings. In: Energy and Buildings, Volume 34, Number 6. p. 563-572.

Norberg-Schulz, C. (2008). O fenômeno do lugar. In: Nesbitt, K. (Org.) Uma nova agenda para a arquitetura: antologia teórica (1965-1995). São Paulo: Cosac Naify. p. 444-461

Okamoto, J. (2014). Percepção ambiental e comportamento: visão holística na arquitetura e na comunicação. 2ªed. São Paulo: Editora Mackenzie.

Pallasmaa, J. (2011). Os olhos da pele: a arquitetura e os sentidos. Porto Alegre: Bookman.

Piva, R. J. (2006). Arquitetura contemporânea em terra crua. In: Seminário de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil. TerraBrasil 2006: Anais... Ouro Preto. Rede PROTERRA / UFMG: 1 CD-ROM. p. 1-6.

Schmid, A. L. (2005). A ideia de conforto - Reflexões sobre o ambiente construído. Curitiba: Pacto Ambiental.

Virilio, P. (1993). O espaço crítico. Pires, P. R. (Trad.). Rio de Janeiro: Editora 34.

Taveira, E. S. N. (1987). O solo-cimento no campo e na cidade. Construir, Morar, Habitar. São Paulo: Editora Icone.

AUTORES

Leonardo Ribeiro Maia, mestre em tecnologia da arquitetura – conforto ambiental e tecnologia da construção (FAUUSP); arquiteto e urbanista (FAU Mackenzie); membro da Rede TerraBrasil; professor assistente de Tecnologia da Escola da Cidade – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, sócio proprietário do escritório 302 Arquitetura & Design. Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/4819526488123454

Antonio Gil da Silva Andrade, doutor em tecnologia da arquitetura (FAUUSP), mestre tecnologia da arquitetura (FAUUSP), arquiteto e urbanista (Universidade Braz Cubas); professor na Universidade de São Paulo e na Universidade São Judas. Arquiteto titular e fundador da Gesta Arquitetos. Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/6257810119147798

TerraBrasil 2016
VI Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Bauru-SP (Brasil), 8 a 12 de novembro de 2016
http://faacppgarq.wix.com/terrabrasil2016
PPGARQ/FAAC-UNESP

TERRA: USO EM HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL NO BRASIL

Caroline Ribeiro Santana[1]; Francisco Armond do Amaral[2]; Andrei de Barros Nunes Figueiredo[3]

Curso de Arquitetura e Urbanismo – UEMA - Universidade Estadual do Maranhão - campus São Luís; MA, Brasil,
[1]carol.elouf@gmail.com; [2]carmond05@terra.com.br
[3] Curso de Arquitetura e Urbanismo – Instituto de Ciências Jurídicas e Sociais Professor Camillo Filho – Teresina; PI, Brasil,
andreinunes.arqui@gmail.com

Palavras-chave: habitação social, terra, construção natural, ecoeficiência.

Resumo

O Brasil, assim como muitos países, ainda apresenta problemas com a questão habitacional, por isso muitos projetos vêm sendo desenvolvidos buscando formas de garantir esse direito para o maior número de pessoas, através de métodos alternativos que permitam uma arquitetura mais adaptada ao lugar, que gere menos desperdício de recursos e também que satisfaça as necessidades básicas de conforto, segurança e agilidade na construção. Apresenta-se neste trabalho o resgate da construção com terra, material que se enquadra nos parâmetros da sustentabilidade, sendo uma matéria ecoeficiente, ou seja, não necessita consumo de grandes somas energéticas, um material não poluente, durável e passível de reaproveitamento, possuindo baixa energia primária, e, acima de tudo, presente no próprio local e, portanto, adaptado a ele. A partir disso, procura-se provar que não há justificativa técnica para o não uso da terra em habitações de interesse social financiadas por órgãos públicos no Brasil.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a Constituição Federal garante a todos o direito à moradia, para uma vida digna, porém, devido ao processo excludente de urbanização, que cria barreiras econômicas, políticas e até culturais, vem crescendo a formação de áreas de habitações ilegais, onde vivem cidadãos em condições, muitas vezes, precárias. Esse descompasso entre o acesso à moradia e o crescimento populacional vem acontecendo desde o início do processo de construção das cidades e da sociedade brasileira, ocasionado pelo mercado imobiliário capitalista, os baixos salários e a desigualdade social.

A questão habitacional, acoplada ao atual cenário da necessidade de reduzir os usos ilimitados dos recursos naturais, reforça a necessidade de desenvolver projetos de habitações sociais que, através de estudos, escolham materiais e técnicas de construção que produzam não apenas boa aparência da obra, mas também efeitos positivos no ambiente para quem nele vive.

Há milhares de anos o ser humano tem utilizado a terra de várias formas para a construção civil, aplicando diversas técnicas e desenvolvendo novas formas de adaptação do material para o ambiente onde é utilizado, provando sua a durabilidade e resistência. Hoje, “um terço da população habita em casas de terra” (Minke, 2015, p.13), entretanto o número de construções adequadas que utilizam essa matéria prima vem diminuindo consideravelmente, devido à busca por materiais “modernos”, como o metal e o concreto. Esse fato ocorre principalmente nos países mais desenvolvidos como consequência do desenvolvimento tecnológico. Muitos consideram a terra um material obsoleto e fora do padrão, por não utilizar processo de fabricação industrial, por isso poucos países possuem códigos ou normas para construção de terra como a Nova Zelândia, o Peru e os EUA.

2 OBJETIVO

O objetivo geral do trabalho é analisar se as características das construções com terra são compatíveis com as exigências dos órgãos financiadores de habitações de interesse social no Brasil, resgatando técnicas construtivas tradicionais que utilizem o material.

Os objetivos específicos são: resgatar técnicas construtivas tradicionais com terra; identificar técnicas com terra mais exequíveis para aplicação em habitações de interesse social no Brasil; identificar leis ou outros apoios governamentais que incentivem o uso ou estudos para a aplicação da terra; e observar as exigências dos órgãos financiadores de habitações de interesse social no Brasil.

3 METODOLOGIA ADOTADA

O aprofundamento teórico teve base em autores que trazem à luz questões acerca do desenvolvimento sustentável, através de projetos integrados de sustentabilidade, métodos tradicionais de construção e a eficácia dos sistemas construtivos de terra, análise sobre habitações de interesse social, e foi realizado por meio de levantamentos bibliográficos, livros eletrônicos ou livros impressos, estudos de casos, documentos digitais ou impressos disponibilizados por órgãos ou conselhos, artigos científicos, matérias em jornais ou revistas e vídeos disponibilizados na internet. A partir daí, o trabalho se desenvolveu em três etapas:

- primeiramente desenvolveu-se um estudo a respeito do conceito e características da arquitetura de terra, com destaque para as técnicas construtivas mais conhecidas e exemplos de edificações existentes que utilizaram o material na construção;
- a seguir, foi feito um estudo sobre a habitação de interesse social no Brasil, sua origem e atuais programas de financiamento;
- posteriormente foi analisada a eficiência das construções de terra, especialmente referente ao conforto ambiental e aos princípios fundamentais da construção sustentável, relacionando a eficácia da terra como opção de material para habitações de interesse social no Brasil.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A terra é um material que já vem sendo utilizado na construção a milhares de anos, mostrando seu potencial e sua durabilidade através das diversas edificações em todo o mundo, construídas utilizando diferentes técnicas e resistindo até os dias de hoje. Segundo Minke (2015), constrói-se com terra a mais de 9000 anos, como provam as habitações descobertas no atual Turquemenistão à base de blocos de terra (adobe), datadas de um período entre 8000 a 6000 a.C., e fundações de taipa datadas de 5000 a.C. na Síria. Mas não somente em habitações, ainda segundo Minke (2015), edifícios religiosos e túmulos, como o de Ramsés II, em Gourna, foram construídos com tijolos de barro há mais de 3000 anos. A Grande Muralha da China, construída há mais de 4000 anos, foi originalmente erguida em taipa e posteriormente foram acrescentadas pedras e tijolos para criar a aparência de muralha de pedra.

No Brasil, “durante quatro quintos da história do país a terra foi tida como principal material de construção” (Weimer, 2012, p.250). Inicialmente, através da forma mais prática de construção, escavando o solo, da forma como era encontrado na natureza, construções popularmente conhecidas como “buraco de bugre”. Os mais antigos construídos por volta de 1750 a.C. (Sálvia, 1983, p.8, apud Weimer, 2012, p.252), encontrados principalmente na região ao norte do Rio Grande do Sul, até Minas Gerais. A estrutura das casas dava condições térmicas boas, principalmente durante invernos rigorosos. Também foram encontradas no sul do Brasil construções de torrões, em cabanas utilizadas por índios, o que leva a pensar que a técnica é de origem indígena. Mas também foram trazidas técnicas

ao longo da colonização, como a taipa de pilão, de origem norte-africana, como cita Weimer (2012), a taipa de mão, taipa de sebe ou de sopapo. E também trazido pelos portugueses, tem-se o adobe, tijolo de terra seco ao vento e/ou ao sol, já conhecido na antiguidade mesopotâmica e no Egito pré-faraônico (Weimer, 2012).

4.1 O material: características gerais

O solo propício para a maioria das técnicas construtivas naturais localiza-se, em geral, no subsolo, classificado como horizonte B, e não possui matéria orgânica - ele também pode ser encontrado superficialmente, em zonas semiáridas. No entanto, já existem técnicas que fazem uso do solo mais superficial e rico em matéria orgânica, e utilizam essa matéria como junta de ligamento entre os blocos. O solo, ou barro, é composto por partículas que podem se agrupar de acordo com a dimensão de seus grãos, e a quantidade de cada uma dessas partículas é que vai definir as características do material. Essas partículas presentes na terra são classificadas da mais grossa para a mais fina como pedregulho, areia, silte e argila. É preciso que se saiba a composição específica do solo para saber como trabalhar com ele, que tipo de misturas serão utilizadas, quais aditivos serão necessários, como o material irá reagir na edificação. Essas informações são analisadas a partir de diversos testes que permitem identificar a composição granulométrica, o comportamento mecânico do material e como irão ocorrer as deformações para cada nível de água presente na mistura.

a) A granulometria é a porcentagem da quantidade de cada um desses grãos, a partir da qual o solo pode ser considerado arenoso, argiloso ou siltiloso. A composição granulométrica é usualmente representada em forma de gráfico, onde “os eixos das abscissas, são marcados os logaritmos das dimensões das partículas e sobre o eixo das ordenadas as porcentagens, em peso, de material que tem dimensão média menor que a dimensão considerada” (Varela, 2015, p.4);

b) A plasticidade e retração são obtidas a partir da condição de umidade que o solo pode adquirir e pela capacidade de ser moldado, sem alterar seu volume e sem que ele se parta. Essa capacidade, além da quantidade de água, depende da porcentagem de argila do solo, pois é a argila que permite essa elasticidade. A terra pode apresentar cinco estágios de consistência: seco, húmido, plástico, viscoso e líquido. Os limites de plasticidade e de liquidez são dois valores importantes, pois permitem obter outro valor, o índice de plasticidade, que caracteriza a terra disponível. Ambos são determinados através de ensaios de laboratório (Ponte, 2012, p.37).

c) Quando se trata da mistura ideal para cada técnica construtiva, liga-se diretamente a umidade ao grau de compactação do solo, pois para cada técnica é necessária uma quantidade de água e um esforço específico aplicado. Cada tipo de solo e para cada esforço existe uma umidade ideal chamada umidade ótima de compactação, onde ocorre o melhor adensamento da massa, ou seja, maior massa específica seca, apresentando menor porosidade, tornando-se um material durável e resistente. Enquanto que o grau de compactação é a relação entre as massas específicas, retirada do trabalho em campo e a testada em laboratório. Em algumas técnicas de construção a terra é utilizada em uma consistência plástica, maior que a umidade ótima de compactação, levando o material final, após secagem, a possuir uma massa específica diferente da obtida por compactação.

d) Os testes de campo são feitos com relativa rapidez e costumam ser suficientes para estimar a composição do barro e conferir se a mistura é satisfatória para a aplicação da técnica escolhida, são listados por Minke (2015): o teste do cheiro; o teste da mordidela; o teste da lavagem; o de corte; e de consistência.

4.2 Técnicas de construção em terra

As técnicas de construção que utilizam a terra como matéria-prima são divididas em três grupos de sistemas fundamentais, organizados em forma de mandala por Houben e Guillaud (1989) e traduzida e reestruturada por Fernandes (2006). Esses grupos são:

I. Utilização da terra sob a forma monolítica e portante;

II. Utilização da terra sob a forma de alvenaria portante;

III. Utilização da terra como enchimento ou proteção de uma estrutura de suporte.

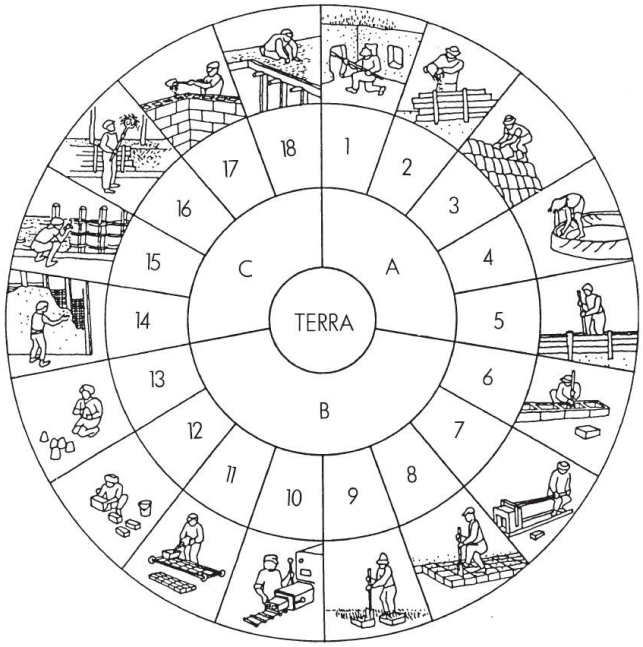


Figura 1. Mandala de técnicas construtivas com terra. (Houben; Guillaud,1989, p.15, apud Fernandes, 2006)

O grupo de construção monolítica é composto por cinco técnicas que se diferenciam dos demais grupos por não haver divergência entre o material e a técnica de construção, ou seja, a terra utilizada é retirada ou readaptada no próprio local de construção, também chamada "elevação in situ", e consiste na compactação de terra úmida em cofragens (moldes) de madeira. As técnicas pertencentes a esse grupo possuem propensão à criação de paredes com carácter mais escultural. São elas: terra escavada, terra plástica, terra empilhada, terra modelada e terra prensada (taipa).

No grupo que utiliza a terra sob a forma de alvenaria portante estão oito técnicas que preparam a terra em unidades pré-fabricadas, moldadas, e depois de secas ao sol, que são usadas na construção. As técnicas são: blocos apiloados, blocos prensados, blocos cortados, torrões de terra, terra extrudada, adobe mecânico, adobe manual e adobe moldado.

No grupo que utilizam a terra como material de vedação, enchimento ou revestimento sobre outras estruturas de suporte, estão cinco técnicas que, em sua maioria, utilizam materiais de origem vegetal, como madeira, bambu ou outros. Atualmente o material de revestimento, terra, pode e vem sendo substituído e enriquecido por materiais alternativos inorgânicos, reutilizados. As técnicas classificadas nesse grupo são: terra de recobrimento, terra sobre engradado, terra palha, terra de enchimento e terra de cobertura.

Foram selecionadas três técnicas com maior potencialidade de enquadramento às exigências do órgão financiador oficial do Brasil:

a) Terra prensada: compreende em prensar ou comprimir (apiloar) manual ou mecanicamente camadas de terra levemente umedecida, dentro de um molde (taipais). Para uma massa regular, a terra deve ser colocada aos poucos e apiloada uniformemente. Após a construção da primeira parte da parede, os taipais são movidos horizontalmente de forma que a parte construída feche uma das laterais e possa dar continuidade à construção;

b) Blocos prensados: também conhecidos como bloco de terra comprimida (BTC) ou *compressed earth blocks* (CEB), consiste em comprimir aplicando grande pressão à terra seca e com grande porcentagem de partículas finas (argila) em moldes, utilizando máquinas como a prensa manual ou prensas industriais. Também podem ser acrescentadas à massa cimento, cal e fibras;

c) Adobe mecânico e moldado: o adobe é um bloco de terra seco ao sol ou à sombra, sem que seja submetido à queima por fogo. Pode ser assentado sem cura, o que garante velocidade à construção, dispensa o uso de argamassa devido à colagem do barro úmido, mas corre o risco de ocorrer fissuras posteriores à secagem em consequência da retração. Essa técnica apropria-se da tecnologia atual, utilizando máquinas semelhantes às agrícolas, garantindo a rápida produção dos blocos. Nesse caso, a consistência da massa utilizada deverá ser plástica ou líquida, levando muito mais tempo, pois são secas ao ar livre, necessitando também de grande área livre; os moldados são efetuados com a utilização de moldes, as formas podem apresentar dimensões variadas, com moldes simples ou múltiplos, preenchendo-os com terra plástica, e pressionando levemente com as mãos, retirando o molde e deixando secar ao sol. O adobe moldado pode ser utilizado ainda úmido na construção de paredes, permitindo que soldem entre si, dispensando argamassa;

4.3 Legislação pertinente e políticas públicas no mundo

Já existem muitos países que consideram a terra um material de construção viável e desenvolveram regulamentações para garantir a qualidade das edificações produzidas através de técnicas que utilizem esse material.

O Brasil, não se encontra na lista de países que possuem normas para a construção com terra, devido a questões principalmente culturais, já que a maioria das pessoas ainda considera construções com terra de baixa qualidade e um material inadequado, como o Instituto de Geografia e Estatística, IBGE, que em suas contagens descarta habitações de terra como construções adequadas.

Um dos primeiros países a estabelecer normas de construção com terra foi a Alemanha, que datam de 1944, mas só se tornaram oficiais após a Segunda Guerra Mundial, em 1951. Apesar de serem consideradas obsoletas em 1971, continuaram a ser usadas como regra para produção de boa arte. Alguns anos depois, a Fundação Alemã para o Ambiente elaborou um conjunto de recomendações técnicas para a construção em terra, que continham um estudo relativo ao estado da arte da construção em terra (“Lhmbau Regeln”), que passaram a ser usadas em quase todos os estados alemãs, e chegaram a ser adotadas também por outros países (Torgal, Eires, Jalali, 2009).

Assim como a Alemanha, a Austrália está na lista dos primeiros países a adotarem regulamentações para construir com terra, publicadas em 1952 pela *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization* (CSIRO) com a designação de “Bulletin 5” e vem sendo editada ao longo dos anos, como em 1976, 1981, 1987 e 1992. Com a necessidade de um documento mais completo, criou-se o manual de construção em terra australiano, publicado em 2002, que reúne um conjunto de recomendações sobre as boas práticas da construção em terra, sendo composto por seis capítulos (Maniatidis, Walker, 2006). Na Espanha, o Ministério dos Transportes e Obras Públicas da Espanha publicou um documento de orientação para a concepção e construção de estruturas de terra (Ministerio

de Obras Públicas y Transportes, 1992). O documento tem cinco seções principais e o foco é sobre terra batida, embora existam referências e comparações com adobe. O material ainda fornece informações sobre testes de materiais, aditivos, reforço, cofragem e tolerâncias de construção em geral (Maniatidis, Walker, 2006).

4.4 Usos e aplicações da terra na arquitetura contemporânea

A utilização de técnicas milenares aliadas à tecnologia atual resulta em grandes construções de terra, de enorme potencial estético e ecoeficientes. Inúmeras construções históricas centenárias, executadas com terra, podem ser encontradas até hoje em perfeito estado, resistindo às intempéries durante anos.

Arquitetura de terra, entretanto é encontrada em edificações históricas e em grandes construções contemporâneas no mundo todo, sobretudo no Brasil. Essas edificações mesclam a naturalidade do elemento terra, com suas antigas técnicas construtivas, com o impacto da contemporaneidade, suas inovações e ideias revolucionárias[1].

4.5 Habitação de interesse social no Brasil

Habitações urbanas de qualidade envolvem serviços urbanos de qualidade, que atendam as necessidades coletivas através das redes físicas de distribuição de energia elétrica, comunicações, sistema viário, equipamentos sociais, incluindo os edifícios e instalações destinados às atividades relacionadas com educação, saúde, lazer e trabalho. Entretanto, o problema habitacional é crescente e atinge principalmente a população de baixa renda, devido à falta de recursos da população para enfrentar os gastos com habitação e ao processo de urbanização excludente que vem elevando os custos do solo urbano. Fazendo com que essas pessoas busquem moradia em lugares inadequados.

No Brasil, as políticas de habitação de interesse social se iniciaram a partir de um contexto histórico, econômico e tecnológico. No século XIX começaram a crescer as atividades indústrias e surgir a necessidade de mão de obra, causando migração das populações do meio rural para os centros urbanos, consequentemente, resultando em aglomeração de trabalhadores mal alojados, o que viria a prejudicar a saúde pública, exigindo moradias de baixo custo para suprir essa necessidade que crescia (Bonduki, 2004).

Foi nesta época que, devido ao crescimento da população nas áreas urbanas, surgiu a necessidade de intervenção do Estado, criando o Sistema Financeiro de Habitação (SFH), instituído pela Lei 4.380/64, que objetivava a dinamização da política de captação de recursos para financiar habitações por meio das cadernetas de poupança e recursos do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS), através do Banco Nacional de Habitação (BNH) (Holz, Monteiro, 2008), no governo do presidente Castelo Branco. O BNH tinha o objetivo de estabelecer orientação da política de governo para a solução dos problemas de habitação e saneamento junto às populações de poder econômico limitado (Ferreira, 2010).

Para atender a demanda, o SFH foi dividido em dois ramos: um direcionado às classes média e alta, gerido por agentes privados ligados à construção civil, e o outro, voltado para a classe de baixa renda, que era operado por agências estatais, por meio de Companhias Estaduais e Municipais de Habitação (Holz, Monteiro, 2008). Entretanto, em ambos os sistemas era utilizado o autofinanciamento, necessitando que quem adquirisse, provasse que poderia pagar, posteriormente. Dessa forma as populações com baixa renda saíram prejudicadas, já que não conseguiam provar que seus ganhos suportariam o pagamento da dívida. Além disso, tinha como política a remoção das ocupações ilegais para dar lugar as habitações sociais (Holz, Monteiro, 2008).

[1] Exemplos no desenvolvimento e na concretização de ideias inovadoras da arquitetura de terra são os arquitetos do escritório equatoriano Chaquiñán, a arquiteta mexicana Tatiana Bilbao S.C., o escritório alemão Kere Architecture e o arquiteto brasileiro Michel Habib (Uribe, 2015).

Enquanto isso, as ações do BNH para financiar a construção de habitações de interesse social de baixa qualidade acabaram gerando uma dívida em torno de 120 bilhões de reais, ainda hoje sendo paga pelos governos estaduais no País. Resultando na extinção do BNH no governo de José Sarney, transmitindo as responsabilidades desse para a Caixa Econômica Federal, que no momento não estava preparada para tais obrigações.

Hoje, o Programa Habitação de Interesse Social, por meio da Ação Apoio do Poder Público para Construção Habitacional para Famílias de Baixa Renda, financiado pela Caixa Econômica Federal, objetiva viabilizar o acesso à moradia adequada aos segmentos populacionais de renda familiar mensal de até 3 salários mínimos em localidades urbanas e rurais. O programa, que tem gestão do Ministério das Cidades, é operado com recursos do Orçamento Geral da União (OGU).

Hoje, segundo o Ministério das Cidades (2014), o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) é o maior programa de habitação no Brasil, é o programa habitacional do Governo Federal que dá acesso à casa própria aos brasileiros de baixa renda nas zonas urbana e rural. É uma estratégia para prover moradia digna, ao mesmo tempo em que gera emprego e renda, por meio do aumento do investimento no setor da construção civil. No entanto, em entrevista para a revista Carta Capital (2015), o arquiteto e especialista em habitação social, Héctor Vigliecca, afirma que programas como o PMCMV geram exclusão social, “poder público constrói ‘depósitos de prédios’, com o objetivo de atingir metas numéricas, mas sem se preocupar com estruturas que promovam a cidadania” (Welle, 2015).

a) Legislação Pertinente e Políticas Públicas

No Brasil, na Constituição Imperial de 1824 e na Constituição Republicana de 1891, a propriedade era tida como um direito individual, sem qualquer atenção para o seu interesse social. Em 1964, foi a primeira vez que a assistência técnica apareceu como conceito legal, quando foi aprovada a Lei Nº 4.380/64, que institui a correção monetária nos contratos imobiliários de interesse social, o sistema financeiro para aquisição da casa própria, cria o Banco Nacional da Habitação (BNH), e Sociedades de Crédito Imobiliário, as Letras Imobiliárias, o Serviço Federal de Habitação e Urbanismo e dá outras providências. O Art. 4º da lei afirma que os recursos seriam direcionados para todas as construções de habitações com a finalidade de retirar pessoas de condições miseráveis, investir em projetos que já tenham um terreno urbanizado, projetos que incentivem a casa própria e projetos que invistam em populações rurais. Mesmo que os recursos beneficiem a população, cada morador deverá respeitar as condições de que a habitação não poderá ser revendida, alugada, ou utilizada para fins comerciais ou de prestação de serviço, tomando assim o sistema objetivo, eficaz e justo (Garros, 2015).

Com a promulgação do Estatuto das Cidades (Lei Federal Nº 10.257, de 10 de julho de 2001), referente à Política Urbana, que regulamenta a Constituição, foi ratificada a função social do solo urbano e a habitação assume efetivamente o caráter de direito básico da população. As políticas e estratégias habitacionais para a população de baixa renda passam a ser legalmente submetidas ao interesse da sociedade, sobretudo em nível local nos municípios, onde se dão os impactos de sua implantação (Larcher, 2005).

No governo do presidente Luís Inácio Lula da Silva, foi instituída a Lei nº 11.124, de 16 de junho de 2005, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social. Seria incorporado ao Artigo 11 um inciso 3º assegurando na forma definida pelo Conselho Gestor "que os programas de interesse social beneficiados com recursos do Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social, envolvam a assistência técnica gratuita nas áreas de arquitetura, urbanismo e engenharia".

b) Características

Existem vários programas no Brasil para tratar a questão habitacional, segundo o Ministério das Cidades (2014), a Secretaria Nacional de Habitação (SNH) é responsável por

acompanhar e avaliar, além de formular e propor, os instrumentos para a implementação da Política Nacional de Habitação, em articulação com as demais políticas públicas e instituições voltadas ao desenvolvimento urbano, com o objetivo de promover a universalização do acesso à moradia. Alguns dos programas e ações articulados pela SNH são: PAC - Urbanização de Assentamentos Precários; Programa Minha Casa, Minha Vida; Programa Urbanização, Regularização e Integração de Assentamentos Precários; Habitar Brasil BID – HBB; Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat - PBQP-H; Projetos Prioritários de Investimentos – PPI (Intervenções em Favelas); Carta de Crédito Individual; Carta de Crédito Associativo; Programa Especial de Crédito Habitacional ao Cotista do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço - Pró-cotista; Política Socioambiental do FGTS; PMI - Projetos Multissetoriais Integrados.

Um dos mais populares da lista é o Programa Minha Casa Minha Vida, que se subdivide em cinco programas, são eles Habitação Urbana, Habitação Rural, Mais Casa Mais Vida, Programa Caixa de Olho na Qualidade e Garantia do seu Imóvel. O programa escolhido para a análise de implantação de habitações construídas com terra foi o Minha Casa Minha Vida Habitação Urbana, que segundo a Caixa Econômica Federal (2015) “é uma iniciativa do Governo Federal que oferece condições atrativas para o financiamento de moradias nas áreas urbanas para famílias de baixa renda”. Nesta modalidade, existem duas faixas de renda contempladas, famílias com renda até R$ 1.600,00 e famílias com renda até R$ 6.500,00.

> Segundo o Ministério das Cidades (2014), devem constar nos projetos especificações mínimas que possam garantir uma qualidade de vida boa e salubre para as famílias, e de acordo com essas diretrizes, um projeto de habitação de interesse social deve haver uma sala, um dormitório para casal, um dormitório para duas pessoas, uma cozinha, uma área de serviço e um banheiro, totalizando uma área mínima de 36m² de área útil, sem contar a área de serviço. As dimensões mínimas dos cômodos não são especificadas, mas as diretrizes apontam quais são e a quantidade mínima de móveis por ambiente. Outras características projetuais também são especificadas, como o pé direito mínimo de 2,50m, cobertura em telha cerâmica, revestimento interno sobre reboco ou gesso, revestimento externo texturizado ou com tinta acrílica adequada, revestimento de áreas molhadas em no mínimo a 1,50 m do piso acabado, portas de madeira ou metal, esquadrias com áreas mínimas de 1,20 m² e 1,50 m² nos quartos e nas salas, respectivamente, pisos cerâmicos em toda a área coberta, o projeto deve prever uma solução para ampliação de edificações, além de obedecer as diretrizes sobre instalações elétricas, telefônicas, abastecimento de água, infraestrutura e acessibilidade as áreas de uso comum (Garros, 2015, p.42).

Para garantir a qualidade das edificações e da vida dos moradores é necessário que os projetos sigam às especificações dos empreendimentos e da unidade, estabelecidas pela Resolução CCFDS Nº 193/12 Art. 3º que todas as unidades habitacionais devem ser no mínimo adaptadas com kits que facilitem o fluxo e gere conforto na rotina de todas as famílias que possuem membros com deficiências (Ministério das Cidades, 2014). A respeito do desempenho técnico das edificações, deve obedecer aos critérios do Sistema Nacional de Avaliação Técnica de Sistemas Inovadores e Convencionais (SiNAT).

4.6 Terra na habitação

Quando se trata da questão habitacional e propostas de “novos” materiais e “novos” sistemas construtivos, no entanto, o mais interessante seria criar novo uso para velhos materiais, onde o objeto arquitetônico passa a ser resultado de uma ação que vai abranger reeducação, treinamento técnico e consequente execução das habitações. Dessa forma, construir habitações que utilizem materiais construtivos renováveis e com baixo potencial energético, poupa as fontes de recursos naturais e reduz o impacto ambiental. Assim, a proposta é utilizar a terra na construção de habitações de interesse social, melhorando a

qualidade da vida dos moradores, além de fornecer treinamento, reeducação e requalificação da mão-de-obra existente para trabalhar com o material, consequentemente com conhecimento da auto-sustentabilidade e reciclagem a comunidade vai poder garantir uma real qualidade de vida.

a) Os critérios de eficiência do material usado na construção são medidos de acordo com o conforto ambiental proporcionado. O conforto dar-se-á quando não há incômodo em relação ao ambiente (Corbella, 2011).

O conforto térmico está relacionado com a temperatura, umidade, velocidade do ar e radiação solar incidente. A tabela 1 mostra valores de materiais compostos por terra utilizados na construção de habitações.

É necessário conhecer a temperatura e a umidade relativa do ar, para se analisar a capacidade de contribuição da ventilação na remoção de calor do corpo humano. Segundo Weimer (2005, p.251) "paredes de terra transpiram e equilibram os excessos e carências de umidade e de temperatura do meio ambiente". Ou seja, do ponto de vista técnico, este tipo de material apresenta propriedades higrotérmicas que contribuem para a regulação do conforto térmico e para a exploração de mecanismos com funcionamento bioclimáticos. Minke (2015) confirma essa afirmação com investigações sobre o desempenho de alguns materiais de construção, comprovando que blocos de terra são capazes de absorver 10 vezes mais humidade do ar do que os tijolos cerâmicos tradicionais.

Tabela 1. Propriedade térmica dos materiais (Corbella, 2011)

Propriedades	Massa específica (ρ)	Condutividade (ʎ)	Calor específico (c)	Difusividade (a)	Efusividade (b)
Unidades	kg/m³	W/m/ºC	j/kg/ºC	10^{-7} m^2/s	J/ºC/m^2/$s^{1/2}$/
Blocos de adobe	1700	0,52	840	3,65	860
Solo-cimento	2000	0,78	580	6,77	950
Terra argilosa seca	1600/1900	0,280/2,800			
Terra comprimida (bloco, seco)	1700/1900	1,1	840	6,9/7,7	1300
Terra úmida	1800	0,58	1460	2,21	1230

O conforto visual está relacionado com a capacidade de ver bem com níveis de luz agradáveis para realização das tarefas necessárias. Existem normas de iluminação para determinadas tarefas e idades dos realizadores desses afazeres. De modo geral, é necessário que não haja ofuscamento ou grandes contrastes, que levam ao desconforto e cansaço visual, como diz Corbella (2011). A luz dentro de uma construção de terra pode variar de acordo com os vãos criados permitindo a entrada da luminosidade. Dentro, o brilho refletido dificilmente irá causar desconforto por ofuscamento, já que as cores produzidas pela terra são agradáveis aos olhos "indo desde o ocre até o vermelho e marrom, sem esquecer a tabatinga alva" (Weimer, 2005, p.251).

Quando um ambiente possui conforto acústico as pessoas escutam bem, sem influencias ou alterações causadas por elementos que absorvem demais ou superfícies que refletem e causam interferências ou reverberação. Além disso, ruídos produzidos em outros lugares não devem interferir no ambiente, assim projetos devem prever possíveis fontes de ruídos dentro das edificações e fazer com que elas não interfiram nas demais áreas. Nas edificações em terra, como as paredes e pisos são porosos, eles absorvem o som com maior facilidade, ao contrário de pisos e paredes lisos, como os construídos com tijolos cozidos e de concreto que, muitas vezes, ainda são revestidos com cerâmica ou outros materiais, nos quais há reflexão do som.

b) Assim como qualquer outro tipo de material, a terra possui suas adversidades na construção, como a fraca resistência mecânica e à água, o que criou grande preconceito para com o material, vindo a ser considerada construção para pobres, no entanto os problemas podem ser contornados. A questão da resistência pode ser melhorada através de diferentes processos de estabilização de solos, que permitem adicionar à terra determinadas características específicas usando materiais também naturais, como óleos e fibras de origem mineral e animal ou até mesmo sem nenhum material extra, apenas com a escolha da técnica correta. Para Torgal, Eires e Jalali (2009) as principais complicações em relação à construção com terra são divididas em dois grupos: patologias estruturais e não estruturais.

As principais patologias de origem estrutural ocorrem devido ao mau funcionamento das fundações, das zonas de concentração de tensões e também de situações de colapso ou degradação mecânica da cobertura. Em relação aos problemas relacionados às fundações, ocorrem, em sua maioria, em edificações mais antigas, onde a fundação consiste apenas em um lintel de alvenaria de pedra corrida ao longo do comprimento da parede, muitas vezes sem uso de ligantes e sem um comportamento rígido, fazendo com que surgissem fissuras ao longo das paredes.

Das patologias não estruturais as principais se dão sobre a ação da água das chuvas nas paredes ou do solo em contato com a fundação através de fenômenos de capilaridade. O impacto da chuva, direto ou repetido, vai alterando a superfície dos elementos exteriores dos edifícios, provocando desgaste levando a erosão da superfície. A ação da água pode ainda propiciar o aparecimento de espécies vegetais que aceleram a degradação das paredes em terra.

Porém, essas patologias podem ser contornadas. A quantidade de água que vai entrar em contato com a parede pode ser regulada pelo revestimento que garante a impermeabilização (Rodrigues, 1999). O revestimento deve ser suficientemente espesso para constituir uma barreira eficaz à penetração da água, que seja pouco susceptível a fendilhar. Além disso, a utilização de fundações, embasamentos, coberturas com beiral amplo e revestimentos que permitam uma adequada proteção em relação à água é suficiente. A sobrevivência das construções de terra centenárias que hoje encontramos deve-se ao fato de recorrerem aos tipos já citados de soluções de proteção em relação à água. E, também, por serem sujeitas a cuidados adequados de manutenção, o que é também fundamental (Gonçalves, Gomes, 2012).

c) Desenvolvimento sustentável é aquele que melhora a qualidade da vida do homem na Terra ao mesmo tempo em que respeita a capacidade de produção dos ecossistemas nos quais vivemos (Milkhailova, 2004).

Atualmente, uma das atividades que tem grande consumo de recursos naturais é a construção civil, a nível mundial a indústria da construção consome mais matérias-primas (aproximadamente 3000 Mt/ano, quase 50% em massa) que qualquer outra atividade econômica. Com o aumento da população mundial espera-se que até o ano 2030 um aumento de mais de 2 bilhões de pessoas e as necessidades implícitas em termos de construção de edifícios e outras infraestruturas agravará ainda mais o consumo de matérias-primas não renováveis, bem como a produção de resíduos (Torgal, Eires, Jalali, 2009). A sustentabilidade não é mais uma opção, é uma necessidade, mesmo que muitas vezes venha sendo tratada como uma novidade. Gauzin-Müller (2011) defende a ideia que a Arquitetura ecológica é praticada no Brasil desde os bandeiristas, no século XVII.

“A construção em terra assume, neste contexto particular, uma mais-valia que a torna extremamente competitiva quando comparada com os materiais e técnicas construtivas correntes” (Torgal, Eires, Jalali, 2009, p.155). Diferente de materiais de construção como alvenaria de tijolo cerâmico ou blocos de concreto ou outro material industrializado, cuja produção é localizada em pontos, em sua maioria, longe dos locais de construção, a terra a

ser utilizada na edificação pode estar extraída no local da construção ou muito próxima a ela, evitando, assim, gastos com o deslocamento e poluição com o transporte do material.

Outra grande vantagem ambiental é a facilidade de reciclagem do material. Ainda que sejam utilizados materiais de estabilização como cal ou cimento, o solo pode voltar a ser reutilizado neste tipo de construção, podendo assim considerar que a construção em terra praticamente não gera resíduos, com exceção de técnicas que façam uso de outros materiais. Um material que, segundo Salasar (2007) possui e libera grande quantidade de compostos orgânicos voláteis (COVs), responsáveis pela contaminação do ar interior, são tintas à base de solventes, muito raramente utilizadas em habitações em terra que, em sua maioria, não possuem paredes internas revestidas, por estética ou preferem tintas também à base de terra. Além de não sofrerem com distúrbios eletromagnéticos (Gaiola de Faraday), detectados em habitações construídas em concreto armado.

Um fator de valor fundamental em relação à construção em terra é o fato de ela ser ou não mais econômica que a construção tradicional. Apesar da vantagem deste tipo de habitação ser clara sob vários aspectos, anteriormente mencionados, em relação à qualidade do ambiente construído e ao baixo impacto ambiental causado, o custo da construção é um aspecto indispensável quando se trata de habitações de interesse social. Segundo Torgal, Eires e Jalali (2009), o custo da construção em terra varia de acordo com os países e o custo da mão de obra especializada em cada um deles, no Brasil uma habitação com paredes de solo estabilizado com cimento tem um custo cerca de 30% inferior ao de paredes de tijolo cerâmico. Essa informação torna a terra uma solução bastante viável para o futuro das habitações, facilitando também os trabalhos de manutenção para os futuros moradores, quando informados como deve ser feita a manipulação do material, passando para esses conhecimentos prévios e orientação sobre os sistemas construtivos naturais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A terra é um material comprovadamente sustentável, iniciando na questão do deslocamento e poluição, já que pode ser retirada do próprio local de construção. Além de ser durável e resistente, a terra é um material que pode ser reaproveitado. Quando não utilizados materiais de estabilização, ela pode voltar para o local onde foi retirada sem perigo de contaminação ambiental e mesmo quando utilizados ela pode ser reaproveitada em outras construções, evitando acúmulo de entulho. O material é também saudável e inegavelmente propício para habitação, conforme é demonstrado nos documentos de orientação para a concepção e construção de estruturas de terra, como o da Espanha, Austrália e da Alemanha.

Assim, os recursos naturais do planeta podem ser conservados, eliminando a estagnação por um único material. Considerando que apresenta vantagens significativas em relação aos métodos construtivos tradicionais, a terra possui claro potencial de uso como material para habitações de interesse social, melhorando o ambiente de moradia e consequentemente a vida de quem nele irá habitar.

Dessa forma o material atende a todas as exigências para a construção de habitações de interesse social no Brasil e o fato dela não ser reconhecida pelos órgãos financiadores não se dá, como mostrado nesta pesquisa, em função de suas características técnicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bonduki, N. (2004). Origens da habitação social no brasil: arquitetura moderna, lei do inquilinato e difusão da casa própria. São Paulo: Estação Liberdade.

Caixa Econômica Federal. Habitação de interesse social. Disponível em <http://www1.caixa.gov.br/gov/gov_social/municipal/programas_de_repasse_do_OGU/habitacao_interesse_social.asp>. Acessado em 17/05/2016.

Corbella, O. (2011). Manual de arquitetura bioclimática tropical para redução de consumo energético. Rio de Janeiro: Revan.

Fernandes, M. (2006). Técnicas de construção em terra. 10ª Mesa Redonda de Primavera Terra: Forma de construir Arquitectura - Antropologia - Arqueologia. Porto, Faculdade de Letras do Porto – FLUP.

Ferreira, M. S. (2010). Funções e exigências da habitação de interesse social no século XXI: determinação de áreas mínimas de projeto/caso Porto Alegre, RS. I Encontro Nacional da Associação Nacional de Pesquisa e Pós –Graduação em Arquitetura e Urbanismo. I ENANPARQ: Arquitetura, Cidade, Paisagem e Território: percursos e prospectivas. Rio de Janeiro.

Garros, A. B. G. (2015). Bambu na arquitetura: análise da sustentabilidade sócio ambiental para projetos de habitação de interesse social em São Luís. Dissertação (Graduação em Arquitetura e Urbanismo). Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, São Luís, Maranhão.

Gauzin-Müller, D. (2011). Arquitetura ecológica. São Paulo, SP: Editora Senac São Paulo.

Gonçalves, T. D.; Gomes, M. I. (2012). Construção de terra crua: potencialidades e questões em aberto. In: Engenharia para a Sociedade, Investigação e Inovação. Cidades e Desenvolvimentos – LNEC. Lisboa.

Holz, S.; Monteiro, T. V. A. (2008). Política de habitação social e o direito a moradia no brasil. In: X Coloquio Internacional de Geocrítica. Diez años de cambios en el mundo, en la geografía y en las ciencias sociales, 1999-2008. Barcelona.

Larcher, J. V. M. (2005). Diretrizes visando a melhoria de projetos e soluções construtivas na expansão de habitações de interesse social. Dissertação (Mestrado em Construção Civil). Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná - UFPR. Curitiba, Paraná.

Maniatidis, V.; Walker, P. (2013). A review of rammed earth construction. Natural Building Technology Group. University of Bath. Bath.

Mikhailova, I. (2004). Sustentabilidade: evolução dos conceitos teóricos e os problemas da mensuração prática. In: Revista Economia e Desenvolvimento, n° 16. Santa Maria, Rio Grande do Sul.

Ministério das Cidades (2014). Secretaria nacional de habitação. Disponível em < http://www.cidades.gov.br/habitacao-cidades>. Acessado em 17/05/2016.

Ministerio de Obras Públicas y Transportes (1992). Bases para el diseño y construcción con tapial. Madrid: MOPT

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

Ponte, M. M. C. C. (2012). Arquitetura de terra: o desenho para a durabilidade das construções. Dissertação (Mestrado em Arquitetura). Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. Coimbra.

Rodrigues, P. F. (1999). A problemática dos revestimentos de paredes em construções de terra crua. FunDEC, Jornada sobre Construções com Terra Aditivada. A Terra como Material de Construção de Edifícios. Lisboa.

Salasar, C. J. (2007). Estudo sobre emissão de compostos orgânicos voláteis (COVs) de tintas imobiliárias à base solvente e água. Dissertação (Mestrado em Química). Química dos Recursos Naturais, Universidade Estadual de Londrina – UEL. Londrina, Paraná.

Torgal, F. P.; Eires, R. M. G.; Jalali, S. (2009). Construção em terra. Portugal. Delegación Portugal.

Uribe, B. (2015). Archivo: ¡Tierra a la Vista!. Disponível em <http://www.archdaily.pe/pe/775120/archivo-tierra-a-la-vista> Acessado em 20/03/2016.

Varela, M. (2014). Apostila de solos. IFRN – Curso Técnico em Edificações. Disponível em < http://pt.scribd.com/doc/219473022/Apostila-de-Solos#scribd> Acessado em 20/03/2016.

Weimer, G. (2012). Arquitetura popular brasileira. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes.

Welle, D. (2015). “Minha Casa Minha Vida” gera exclusão, diz arquiteto. Disponível em <http://www.cartacapital.com.br/sociedade/minha-casa-minha-vida-gera-exclusao-diz-arquiteto-7104.html> Acessado em 05/08/2016.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Prof.ª Dr.ª Ingrid Gomes Braga, por introduzi-los ao assunto da construção natural.

AUTORES

Caroline Ribeiro Santana, graduanda em arquitetura e urbanismo na UEMA; ex-pesquisadora da Universidade Estadual do Maranhão 2012/2013, e novamente em 2014/2015, com pesquisa intitulada: arquitetura de terra: o resgate da técnica construtiva tradicional e possibilidades de aplicações na arquitetura contemporânea, premiada pelo SEMIC/UEMA em 2015. Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/3686706900962282.

Francisco Armond do Amaral, mestrando em Design; especialista em computação gráfica aplicada a arquitetura e engenharia; Designer; ex-professor do Departamento de Desenho e Tecnologia da UFMA; professor do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual do Maranhão. Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/3630653624881058.

Andrei de Barros Nunes Figueiredo, graduado em Arquitetura e Urbanismo no ano de 2013 pelo Instituto de Ciências Jurídicas e Sociais Professor Camillo Filho, ex-membro do escritório escola de arquitetura e urbanismo do Instituto Camillo Filho, responsável pelo desenvolvimento de projetos no escritório de arquitetura "Ateliê 3 - Arquitetura e Urbanismo", em Teresina, Piauí. Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/0799404986522537.

TerraBrasil 2016
VI Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Bauru-SP (Brasil), 8 a 12 de novembro de 2016
http://faacppgarq.wix.com/terrabrasil2016
PPGARQ/FAAC-UNESP

ERROS COMUNS EM CONSTRUÇÕES COM TERRA

Marcela Fenyves Ary[1]; Samantha Orui[2]

[1] Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Centro Universitário Belas Artes de São Paulo; SP, Brasil, vidpunkto@gmail.com
[2] Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo; SP, Brasil, samanthaorui@gmail.com

Palavras-chave: patologia, construção com terra, revestimento, argamassa, cimento

Resumo

Um dos principais desafios da revalorização da construção com terra é o preconceito. Não só daqueles que planejam construir uma casa para si, como também daqueles que são chamados para construir. No canteiro de obras, é comum que trabalhadores da construção civil olharem desconfiados para os arquitetos contratados para orientar a construção com terra. E, por vezes, a falta de experiência de ambos ocasiona decisões técnicas equivocadas.

1 INTRODUÇÃO

A terra é um dos materiais construtivos mais antigos de que se tem notícia e, embora não se saiba, com exatidão, quando e onde surgiram as primeiras construções feitas com terra, o que se sabe é que todas as antigas civilizações se apropriaram da terra como material construtivo, não só para edificar suas moradias, como também para edificar suas fortalezas religiosas (Presa, 2011).

Após o início da produção do cimento em escala industrial, o uso da terra como material construtivo ficou associado a pessoas de poucos recursos, razão principal do preconceito que se mantém com relação ao seu uso até os dias de hoje. Porém, visto que a construção civil está entre as atividades que mais causam impactos ambientais negativos no mundo, responsável por cerca de 14% a 50% dos recursos extraídos da natureza, renováveis e não renováveis e gerar resíduos tanto no processo quanto na reforma, (Sjöstrom, 1996 apud John, 2000) e, torna-se crucial a busca de novas e mais sustentáveis formas de construir.

O primeiro argumento que valida a hipótese de que o impacto ambiental do ciclo de vida das habitações construídas com terra é menor do que o impacto ambiental do ciclo de vida das habitações construídas com materiais modernos, tais como o cimento, o aço e as tintas petroquímicas, assume a emissão de gás carbônico como indicador do impacto ambiental. Já o segundo argumento assume como indicador de impacto ambiental a emissão de compostos orgânicos voláteis. O terceiro assume que o impacto ambiental de processos produtivos baseados em ciclos abertos é maior do que o impacto ambiental de processos produtivos baseados em ciclos fechados e, assim como os outros dois argumentos, o terceiro argumento evidencia as vantagens do uso da terra como material construtivo, pois é um material natural que pode ser reutilizado inúmeras vezes, enquanto o cimento, não (Orui, 2015).

Contudo, apesar de todos os argumentos que validam as vantagens ambientais do uso da terra como material construtivo – sem citar suas vantagens sociais e econômicas, relacionadas ao resgate de culturas tradicionais e a sua disponibilidade para uso na maior parte das regiões – é comum que trabalhadores da construção civil olhem desconfiados para os arquitetos contratados para orientar a construção com terra. E, por vezes, a falta de experiência de ambos ocasiona decisões técnicas equivocadas. A adição de cimento na argamassa de assentamento de adobes é um caso típico, assim como a adição de cimento na argamassa de revestimento de paredes feitas com terra.

Nesse sentido, o estudo dos erros comuns em construções com terra, suas possíveis causas e soluções, poderá auxiliar na desmistificação e maior utilização deste recurso.

2 O USO DA TERRA COMO MATERIAL CONSTRUTIVO

As vedações feitas com terra podem ser divididas em três grandes grupos, de acordo com a maneira em que o material é trabalhado[1]:

- terra trabalhada no local e utilizada de forma monolítica;
- terra utilizada para produção de componentes de alvenaria;
- terra como preenchimento de uma estrutura.

A taipa de pilão é um exemplo de parede monolítica. É um sistema construtivo caracterizado pela compactação – manual ou mecânica – da terra úmida dentro de fôrmas: pode ser realizada com terra, solo-cimento ou terra palha. Trata-se de um sistema monolítico, em que não há necessidade de se unir blocos ou tijolos; em geral, dispensa a aplicação do revestimento, uma vez que o baixo teor de água livre da mistura utilizada previne o surgimento de fissuras durante sua secagem.

O adobe é um componente construtivo de alvenaria produzido com terra em estado plástico cujo processo produtivo foi registrado pelos egípcios cerca de cinco mil anos antes de Cristo (Chiras, 2000, p.124). A aplicação de revestimento sobre a parede de adobe é opcional: há quem prefira deixá-lo aparente, há quem associe a durabilidade das construções à manutenção de seus revestimentos externos e internos. Em geral, o uso de revestimentos pode também ser, além do elemento de proteção da parede, o de expressão cultural e artística tão bem demonstrado em edificações centenárias de adobe.

O pau a pique – também conhecido como taipa de mão ou taipa de sopapo -, por sua vez, consiste na composição da estrutura treliçada de ripas de madeira ou bambu, preenchida com terra plástica (barro). Em geral, logo que estrutura de madeira é armada, e, quando a trama da parede está pronta, o taipeiro faz a estrutura do telhado e em seguida a cobertura, permitindo que ele possa preencher as paredes já protegidas da chuva. Essa é, sem dúvida, a técnica construtiva que remete ao imaginário que associa a Doença de Chagas às casas de terra. E, por isso mesmo, inquestionavelmente, dentre os três, é o único sistema construtivo que pressupõe a aplicação de revestimento, pois a fissuração do material durante sua secagem, apesar de controlável, não é inevitável (Silva, 2000).

3 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS EDIFICAÇÕES

De acordo com França e outros (2011), a patologia das edificações é a ciência formada por um conjunto de teorias que servem para explicar o mecanismo e a causa da ocorrência de uma determinada manifestação patológica. Ainda segundo eles, as manifestações patológicas podem ser adquiridas durante a execução da obra (emprego inadequado de materiais e métodos construtivos), durante a concepção do projeto ou ao longo da vida útil da edificação.

[1] Pode-se também adotar classificações de acordo com o estado físico do material utilizado: terra líquida, terra plástica ou terra seca (Doat et al., 1979, p.11). Ou, ainda, de acordo com o material utilizado para a estabilização.

3.1 Manifestações patologias de origem estrutural

Torgal e Jalali (2009), ao se debruçarem sobre o tema, assumindo como recorte as construções tradicionais existentes em Portugal, diante da necessidade de reabilitação desse tipo de construção, concluíram que a origem estrutural de algumas manifestações patológicas estão associadas a:

a) Fundações

No caso português, Torgal e Jalali (2009) enfatizam manifestações patológicas relacionadas ao recalque das fundações. Contudo, no Brasil, mais que o recalque das paredes, a manifestação patológica mais comum relacionada às fundações é a umidade por ascensão capilar. Uma das formas de solucionar esta manifestação patológica é evitar o contato direto da base da parede com o solo, iniciando a parede sobre uma base de pedra, tijolo e/ou concreto (figura 1). É possível também colocar um dreno em volta da construção evitando o contato da água com a fundação. Neste caso, para um pleno funcionamento do dreno, é importante verificar o escoamento das águas da cobertura (Torgal, Jalali, 2009).

Figura 1 - Exemplo de boas práticas para evitar a umidade por ascensão capilar

b) Mau funcionamento mecânicos das zonas de concentrações de tensões

É comum o surgimento de fissuras por falta de um elemento rígido, particularmente nas aberturas, portas e janelas. Uma das formas para solucionar essa manifestação patológica é reforçar a estrutura dos vãos com vergas e contravergas de madeira ou pedra.

c) Cobertura

Ainda segundo Torgal e Jalali (2009) a manifestação patológica mais comum relacionada à cobertura é o esmagamento das paredes provocado por tensões concentradas no apoio das vigas da cobertura. Uma das formas para solucionar essa manifestação patológica é apoiar o telhado sobre vigas de madeira ou concreto apoiada na parede (figura 2).

Quando a cobertura é projetada sem considerar beirais que protejam as paredes da água da chuva, pode ocorrer tanto o desgaste da superfície quanto o surgimento e proliferação de micro-organismos (figura 3). Para evitar que essas manifestações patológicas aconteçam, é imprescindível que o desenho arquitetônico tenha beirais adequados ao sistema construtivo e aos materiais que utiliza.

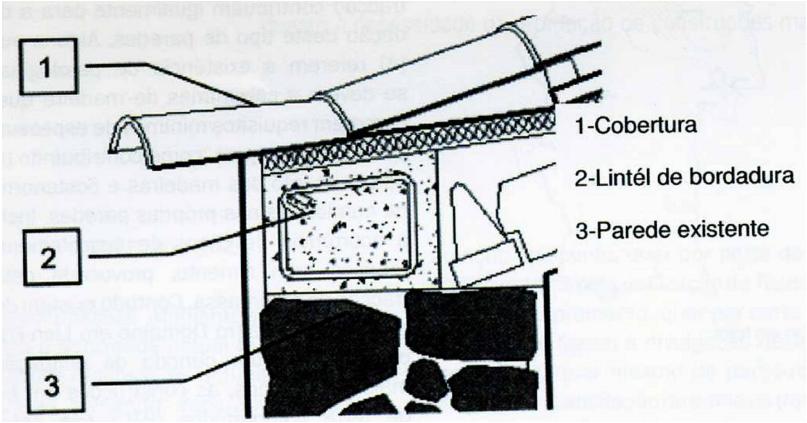


Figura 2 – Reforços horizontais para evitar o esmagamento provocado por tensões concentradas
Fonte: Togal, Jalali, 2009

Figura 3 - Proliferação de microrganismos pela ação do tempo, em adobes expostos a intempéries

Quando há degradação mecânica da estrutura da cobertura, permitindo que a umidade permeie, o processo de degradação acelera podendo levar ao colapso estrutural, em casos extremos. Para evitar que isso ocorra, recomendam-se ações mitigatórias: reparos e manutenções periódicas (Togal, Jalali, 2009).

3.2 Manifestações patológicas de origem não estrutural

Nas construções em terra, os principais problemas de origem não estrutural são associados a equívocos relacionados à ciência dos materiais, no que se refere a:

- seleção do solo apropriado para cada uso;
- escolha do método de estabilização mais adequado para a terra disponível;
- tomada de decisão em relação ao material a ser utilizado como revestimento.

Em relação à escolha do solo, Carvalho (2007) alerta para o fato de que, diferente dos solos de regiões temperadas, os solos tropicais estão sujeitos a intemperismo contínuo e severo. Segundo o pesquisador, em um manto de intemperismo, um centímetro de solo não é

jamais exatamente igual ao seguinte, apesar de poder apresentar a mesma cor e aparentar a mesma textura (Carvalho, 2007, p. 527). Por isso, classificações baseadas em propriedades físicas, tais como cor, textura e plasticidade são insuficientes para ter uma ideia precisa do comportamento hidráulico e mecânico dos solos tropicais. De todo modo, se aceita a hipótese de que existem diversos testes que podem ser realizados *in loco* e sem o uso de equipamentos sofisticados para descobrir algumas das principais características do solo disponível para a construção[2]. As principais características verificáveis *in loco* são: granulometria, plasticidade, coesão e compatibilidade. Os testes prescritos são: teste de adesão, teste de rigidez, teste de retenção de água, teste de consistência, teste de coesão e teste de retração.

Após a seleção do solo, é aconselhável avaliar a necessidade ou não de sua estabilização. Os objetivos da estabilização são: aumentar a resistência mecânica, aumentar a coesão e a resistência à erosão e reduzir a porosidade e as variações de volume. Ou seja, a estabilização age a favor do desempenho dos sistemas construtivos. De acordo com Orui (2013), há três tipos de estabilização: mecânica, física e química. A adição de fibras vegetais é um exemplo de estabilização mecânica. A palha, por exemplo, age como ponte de transferência das tensões pelas fissuras e, por isso, melhora o comportamento mecânico da terra: ao reduzir a velocidade de propagação das fissuras, aumenta a capacidade de resistência pós-fissuração do material e diminui a retração por secagem, seguindo o mesmo princípio do uso de fibras em concretos. A estabilização física pode ser descrita como a alteração da terra através da mistura controlada de partículas de diferentes composições e granulometrias, ou seja, com o que a engenharia denomina “empacotamento”. Já a estabilização química é a ação que busca modificar as propriedades da terra por meio de reações químicas, tal como faz o cimento e a cal. Diversos trabalhos acadêmicos versam sobre o assunto e podem ser consultados, quando na dúvida sobre qual material utilizar na estabilização do solo encontrado, pois o leque de possibilidades vem aumentando, dado resultados obtidos por meio de pesquisas diversas. Por exemplo: há estudos que versam sobre o uso de macrófitas, sobre o uso de baba sintética de cumpim, sobre silicato de cálcio, etc.

Tratando-se da escolha do material apropriado para ser utilizado como revestimento, os erros mais comuns estão relacionados ao uso de materiais inapropriados e a manifestação patológica originada desse erro é o descolamento do revestimento (figura 4).

Figura 4 – Desplacamento de revestimento de terra e cimento aplicado sobre parede de pau a pique, intensificado pela ascensão de umidade por capilaridade

[2] Informações detalhadas de como proceder em cada um desses testes encontram-se disponíveis no site da Rede Ibero-americana de Arquitetura e Construção com Terra, disponível em http://www.redproterra.org/

3.3 Manifestações patológicas relacionadas ao revestimento

São frequentes os problemas com os revestimentos das paredes construídas com terra. Em termos gerais, três fatores são fundamentais na escolha de um revestimento: que evite a infiltração da água de chuva, que seja permeável ao vapor de água para evitar condensação interna e que tenha boa aderência e compatibilidade com o substrato sobre o qual será aplicado (Rodrigues, 2004).

A argamassa de cimento e areia e a argamassa de terra e cimento nem sempre são adequadas, porque apresentam maior resistência à difusão do vapor de água do que a terra.

De acordo com Langenbach (2009, p.74), a argamassa de cimento e areia é por demais rígida e, por isso, facilmente se descola da vedação e o descolamento, mesmo de pequenos trechos, não é tolerável, porque faz com que a água se acumule entre a vedação e o revestimento, o que pode tanto causar o desplacamento do revestimento quanto comprometer o desempenho estrutural do sistema construtivo como um todo.

Rodrigues (2004) explica que o que causa o desplacamento também é a expansão dos sais solúveis (figura 5).

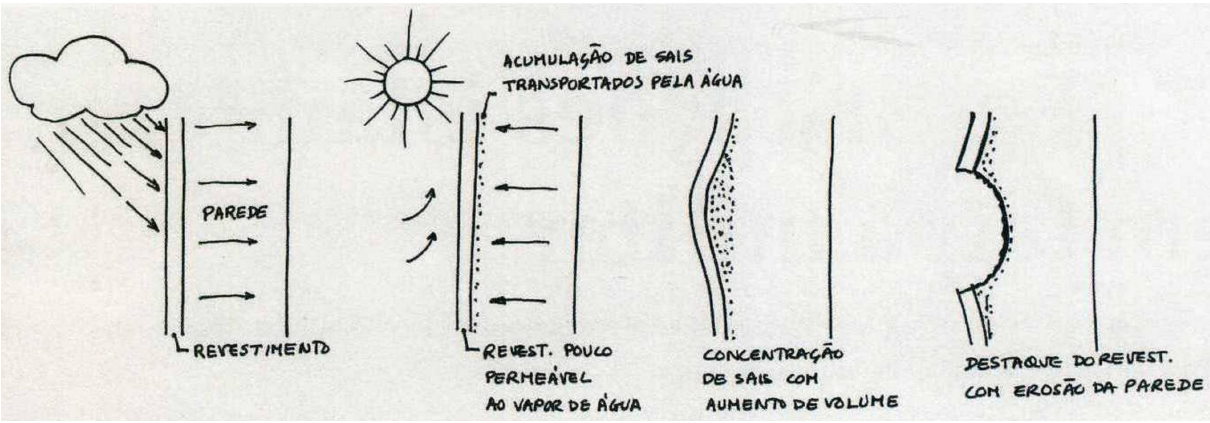


Figura 5 – Ciclos de molhagem/secagem das paredes, acumulação de sais devido ao vapor d'água e degradação por ação dos sais solúveis higroscópicos. Fonte: Rodrigues, 2004.

Como a cristalização e dissolução dos sais é potencializada pelo fato de que o cimento é um material que absorve água ao mesmo tempo em que apresenta alta resistência a permeabilidade do vapor de água, a escolha do revestimento apropriado às vedações de terra se baseia na busca por um material que garanta que a absorção da água seja minimizada e a evaporação otimizada (Rodrigues, 2004), ou seja, o inverso do que o cimento faz e o material que melhor faz isso é a própria terra, ou mais especificamente, os argilominerais[3].

Não é o objetivo específico desse artigo discorrer sobre os argilominerais e suas propriedades físico-químicas, visto que pesquisas que têm este objetivo iniciam-se com a delimitação de uma região geográfica e a identificação do solo nela predominante e prosseguem por meio de ensaios de laboratório para a caracterização dos argilominerais (ex.: difração de raio x). Contudo, pode-se afirmar que os argilominerais apresentam propriedades físico-químicas que convêm à arquitetura de terra: sua estrutura laminar (filos-silicato), associada a sua hidrofilia, torna o revestimento argilomineral resistente a água sem impedir a sua permeabilidade ao vapor d´água.

Em outras palavras, ao atrair a água para ao redor de si (hidrofilia), as partículas de argilominerais, dispostas em forma laminar, formam uma barreira de água que impede a

[3] Para os geólogos, todo argilomineral é uma argila, mas nem toda argila é um argilomineral. O termo argila é adotado para a fração do solo com partículas inferiores a 0,002mm (2µm), enquanto que o termo argilomineral refere-se a silicatos hidratados de alumínio ($Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8)_6$ do grupo dos filossilicatos (Orui, 2013).

absorção das moléculas de água por capilaridade pelo revestimento e, consequentemente, pela vedação (figuras 6).

Outra opção é utilizar argamassas à base de cal, aplicar as argamassas em várias camadas e estas devem possuir baixa resistência mecânica, baixo módulo de elasticidade e alta permeabilidade ao vapor de água.

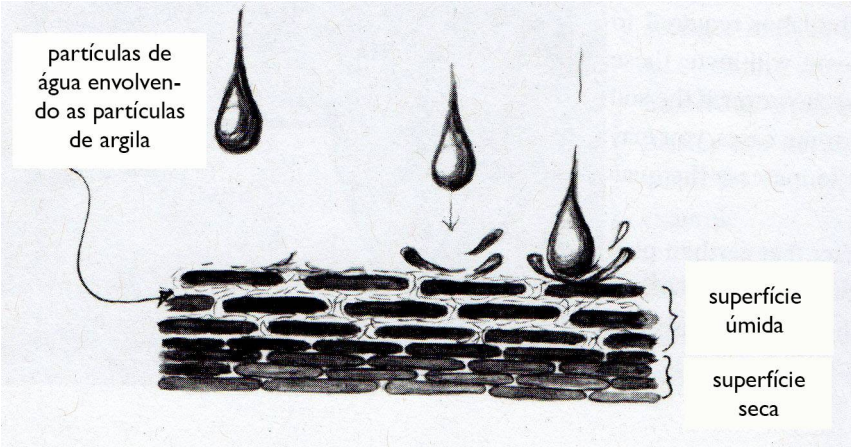


Figura 6 – Hidrofilia. Adaptado de Chiras, Guelberth, 2003.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Grande parte das manifestações patológicas em construções com terra vem da deficiência do planejamento e execução das edificações, muitas vezes consequência do desconhecimento e despreparo das pessoas que as executam, podendo ser minimizadas ou mesmo eliminadas com um projeto bem elaborado além de atividades de conservação e manutenção periódica das edificações.

As manifestações patológicas não são exclusividade das construções com terra, também surgem muitas vezes em construções convencionais com cimento e tijolos cerâmicos.

Mas possivelmente, devido a diversas variantes, históricas, culturais, tecnológicas, associados a falta de conhecimento, de práticas construtivas e de constantes melhorias para a evolução dessas técnicas conforme as necessidades do homem, esse preconceito vem sendo cultivado até agora.

Conforme foi demonstrado ao longo do trabalho, com projeto e execução adequada, a construção em terra terá menos chance de apresentar das manifestações patológicas e consequentemente terá maior durabilidade o que, por sua vez, contribui para o aumento da confiança no material, tanto da parte dos construtores e profissionais da área, quanto da parte de leigos que intentam iniciar alguma nova construção.

No mundo atual onde as questões relativas a sustentabilidade se tornam prioritárias, o potencial da terra como material construtivo pode ser a resposta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Carvalho, José Camapum (2007). Solo como material de construção. Em: Isaia, G. C. Materiais de construção e princípios de ciência e engenharia de materiais. São Paulo: IBRACON. p. 525-561. v.1.

Chiras, D. D. (2000). The natural house: a complete guide to healthy, energy-efficient, environmental homes. Estados Unidos.

Chiras, Dan; Guelberth, Cedar Rose. (2003). The natural plaster book: earth, lime and gypsum plasters for natural homes. Nsp.

Doat, Patrice; Hays, Alain; Houben, Hugo; Matuk, Silvia; Vitoux , François. (1979). Construire en terre. Paris.

França, A. V.; Marcondes, C. G.; Rocha, F. C. da; Medeiros, M. H. F.; Helene, P. (2011). Patologia das construções: uma especialidade na engenharia civil. Disponível em: http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/174/artigo285892-1.aspx. Acessado em 7/6/2016

Langenbach, Randolph (2009). Don't tear it down!: Preserving the earthquake resistant vernacular architecture of Kashmir. Oakland, California, Usa: Oinfroin Media.

Orui, S. (2013). Solo-cimento e adobe: composição e desempenho. In: 13º Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra. Valparaiso, Chile: DUOC/PROTERRA.

Orui, S. (2015). Desempenho térmico de habitações construídas com terra. Dissertação (Mestrado em tecnologia da construção). Fundação Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo - FIPT. São Paulo, São Paulo.

Presa, M. B. (2011). Resistência a compressão e absorção de água em tijolos de solo cimento. Universidade de Brasília, UNB.

Rodrigues, P. F. (2004). Paredes de terra crua. Disponível em: http://www.centrodaterra.org/uploads/media/Paredes_de_Terra_Crua.pdf . Acessado em 1/06/2016.

Sjöstrom, E.(1996). Service life of the building. In: Application of the performance concept in building. CIB: Tel Aviv.

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

Torgal, F. P.; Jalali, S. (2009) Patologia e reabilitação de construções em terra. Disponível em: http://hdl.handle.net/1822/10442. Acessado em 1/06/2016.

AUTORES

Marcela Fenyves Ary, arquiteta urbanista e permacultora; trabalha com bioconstrução na ressignificação de espaços, objetos, paisagens pela Ponto de Vista – Vidpunkto; arquiteta na obra residencial de canteiro experimental praticando técnicas de construção ativa e materiais naturais na Ecovila Clareando; ex-coordenadora do projeto permacasa pela OSCIP AAL BRASIL; trabalha com educação ambiental com crianças no grupo Recria Mundi aplicando técnicas de bioconstrução.

Samantha Orui, mestre em tecnologia da construção pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT); arquiteta formada pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo.

PROTOTIPO DEMOSTRATIVO DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL SOSTENIBLE CON TIERRA –VISS

Lucia Esperanza Garzón

Red Iberoamericana PROTERRA/ Colombia, bioarquitecturatierra@gmail.com

Palabras clave: bahareque prefabricado, arquitectura sostenible, prefabricación.

Resumen

El déficit habitacional en los países latinoamericanos es muy alto, solo el Colombia la necesidad de viviendas es de 2 millones de soluciones habitacionales. En un momento histórico único, en que la paz es una de las metas en esta nación, la vivienda es una de las necesidades a suplir en la próxima década, y es en las área rurales donde se van integrar procesos de desarrollo innovadores. Por ello se hace necesario buscar alternativas tecnológicas económicas, de rápida y fácil ejecución. La tierra, con sus múltiples técnicas, puede ser uno de los materiales que brindan una alternativa para disminuir este déficit. Las técnicas mixtas con el bahareque tradicional y prefabricado, responden eficientemente a las condiciones ambientales: en un país con recursos naturales como la madera, las cañas y la tierra, materiales accesibles en casi todas las regiones, se pueden proyectar prototipos sostenibles con esta técnica versátil, con diseños flexibles, con coordinación modular, racionalizados y de desarrollo progresivo, que ofrezcan alternativas múltiples para la vivienda polivalente y que supla diferentes necesidades,

1 ANTECEDENTES

En estos nuevos tiempos con las problemáticas ambientales y sociales, la arquitectura puede buscar soluciones más creativas y sostenibles. La sociedad contemporánea debe resolver nuevos retos en los temas sociales y tecnológicos. Explorar técnicas de menor consumo energético e impacto ambiental, surgen como una prioridad en las políticas latinoamericanas.

Es necesario conocer alternativas ecológicas para la construcción de viviendas, y es urgente evaluar el modelo de desarrollo implementado; el cual está causando efectos directos y colaterales en el medio ambiente, mientras que la brecha socio económica se amplia, y la vivienda se hace cada vez menos accesible para una gran parte de la población. La vivienda, en la familia contemporánea debe ser reflejo de una mayor conciencia planetaria.

Iniciar acciones hacia la sostenibilidad del planeta en la arquitectura con un compromiso ético y explorar nuevos modelos para la producción y construcción del hábitat que no degraden el medio ambiente, son temas que se instalan como prioridad en las agendas mundiales.

Las técnicas de construcción con tierra, madera y fibras vegetales, materiales con amplia memoria y antigüedad en este continente, están renaciendo en el nuevo siglo.

La tierra como material de construcción ha sido investigada por más de 50 años reconociendo sus fortalezas y debilidades, con diversos resultados científicos. En este continente se han desarrollado varios sistemas constructivos, que hacen de éste elemento un recurso potencial para la vivienda social.

El bahareque o quincha prefabricada, denominado así en el sur de América, como sistema constructivo, fue desarrollado por el ININVI – Instituto de Investigaciones de Vivienda, de Perú, y con el respaldo técnico y científico, es ya un sistema normalizado que ahora se

adapta y transfiere a otros países latinoamericanos. En áreas sísmicas responde eficientemente, y por la biodiversidad puede ser adaptado a muchos lugares con múltiples fibras vegetales. Como sistema tradicional, evoluciono y posee otros valores agregados en aspectos técnicos, de salud, calidad y racionalización del consumo energético y confort.

2 MEMORIA DESCRIPTIVA DE LA VIVIENDA DE INTERES SOCIAL SOSTENIBLE (VISS) CON BAHAREQUE PREFABRICADO

Este proyecto demostrativo tiene como objetivo evaluar e investigar la producción de una vivienda con bahareque prefabricado como un sistema constructivo que, con recursos locales, sea viable multiplicarlo para ofrecer una solución con economía a escala. Debe integrar cadenas productivas que movilicen la economía local y brinden un producto de calidad y competitividad que pueda ingresar en el mercado alternativo de vivienda sostenible.

Es una segunda experiencia en un contexto rural en Colombia que sistematiza el proceso y racionaliza los materiales naturales y de bajo costo.

El presupuesto que se estableció previamente fue de 12.000 USD, incluyendo la urbanización, acometida de energía, suministro de agua y sistema sanitario integrado a la construcción de la vivienda. Se calcula la vivienda acabada en USD 250 por m^2.

El prototipo está emplazado en el sector rural del municipio de San Francisco/ Cundinamarca. Distante 52 km, salida al occidente de Bogotá, con coordenadas: 4°58′16″N 74°17′21″O, pisos térmicos templado, frío y piso bioclimático de páramo bajo, con un clima templado de bosque húmedo, precipitación media anual de 1.500 mm, altitud de 1.580 m sobre el nivel del mar, temperaturas promedios de 20-24°C y 57% de humedad.

La vivienda es de 54 m^2 en un nivel, con posibilidad de crecer a 76 m^2. Está proyectada para albergar permanentemente a una familia campesina de dos adultos y un joven o eventualmente dos hijos, la función es cuidar una reserva natural de la sociedad civil. Como mayordomos, requieren de dos espacios habitacionales, un espacio social polivalente, la cocina y el baño, además de la lavandería y la bodega para realizar algunas de las labores del campo, para la recolección y el procesamiento de algunos productos alimenticios.

Figura 1. Planta arquitectónica del prototipo de vivienda social sostenible VISS de 54 m^2

En Colombia, el bahareque en muchas regiones hace parte de las soluciones populares de vivienda de forma espontánea, con muchas deficiencias en el uso, por el manejo del material como la guadua y la madera que no se usan de forma técnica.

Para el diseño propuesto se parte de transferir y difundir un sistema constructivo que permite prefabricar elementos y establecer los componente dentro de la coordinación modular, busca racionalizar al máximo los materiales con un módulo prefabricado con adaptaciones para ventanas, puertas y que esté estandarizado con 1,20 m de ancho x 2,40 de altura.

En el ININVI, fue desarrollada la técnica y como sistema constructivo, desde los años 80, es reconocido y apropiado por comunidades.

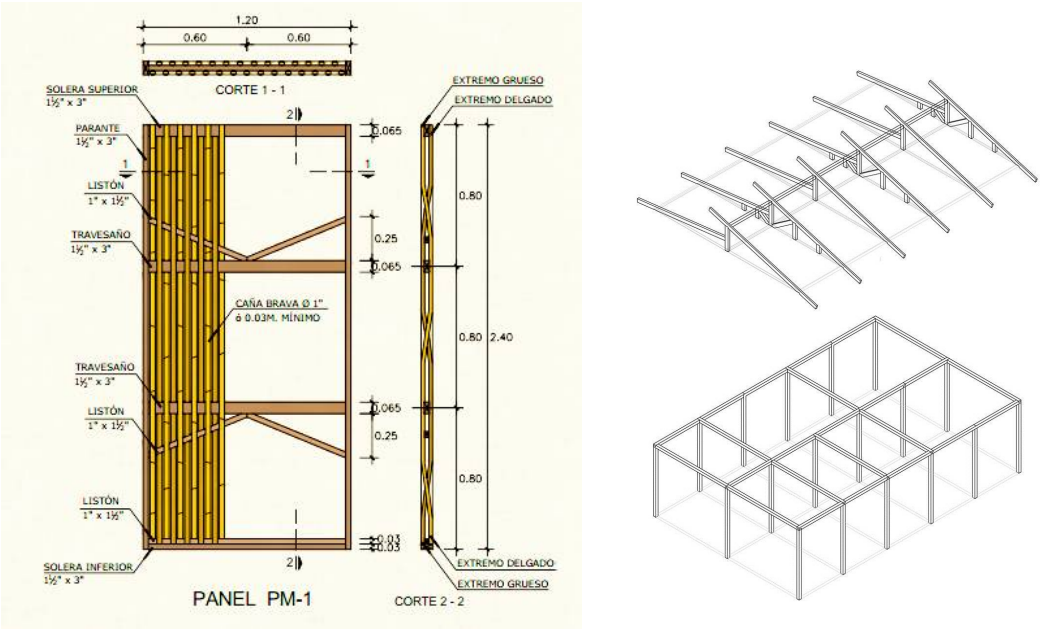


Figura 2. Panel tipo del sistema de bahareque o quincha prefabricada, estructuras de maderas

Figura 3. Perspectiva del prototipo VISS

2.1 Sistema constructivo

Diaz (1984, p.25) describe:

> …La quincha prefabricada consiste básicamente en el empleo de bastidores de madera aserrada, rellenados con cañizo redondo, caña brava, tiras de bambú, todos ellos colocados en el bastidor en forma trenzada para su auto fijación sin necesidad de usar clavos; estos paneles, después de ser montados y fijados en sitio constituyendo paredes, son revocados con barro mezclado con paja, formando una primera capa; y, finalmente, reciben una última capa de revoque utilizándose materiales como el barro, cemento, yeso u otros, dependiendo de las preferencias, costos, de las condiciones climatológicas u otras a las que estará expuesta la pared o de las preferencias del usuario. Como techado se emplea un techo liviano a base de una estructura portante de madera y cobertura de caña y torta de barro con paja. Para zonas de alta precipitación pluvial se fija, sobre la torta de barro, planchas de asbesto-cemento, planchas de zinc u otras….

Y completa:

> El sistema de «Quincha Prefabricada» ha quedado registrado como Sistema Constructivo No Convencional de acuerdo a la R.D. N.° 001-84- VC-9602, y por lo tanto puede ser utilizado libremente en todo el país, es un sistema sumamente versátil puesto que puede utilizarse tanto de manera masiva, mediante sencillos procesos de industrialización, que permiten prefabricar los paneles que requieren las viviendas, como en la auto fabricación y autoconstrucción, empleando herramientas de carpintería y albañilería elementales (Diaz, 1984, p.25).

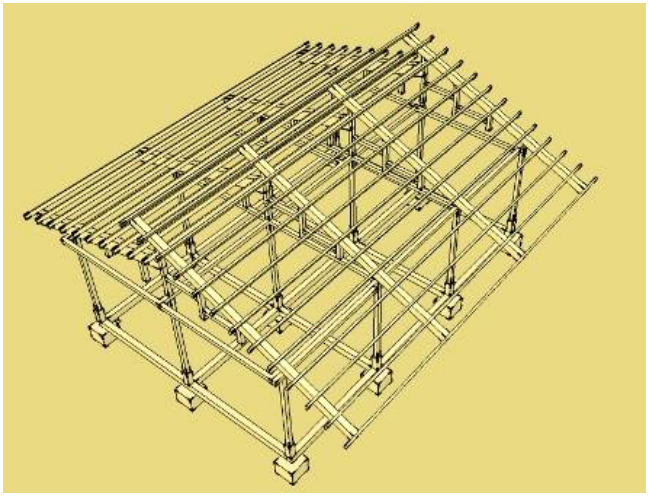


Figura 4. Perspectiva estructura de madera del prototipo VISS

2.2 Especificaciones técnicas

Cimentación: es un sistema convencional, con una placa flotante y en concreto reforzado: pequeñas zapatas puntuales donde cargan las columnas de madera, exigencia de la NSR 10 (2010).

Relleno estabilizado con material granulado seleccionado, previamente descapotado el terreno y encontrando un suelo firme con resistencia estructural se desarrollan las fundaciones.

Estructura: el sistema es con madera, extraído lo más cerca posible de forma sostenible caso del pino patula o radiata, con este material se elaboran las vigas, columnas y costillares de la cubierta, así como las correas que sostienen el techo.

Instalaciones: para las tuberías hidro-sanitarias se usa el PVC, así como para las instalaciones eléctricas, estas se instalan en el mismo momento que se van instalando los paneles y antes del revestimiento de los mismos.

Revestimientos: revocos de cal y arena con fibras vegetales, Se hacen tres capas con diferentes espesores que brindan texturas variadas, terminadas con pinturas minerales de colores tierra.

Cubierta: sobre una cama de esterilla de guadua debidamente inmunizada y seca, se colocan elementos prefabricados de yeso con carbón vegetal, componente modulado cada 50 cm x 50 cm y sobre esta cama de aislación térmica, acústica, electromagnética y que absorbe la humedad, se coloca la impermeabilización, que por ser una zona de alta pluviosidad se le colocara un manto asfaltico o en su defecto unas tejas de zinc-alum.

Acabados: los pisos son en cemento afinado y esmaltado con minerales de colores, con sus respectivas dilataciones.

En los baños se instalaran los artefactos nacionales con la separación de las tuberías de aguas grises y negras, y en los pisos se realiza un terminado con cerámica nacional.

Al cielo raso se le coloca un barniz protector e impermeabilizante. La carpintería de closets y mueble de cocina se proyecta en madera con cañas en sus puertas.

2.3 Materiales y recursos sostenibles

Maderas: como bono de carbono y por la importancia de la madera en la sostenibilidad, el énfasis en la madera será usado en toda la estructura del proyecto y en este caso se trabaja con pino pátula (*Pinus pátula)***,** árbol nativo de México y Estados Unidos, el que sin embargo desde hace unos años es sembrado en otros países del mundo y es considerado parte de las “maderas de Colombia”.

El pino pátula es un árbol conífero, y es considerado de gran altura pues puede alcanzar hasta 40 metros de longitud y su tronco que es recto y cónico tiene un diámetro de hasta de 90 centímetros. También es una especie de rápido crecimiento. Se siembra de forma sostenible, es un recurso de consecución cercana y es de bajo costo.

El sistema de anclaje de estos elementos estructurales se realiza a través de conectores o platinas metálicas, previamente pre dimensionadas y diseñadas para cumplir con la estabilidad estructural de cada elemento de articulación.

Figura 5. Platina tipo para ensamble de estructuras de madera

Fibras vegetales: esterilla de guadua: Se usa como revestimiento en los paneles de todas las paredes, se trenza la guadua de acuerdo al diseño. No se usa~~n~~ ningún tipo de

sujeciones, ni clavos ni alambres. Debe estar previamente inmunizada porque esa es la vulnerabilidad de este recurso por ser un material del mercado convencional, donde no siguen protocolos de corte y tratamiento. Aunque esta queda revestida con la tierra, se realiza una inmunización in situ.

Fique: se coloca en los revestimientos para demorar el secado y estabilizar el suelo mezclado y dosificado para las paredes.

Tierra: es usada en los revestimientos de las paredes en el interior y en el exterior.

Cal: es el cementante que se usara como estabilizante por ser más ecológico y económico, es fácil de conseguir en la mina, aunque no es industrializado, su manejo es muy sencillo para la dosificación. La cal no funciona bien con todas las tierras, las pruebas de tierras dicen la dosificación y es el resultado de la experimentación y laboratorio local.

En Colombia no hay industria de cal para revestimientos y morteros, el manejo en obra es complejo, apenas están emergiendo empresas con productos para la construcción, mientras tanto, en las obras, actualmente, la hidratación del carbonato de calcio debe lograrse de forma artesanal y, para conseguir una buena calidad del hidróxido de calcio, se requieren procedimientos minuciosos desde hacer el pozo, mantener humectado, homogenizar el material para obtener resultados de calidad, texturas, proporciones y nuevos acabados, la calidad depende del conocimiento, procedimientos, selección, apagado e hidratación.

Figura 6. Vista interior prototipo VISS

3 OBSERVACIONES GENERALES

La obra está en proceso de construcción, se calculan cuatro meses para la realización, y se está programando iniciar en tiempo de menos lluvias, para poder agilizar y evaluar el tiempo de producción de este prototipo. A seguir se comenta algunas dificultades técnicas.

Esta vivienda es el segundo prototipo hecho en el país, donde se replica de forma práctica este sistema constructivo, para ello se identificaran las principales limitaciones y sobrecostos que se presentaron en el desarrollo de la experiencia anterior, con el fin de superarlos.

Un problema que se vivencio es la falta de experiencia en el manejo de estos materiales y la precisión en las medidas de los diferentes elementos y componentes.

La coordinación modular exige que las maderas sean estables, que las proporciones y diseño sean milimétricos y en nuestra cultura constructiva, no existen estas cualidades. Para realizar el proyecto se debe hacer énfasis en este tópico.

La estandarización permite agilizar tiempos de montaje, ensamblar de forma perfecta los elementos y funcionar como un sistema tecnológico, que es el objetivo del proyecto.

Los ensambles con platinas metálicas no existen en el mercado constructivo, por lo tanto hay que diseñarlas y producirlas previamente. Las platinas se elaboran en un taller metalmecánico con herramientas que no hay en la obra, y por ser metales de cierto calibre que permitan darle rigidez a las estructuras, deben racionalizarse y tener un stock de producción para suplir las necesidades emergentes.

La búsqueda de las formas sencillas en las estructuras: en el primer prototipo experimental, previo a esta vivienda, el diseño de cubiertas se realizó con línea curva; en obra, esto aumentó costos de materiales y de mano de obra. Para este diseño, se simplificó el diseño con líneas rectas, aprovechando las formas con listones de diferentes dimensiones y siguiendo el camino de cómo se elabora la madera aserrada.

La capacitación es otro aspecto que debe evaluarse al iniciar un sistema constructivo desconocido por parte de los operarios. Es un requisito proveer el trabajo y el perfil de los obreros para obtener una mano de obra que garantice buen rendimiento y calidad. Se debe pensar en buscar personal que tenga un manejo de la madera tal como un carpintero, y diseñar los ensambles de platinas metálicas para fijar los diferentes los componentes, y así garantizar rendimientos y calidad en la obra.

Y, se puede también comentar las fortalezas y debilidades del sistema. Las principales fortalezas son las siguientes:

- El bahareque es un sistema liviano, flexible y seguro. Tiene norma sismo resistente en Colombia.
- El diseño es proyectado con un sistema de coordinación modular y prefabricación con panelería que se ensambla por partes y se estabiliza con los diafragmas y el arriostramiento a través de la viga de amarre superior.
- Este sistema prefabricado, por su flexibilidad, permite instalar la estructura, colocar la cubierta y trabajar debajo a pesar de no haber terminado la construcción y asi superar las inclemencias del clima.
- La programación de la obra permite realizar en breve tiempo la construcción.
- Se puede adaptar a diversos climas, y con cambio de pocos elementos puede crecer y ampliarse incluso a un segundo piso.

Y, las debilidades:

- Los prejuicios frente a la vivienda de “tierra”. Culturalmente se siente inseguridad con la madera, y con la tierra, por ser dos materiales que han sido usados de forma popular, empírica y se desconocen alternativas más tecnificadas.
- Riesgo de incendios, y deterioro por insectos: dependiendo la forma de colocar los revestimientos el resultado de los elementos puede protegerse, solo exige pensar la distribución espacial, si es en el exterior, o en el interior.

4 ANÁLISIS CRÍTICO

La obra establecida junto con otras propuestas de viviendas con este sistema tecnificado empieza a ser acogida por el mercado. Para responder a una demanda mayor a una vivienda, es apremiante la creación de una empresa, con una administración de obra calificada, que permita realizar de forma sistematizada la producción.

Debe de consolidarse un equipo de mano de obra calificada, algunos equipos y herramientas específicas para la producción, como son los ensambles, cortes y acabados de las maderas. Es importante proyectar hasta los mínimos detalles como es el caso de las platinas, los puntos de encuentro de los ensambles y ver los detalles de los encajes entre madera, y tierra, previamente estudiados.

Un emprendimiento de este tipo será rentable siempre y cuando sea más que un proyecto puntual y trabajar en la economía a escala. Justifica de esta manera un taller de producción de los prefabricados y una inversión que se recupera en el tiempo.

5 CONSIDERACIONES FINALES

El prototipo de esta vivienda es una posibilidad comercial y ecológica en un mercado emergente de consumidores conscientes, que no quieren seguir aportando al deterioro ambiental.

Por los antecedentes y las características de la técnica constructiva, hay ciertas resistencias por parte de los consumidores y de los productores, tales como obreros, que se han alejado o no han vivenciado construcciones con estos materiales naturales.

Hay un problema que se está incrementando en el país y es la carencia de mano de obra mínimamente calificada para realizar estas construcciones. Es necesario realizar “escuela” e ir guiando el proceso de construcción.

Con la primera vivienda realizada en el 2011, los resultados de calidad, propuesta estética y confort térmico, cambio paradigmas, ahora es necesario seguir multiplicando la experiencia con la co-participación de los usuarios, y esta idea apunta a realizar un pequeño barrio o conjunto donde se apliquen estas técnicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Diaz, Anibal (1984). Sistema constructivo quincha prefabricada. *Informes de la construcción*, Vol 36, No 361. p. 25-33. Disponibilidad: http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/1962/2163

Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10 (2010). *Diario Oficial edición 47.663 de 26 de marzo de 2010.* Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

AUTORA

Lucia E Garzón, arquitecta con 25 años de experiencia en diseño, construcción, investigación y formación de arquitectura sostenible con materiales naturales, tierra, guadua, madera y otros. Miembro de la Red Iberoamericana PROTERRA y ex participante del consejo consultivo; Realiza transferencia tecnológica a través de diplomados y talleres en diversos países. Conferencista y tallerista en varios países.

TerraBrasil 2016
VI Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Bauru-SP (Brasil), 8 a 12 de novembro de 2016
http://faacppgarq.wix.com/terrabrasil2016
PPGARQ/FAAC-UNESP

ANÁLISE DE TÉCNICAS CONSTRUTIVAS SUSTENTÁVEIS APLICADAS NO ESPAÇO EDUCADOR CHICO MENDES

Larissa Castro de Oliveira[1]; João da Costa Pantoja[2]; Sérgio Borges Paim Pamplona[3]

[1]Centro Universitário de Brasília - UniCEUB, Brasil, laricastro2@gmail.com
[2]Universidade de Brasília - UnB, Brasil, joaocpantoja@gmail.com
[3]Arquinatura – arquitetura, natureza, permacultura – Brasília, DF, Brasil, sergiopamplona@yahoo.com.br

Palavras-chave: bioarquitetura, construção com terra, arquitetura sustentável, adobe, permacultura.

Resumo

O presente trabalho refere-se à análise e compreensão de técnicas construtivas sustentáveis aplicadas no Espaço Educador Chico Mendes, parte da Chácara do Professor do Sindicato dos Professores do Distrito Federal. O projeto, concebido com base em permacultura e bioarquitetura, está localizado em região rural próxima à cidade Brazlândia, no Distrito Federal. O potencial da utilização de materiais sustentáveis em projetos de arquitetura é o foco norteador do artigo, construindo um panorama capaz de encorajar futuras construções civis neste contexto, tendo como base este estudo de caso. A pesquisa apresenta as primeiras etapas do processo arquitetônico, detalhes do processo construtivo e a conclusão da obra. É feita uma abordagem sobre a concepção do projeto de arquitetura sustentável, a relação com o sítio, a forma adequada ao sistema construtivo e a sua funcionalidade. São analisados os sistemas construtivos adotados, como paredes em taipa de pilão e terra ensacada, estrutura em bambu, estrutura em madeira e reaproveitamento de plástico PET, apresentando soluções possíveis com estes materiais. O objeto de estudo, projeto fundamentado nos conceitos de permacultura e sustentabilidade, teve como premissa o emprego de técnicas vernaculares de construção adaptadas para a contemporaneidade. Com este estudo é possível identificar modos atuais de utilizar técnicas tradicionais de construção, apresentando soluções viáveis financeira e arquitetonicamente para a produção de uma bioarquitetura.

1. INTRODUÇÃO

Sabe-se que as construções de terra datam de milhares de anos. A terra é utilizada como material construtivo em antigas civilizações, não apenas em abrigos, mas também em templos religiosos. Os sistemas utilizados já eram variados, existindo registros do uso do solo desde a antiguidade e por diversos países, como: Portugal, França, Alemanha, África e Brasil, devido à sua alta disponibilidade por todo mundo, seu baixo custo e atualmente por suas características sustentáveis (Minke 2006).

Historicamente, o uso do solo em construções foi amplamente adotado e, segundo Jalali e Eires (2008), estima-se que metade da população vive atualmente em construções de terra, realizadas por meio de diversas tecnologias. Contudo, a Revolução Industrial iniciada no século XVIII inovou a produção mundial e houve grande demanda por materiais construtivos que pudessem ser produzidos em larga escala. A busca por novas tecnologias construtivas assegurou uma produção eficaz para efeitos imediatos, mas em longo prazo os materiais insustentáveis e de difícil reciclabilidade produzem elevado gasto de energia e impacto negativo no meio ambiente. Os recursos naturais utilizados nesse processo industrializado são, em sua maioria, não renováveis e seu uso inconsequente resultou no grande problema climático ambiental que vivemos (Pinto; Ghavami, 2008).

Com o desenvolvimento de novos materiais, a utilização do solo em construções passou a ser vista como um atraso, comumente associada a populações de baixa renda. Da mesma maneira, a utilização de materiais renováveis ou recicláveis em arquitetura tem sua qualidade arquitetônica substituída pelo senso comum de que estes produzem uma

arquitetura pobre. O desconhecimento da população e o preconceito acerca dos materiais tornam a aceitação cada vez mais difícil (Pontes, 2013).

O avanço para o desenvolvimento sustentável abre possibilidades para que o uso de matérias-primas renováveis seja retificado. Em contrapartida ao crescimento da industrialização, a expressão da arquitetura passou a ser repensada de maneira a integrar e respeitar a natureza. Desta maneira foi criado o termo “bioarquitetura”, utilizado para intitular construções feitas a partir de materiais renováveis e implantadas em harmonia com o entorno (Yuan, 2013).

2. OBJETIVO

A presente pesquisa objetiva apresentar a viabilidade da opção pela bioarquitetura em projetos contemporâneos, por meio de um estudo de caso, e encorajar futuras construções civis com base no potencial construtivo abordado.

3. METODOLOGIA ADOTADA

Este trabalho consiste em uma análise qualitativa acerca de técnicas construtivas sustentáveis a partir de um estudo de caso no Espaço Educador Chico Mendes, complexo de 1400 metros quadrados de área construída. Localizado na área rural de Brazlândia, região administrativa do Distrito Federal, o projeto foi desenvolvido com base em conceitos de bioarquitetura e permacultura, com intenção de despertar interesse sobre construções de terra e soluções sustentáveis aos usuários do local.

O projeto conta com auditório, salas para cursos, refeitório, viveiro, biblioteca, praça para eventos e diversos espaços, que poderão ser utilizados por professores e alunos da rede de escolas públicas do Distrito Federal. Este estudo de caso aborda diferentes etapas da obra, desde a concepção do projeto, o lançamento do partido arquitetônico até a execução e finalização.

4. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

O Espaço Educador Chico Mendes é constituído por quatro blocos, representados nas Figuras 1 e 2. A alvenaria de bloco cerâmico, comumente utilizada em edificações, é substituída por técnicas que utilizam o solo, aproveitando a rica matéria-prima do local, bem como materiais renováveis como bambu e madeira.

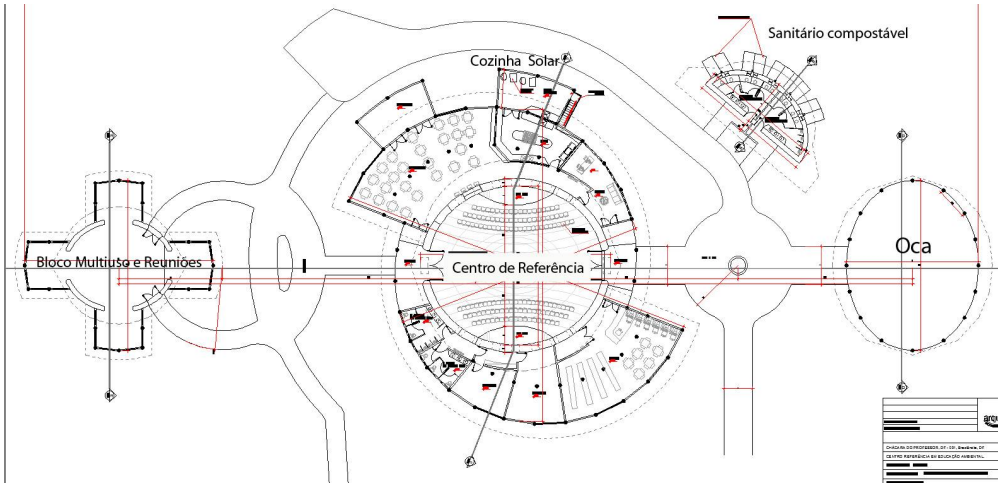


Figura 1. Planta baixa do Espaço Educador Chico Mendes
Disponível em: https://arquinatura.wordpress.com/2011/07/20/chacara-do-professor-simpro-df/
Acessado em: 1 de junho de 2016

O partido arquitetônico das edificações é elíptico, buscando vencer preconceitos sobre a estética de construções que utilizam materiais construtivos tradicionais e demonstrando o potencial destes elementos para composições contemporâneas. Para melhor compreensão dos sistemas construtivos utilizados, foi realizada uma análise das principais soluções adotadas no projeto, tais como: taipa de pilão, pau a pique e terra ensacada, bambu e madeira, além de soluções ecológicas.

Figura 2. Imagem eletrônica do Espaço Educador Chico Mendes. Da esquerda para direita: oca, bloco central, sanitário compostável e bloco multiuso. Fonte: acervo pessoal dos autores.

4.1. Taipa de pilão

Esta técnica, utilizada desde as primeiras construções com terra, é executada com fôrmas onde o material é compactado para formar a parede. A adoção deste sistema no bloco central do complexo acontece pela função estrutural: as paredes de terra compactada com 70 cm de espessura e 6,0 m de altura sustentam a cobertura da edificação (figura 3). Este salão para mais de duzentas pessoas é marcado pelo pé direito de até 9,0 m de altura. A utilização desta técnica também é eficiente, uma vez que foi necessário fabricar fôrmas para apenas ¼ do edifício. O salão foi construído por etapas, reaproveitando os moldes e evitando assim o desperdício de fôrmas.

Figura 3. Interior do bloco central

4.2. Pau a pique e terra ensacada

Os dois volumes menores do bloco central possuem vedações de pau a pique com preenchimento interno de garrafas PET. Esta técnica foi realizada com uma trama de bambus retirados no próprio local, preenchida alternadamente com solo e as garrafas. Dessa forma, além de reutilizar garrafas plásticas que geralmente são descartadas, foram gerados colchões de ar para dar leveza à estrutura. A técnica de pau a pique também foi aplicada nas muretas baixas do bloco multiuso (Figura 4), para compor as varandas. As demais paredes deste bloco destinado a atividades educativas diversas foram feitas de terra ensacada. Esse método foi produzido com sacos de ráfia preenchidos com solo retirado do próprio local da construção. O revestimento das paredes também é feito com reboco e tinta naturais, em que o principal componente é o solo. Essa aplicação não somente utiliza a função sustentável do material, mas garante que o revestimento não bloqueie a variação da umidade dentro do elemento, evitando que as paredes sejam danificadas pela ação de intempéries.

Figura 4. Vista do bloco multiuso

4.3. Bambu e madeira

A escolha destes elementos para o projeto acontece pela característica biodegradável e renovável, sendo possível retirar do próprio local os bambus para paredes de pau a pique e madeira de eucalipto (*Eucalyptus)*. São utilizados em maioria pela função estrutural, mas também como brises de bambu e elementos decorativos com toras de madeira na parede no acesso aos sanitários compostáveis. Os telhados seguem um padrão de estrutura em bambu e telhas de cavaco de madeira. Estes elementos são destaque da Oca, primeiro espaço construído do complexo. Destinado a ser um espaço aberto para cursos e eventos com até aproximadamente cem pessoas, também serviu de apoio para armazenar materiais durante a obra. As coberturas estruturadas por bambu e vedadas pelas telhas de madeira assemelham-se a uma quilha de barco invertida, embelezando os interiores com as tesouras aparentes em bambu. No bloco central, as tesouras em mão francesa geram um vão de catorze metros. A composição das coberturas ainda alterna o uso de telhado vivo no bloco central e bloco multiuso para garantir a climatização confortável dos prédios, garantindo um interior termicamente agradável.

4.4. Soluções ecológicas

Além da utilização de materiais renováveis em toda a parte construtiva do complexo, foram implementadas soluções ecológicas que enriquecem a qualidade sustentável do projeto. Para o aproveitamento de resíduos orgânicos dos banheiros, foram construídos os sanitários compostáveis com acesso para cadeirantes. Estes sanitários não utilizam água para a descarga, evitando problemas de esgotamento e poluição. Os dejetos caem do vaso sanitário, com inclinação de aproximadamente 45º, em uma câmara de compostagem. Para a descarga, deposita-se serragem ou outro elemento rico em carbono para auxiliar o processo de decomposição da matéria orgânica. A câmara de compostagem localiza-se em um nível mais baixo que o sanitário, sendo orientada para o noroeste, ponto cardial que recebe bastante radiação solar direta durante todos os dias do ano. O calor do sol, aumentado também pela pintura de cor preta da câmara, possibilita que os processos químicos necessários ocorram de modo eficiente (figura 5). Os gases produzidos dentro da câmara são eliminados pela corrente de ar que entra no ponto mais baixo, por furos, e sai pelo tubo de exaustão. Todos os resíduos orgânicos depositados no vaso sanitário transformam-se em adubo para as agroflorestas implantadas no Sítio, transformando problemas típicos de esgoto em solução para o local.

Figura 5. Da esquerda para a direita: oca, sanitário compostável (com a câmara de compostagem) e bloco central

Toda a água utilizada em pias e chuveiros, denominada água cinza, é tratada pelo chamado Círculo de bananeiras. As bananeiras, espécies vegetais de folhas largas, apresentam alta demanda por água, tendo como característica o grande poder de absorção e emissão de água em forma de vapor. Tal característica nesse sistema, onde as águas cinzas são depositadas em um buraco com formato de concha, com camadas de madeira, galhos médios e finos e palha. Estes materiais ajudam a criar um microambiente favorável para que os nutrientes existentes na água cinza sejam absorvidos pelas bananeiras que são plantadas no Círculo. O sistema trata a água cinza e gera frutos como produto final, não havendo contaminação do solo e prejuízos à natureza.

Em banheiros que utilizam água para as descargas dos vasos sanitários, é possível fazer também um tratamento correto dos dejetos. No projeto do Espaço Educador Chico Mendes as chamadas águas negras, provenientes dos sanitários convencionais, são tratadas pelo tanque de evapotranspiração. Esta fossa ecológica, também conhecida como BET (bacia de evapotranspiração) é difundida por permacultores e representa uma alternativa sustentável para o tratamento do esgoto, como apresentada no projeto de Pamplona. O sistema

consiste em um tanque impermeabilizado, que impede a contaminação do solo pelos resíduos orgânicos, preenchido com pneus, pedras, areia e diferentes camadas de substratos, até a última camada, onde são plantadas as bananeiras. As camadas descontaminam a água negra e permitem o aproveitamento de seus nutrientes pelas plantas, que devolvem a água ao ambiente em forma de vapor.

4.5. Lazer integrado à natureza

Em um local próximo às antigas churrasqueiras da Chácara do Professor, foi projetada uma praça para eventos do SinPRO-DF. A praça foi configurada com a movimentação do solo local, respeitando o percurso natural das águas pluviais na região. Com isso foi possível estabelecer um platô com uma área elevada para o palco, que pode ser visualizado em qualquer ponto da praça. As tendas para uso geral nos eventos, feitas em bambu, dão apoio às atividades de lazer do espaço. A altitude elevada do local também promove um visual interessante da natureza do entorno (figura 6).

Figura 6. Praça para eventos

Com o reflorestamento às margens da nascente, que estava degradada, foi possível aproveitar a água da própria região para a construção de piscinas naturais que completam a área de lazer do projeto. A água que sai da nascente é filtrada por tanques com vegetação aquática, chegando cristalina às piscinas adultas e infantis. A trilha, chamada Caminho das árvores, permite um passeio tranquilo ao redor da vegetação nativa, ao mesmo tempo que conscientiza sobre a importância da preservação ambiental. A vegetação típica do cerrado local fora desmatada por ocupações anteriores, mas tem sido mantida e reflorestada para visitação.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A singularidade nos grandes vãos do Espaço Educador Chico Mendes é um exemplo para futuros projetos de arquitetura. Verifica-se que o caráter sustentável das edificações não interfere no funcionamento das atividades, sendo possível atender ao programa de necessidades ambientais por diferentes recursos e materiais renováveis. A utilização do solo e madeiramento retirados do próprio local, bem como a reciclagem de garrafas PET, contribui para a viabilidade financeira deste tipo de projeto.

A maneira como as edificações se inserem no local, sem agredir o entorno, e o cuidado em revitalizar áreas já prejudicadas também são pontos a serem ressaltados. Além de todo o cuidado sustentável no projeto e na execução, as instalações das edificações garantem que a relação da arquitetura com o espaço também seja saudável ecologicamente em longo prazo. Tendo em vista os benefícios, espera-se que este estudo estimule o emprego de bioarquitetura e permacultura em futuras construções civis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Yuan, Daniel Chang (2013). Tibá: onde nasce a bioarquitetura. Disponível em: < http://www.namu.com.br/materias/tiba-onde-nasce-bioarquitetura>. Acessado em: 27 de agosto de 2016.

Jalali, Said; Eires, Rute (2008). Inovações científicas de construção em terra crua. 1ª Conferência Internacional Angola: Ensino, Investigação e Desenvolvimento (EIDAO 8). Portugal: Universidade do Minho

Minke, Gernot (2006). Building with earth: design and technology of a sustainable architecture. Birkhäuser: Publishers for Architecture.

Pinto, André Ricardo Alves Guedes; Ghavami, Khosrow (2008). Fibras de curauá e sisal como reforço em matrizes de solo. Dissertação (Mestrado), Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.

Pontes, Larissa Almeida Martins (2013). Caracterização e determinação de uma distribuição probabilística representativa da resistência à compressão de solos argilosos via ensaios experimentais para aplicação da análise de confiabilidade em estruturas feitas de terra. Pirenópolis: Cilance.

FICHA TÉCNICA DA OBRA

Autor do projeto: Sérgio Pamplona - Arquinatura.

Ano do projeto: 2011.

Área total: 3600m².

Detalhamento e execução das estruturas da cobertura em bambu: Frederico Rosalino – Bioestrutura Engenharia.

Administração e execução geral da obra: Marcelino Barberato – Engrenagem Engenharia.

AUTORES

Larissa Castro de Oliveira, graduanda em Arquitetura e Urbanismo pelo Centro Universitário de Brasília – UniCEUB em Brasília (previsão de término no segundo semestre de 2016); realizou pesquisa de iniciação científica com bolsa do CNPq sobre análise macromecânica do comportamento da terra como revestimento externo com reforço de fibras vegetais. Currículo completo em: http://lattes.cnpq.br/8315255934915622.

João da Costa Pantoja, Doutor na área de Estruturas pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC (2012), mestre em Estruturas e Construção Civil pela Universidade de Brasília (2003), engenheiro civil pela Universidade de Brasília – UnB (1991). Professor Adjunto da Universidade de Brasília, tem experiência em análise estrutural, análise de confiabilidade e patologia e recuperação de estruturas. Currículo completo em: http://lattes.cnpq.br/6879105340639188.

Sérgio Borges Paim Pamplona, graduado em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de Brasília – UnB (1989). Especializou-se em projetos sustentáveis e na pesquisa e aplicação da permacultura, já tendo mais de 70 projetos executados, sempre com a visão de integração positiva dos sistemas humanos com o ecossistema. Trabalha e vive em um sítio permacultural onde dá cursos e vivências em bioarquitetura e permacultura. Currículo completo em: http://lattes.cnpq.br/0597045130928252.

TerraBrasil 2016
VI Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Bauru-SP (Brasil), 8 a 12 de novembro de 2016
http://faacppgarq.wix.com/terrabrasil2016
PPGARQ/FAAC-UNESP

CAMINHOS DO REVESTIMENTO NATURAL INTUITIVO

George Rotatori[1]; Priscila Last[2]; Marcelo Chini[3]

Morada Natural Bioarquitetura e Agroecologia, Conceição do Rio Verde/MG, Brasil,
[1]george@rotatori.com.br; [2]arquiteta@moradanatural.com; [3]contato@moradanatural.com

Palavras-chave:terra, revestimento, fibra, aglutinante, intuição

Resumo

Criar um processo de revestimentoàbase de terra implica observar um conjunto amplo de procedimentos,que vai desde a estabilização do substrato até o controle dos efeitos naturais.Para isso,a proposta éentrar na intimidade dos elementos, através da observação do seu comportamento natural.Neste trabalho foram feitas atividades de experimentação com bambu a pique e fibras naturais de bananeira, babosa, espada-de-são-jorge, óleo de linhaça e papel, objetivando criar revestimentos naturais resistentes. Foi observado que a adição de fibras naturais à mistura de terra e água tem o potencial de controlar a formação de fissuras, aumentarem a aderência ao reboco e incrementar a capacidade de impermeabilização da superfície, além de apresentarem potencial para acabamento estético. O trabalho mecânico de acabamento também se mostrou importante para controlar e estabilizar a superfície. Para melhores resultados é necessário manter cuidados periódicos na obra, como a reaplicação de revestimento e impermeabilizante naturais. Percebe-se então a importância de se libertar de intenções de resultado, mas sem perder o foco no objetivo final, além de conhecer os diferentes níveis de desempenho das diferentes misturas para assim determinar suas possibilidades de uso. É necessário deixar que a intuição participe do processo,trazendo a tona aspectos e ângulos que normalmente seriam deixados de lado.

1INTRODUÇÃO

Em vista da necessidade de minimizar os impactos ambientais e o alto consumo energético causado pela indústria da construção civil convencional,estão surgindo tecnologias construtivas “verdes”, que atendem a essa necessidade e ao mesmo tempo promovem o retorno ao conhecimento tradicional de utilizar a terra como material de construção eficiente. Uma dessas tecnologias em destaque é a bioconstrução e bioarquitetura, cuja essência é favorecer a vida através de materiais e processos construtivos que sejam sustentáveis aoplaneta, saudáveis ao ser humano e estejam em harmonia com o ambiente onde estão inseridos e com os usuários de seus espaços, contribuindo, portanto, para a qualidade de vida individual e coletiva. A arquitetura de terra é aquelaque utiliza a terra estabilizada sem queima como matéria-primapredominante, segundo Hoffman (2002, citado por Prompt, 2012).

Folz e outros (2010apud Prompt, 2012)dizem que o uso de materiais locais e naturais, especialmente a terra, vinculada à autonomia tecnológica para a construção, pode ser um meio para solucionar o problema habitacional; Farias (2002,apudPrompt, 2012) ressalta que uma das vantagensrelativas à simplicidade das técnicas de construção com terra é que elas podem ser apreendidas por pessoas sem experiência em construção; e Olivier (1978, apud Prompt, 2012) completa que, mesmo algumas técnicas sendo trabalhosas, muitos podem ter acesso e podem apreendê-las através de um modesto treinamento.

Sabe-se que um dos grandes desafios da construção com terra é sua conservação ao longo do tempo.Quando a terra está molhada seus grãos se agregam e expandem, porém ao secar, a água evapora e deixa um vazio entre os grãos de terra, e então surgem as fissuras(Minke, 2015). Esse processo é interpretado por muitos apenas como o problema

que deve ser evitado. Controlar a retração da mistura de terra e água e garantir a impermeabilidade do revestimento é um importante requisito na construção com terra. Um bom revestimentoque prolongue a vida útil da construção envolve proteção contra intempéries, garantindo a impermeabilização e contribuindo também com a estética da construção.

Para criar o revestimento ou a pele de uma edificaçãode terra com uso exclusivo de materiais naturais, vegetais e minerais, de forma intuitiva, sem intenção de modificar o comportamento natural dos elementos empregados, é necessário adotar alguns critérios e procedimentos tais como:

- Estabilização geral estrutural antes de serem revestidas, isto é, controle da retração por evaporação da água.

- Definição do local e função do revestimento: cobertura direta ao tempo, fechamento para ambiente interno e externo.

- Escolha dos elementos para a formação da mistura que revestirá uma determinada área, levando em conta o desempenho desejado e outros fatores como a estética, textura e a presença natural de aromas exalado pelas fibras, principalmente em ambientes internos.

- Determinação da técnica de aplicação, determinação de espessura e ferramental.

- Acabamento final na textura desejável com uso de ferramenta escolhida para alcance do objetivo.

- Presença durante o processo de estabilização ou chegada ao ponto de desempenho desejado, criando providencias a cada fato natural que ocorre.

Esse conjunto de ações cria condições para que os fatos naturais ocorridos ao longo da vida de umaconstrução sejam observados, entendidos, enfrentados e estabilizados.São os caminhos que se percorrem na escolha de um materialadequado para uma determinadasuperfície. Os caminhos da construção comterra propõem um olhar contemplativo sobre o comportamento dos elementos que formarão os revestimentos, além de um olhar conceitual sobre a arquitetura de terra e sobre os cuidados que se deve ter durante e após uma construção da edificação.

Neste ponto,buscando entender a dinâmica e trabalhar em conjunto com as características dos materiais naturais, aobservação atenta e a contemplação de seus processospassam a ser elementos importantes da construção natural.Richardson (1999, apud Prompt, 2012) alerta que a observação é imprescindível em qualquer processo de pesquisa científica.

No presente trabalho utilizou-se a observação participante, onde o pesquisador se insere na realidade estudada[1]. E desta forma, o trabalho buscadescrever as vantagens da adição de fibras naturais na mistura de terra utilizada em revestimentos de construções, observando seu desempenho relativo à retração e impermeabilidade.

O estudo propõetambém processamentos artesanais para a obtenção dos materiais naturais derivados como aglutinantes, fibras e impermeabilizantes, para que todos tenham acesso e possam criar seus próprios processos de acordo com as características e disponibilidades locais, aplicável, portanto, a diferentes contextos socioculturais.

2 OBJETIVO

Este trabalho trata derevestimentos de construçõesque utilizammateriais naturais e ferramental simplespara a obtenção de superfícies impermeáveise de uso diverso. Para tanto,se tem como objetivo avaliar,através de verificação visual e acompanhamento ao

[1]A observação participante consiste no contato direto do pesquisador com o fenômeno observado e permite a percepção de elementos não captáveis por meio de entrevistas (Minayo, 2003 apud Prompt, 2012)

longo do tempo,o desempenho derevestimentos preparados com terra e outros produtos naturais, tais como bananeira, espada-de-são-jorge e linhaça, quanto aoaparecimento de fissurasna superfície, a capacidade de impermeabilidadee aaderênciada mistura.

3 DESENVOLVIMENTO DE ATIVIDADES

Houben e Guillaud (2008, apud Prompt, 2012) definem a estabilização de solos como a modificação das propriedades de um sistema que compreende o solo, a água e o ar com o objetivo de obter propriedades de durabilidade que sejam compatíveis com uma aplicação em particular. Minke (2015) explana sobre o uso de tratamentos especiais e aditivos para o alcance de melhores características para o uso da terra na construção. Dentre as propriedades da terra que podem ser melhoradas estão: resistência à fissura, resistência à ação da água, capacidade de coesão e resistência à compressão.

Um substrato, como uma parede, por exemplo, estará pronto para receber um revestimento quando estiver estabilizado. Eledeve passar pelo período mínimo necessário de acomodação estrutural e manifestação dos comportamentos naturais de seus elementos,como a retração da terra ocasionadapela evaporação da água. Neste trabalho, alguns revestimentos são aplicados sobre a parede de alvenaria com reboco tradicional e pintura de tinta látex, como forma de desenvolver o experimento sobre um substrato liso e com determinada condição de aderência.

3.1 Estabilização estrutural

O substrato selecionado para esse estudo é a tenda cônica simples (Figura 1). Elaexpressaum conceito de desenho inspirado no conhecimento sobre o comportamento natural dos elementos e suas peculiares possibilidades de desempenho.Nota-se na figura 1 quea parte inferior da tenda está em processo final de estabilização enquanto a parte superior ainda está no inicio do processo.

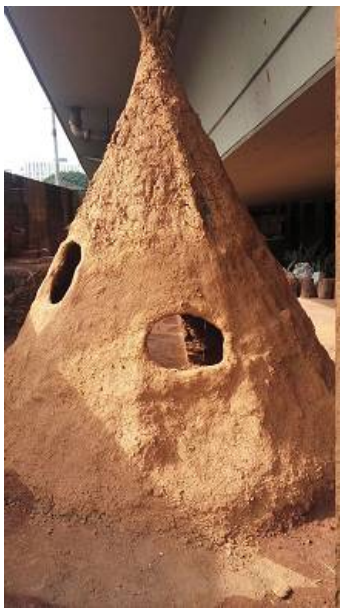


Figura 1. Tenda cônica em fase de estabilização (foto acervo Morada Natural)

A tenda cônica é feita com uma estrutura leve de bambu amarrado com sisal, simplesmente apoiada no solo, e coberta com a mistura de terra, palha e água, técnica denominada bambu a pique. Devido a este formato, a parede tem também a função de cobertura, que denota mais exigência relativa ao seu desempenho.

Durante o processo de estabilização estrutural da tenda cônicaem bambu a pique, o que corresponde aos quatro primeiros dias de vida da obra, é importante não mexer em sua estrutura. Esse tempo pode mudar de acordo com a técnica adotada, características gerais do ambiente, como o clima e a terra utilizada.

Esse trabalho de estabilizaçãofoi feito mecanicamente, introduzindo uma mistura à base de terra e água nas fissuras da superfície, com auxílio de ferramentas como colher de cozinha ou pedras roliças.A mistura foi feita com terra passada na peneira fina (nº16, abertura 1,19 mm) e com plasticidade determinada de modo a permitira penetração nas fissuras. Foi adicionado água até a obtenção de uma massa com consistência mole e fluída, de fácil penetração em fissuras estreitas.

Importante observar a abertura da fissura para determinar a plasticidade adequada,que é regulada pela quantidade de água adicionada: quanto maior a abertura,mais consistente deve ser a mistura; quanto menor a abertura, mais fluida a mistura. Em toda atividade com terraé sempre bom antes realizartestes com o solo e se possível, no próprio local da aplicação para verificar a melhor consistência.

O trabalho de preenchimento das fissuras deve ser feito a cada dois dias até que as fissurasestejam praticamente imperceptíveis, observando-se apenas um fino risco na superfície da parede.Neste momento a superfície está pronta para receber o acabamento.

Esta atividade demonstra que o controle mecânico de retração, feito através da compactação da superfície com uso de colher de cozinha e pedra arredondada como ferramentas, é fundamental para obtenção de um estrato com poder de impermeabilidade.

3.2 Revestimentos naturais

Uma vez estabilizado o substrato, o revestimento é convidado a formar a pele protetora.O revestimento pede para a mistura básica de terra e água a chegada de um elemento que crie o braço de união entre as partículas de terra. Alguns vegetais mostraram-se aptos a criar essa união. Alguns materiais destes materiais foram experimentados e são descritos a seguir.

a) Bambu, banana e babosa

Abambunaneira é um conjunto formado por estrutura de bambu amarrado com fibra de bananeira e vedaçãofeita com terra efibra de bananeira.

O procedimento para obter a fibra da bananeira é: depois de retirado o cacho do fruto, corta-se o caule na sua base, aproximadamente a 20 cm do solo; não se devem fazer cortes intermediários no caule, pois este deve ser o mais longo possível; em seguida, retiram-se as “calhas” do caule e pendure em um varal para secagem durante 1 mês, ou até verificar a secagem total das fibras; depois de seca, as calhas são separadas em tiras longas com espessura aproximada a 2 cm. Importante não seccionar a fibra no comprimento, pois quanto mais longa a fibra, maior e mais resistente é a trama que se forma.

Para preparar a mistura para a vedação, coloca-se a fibra da bananeira num recipiente, geralmente a cuba do carrinho de mão, adiciona-se água até cobrir a fibra totalmente; em seguida, e aos poucos, adiciona-se terra peneirada fina (peneira nº 16, abertura 1,19 mm) misturando sempre. A consistência adequada é aquela que adere à estrutura, sem escorrer. A figura 2 apresenta etapas do preparo da mistura e sua colocação na estrutura para a vedação.

Figura 2: Etapas do preparo da mistura de vedação e sua colocação na estrutura. a) fibra da bananeira sendo molhada; b) adição da terra; c) aplicação da mistura sobre a estrutura de bambu(foto acervo Morada Natural).

Durante a aplicação da mistura para a vedação, alisa-se a superfície para seu acabamento. Em seguida, promove-se a impermeabilização da superfície esfregando cascas de banana e babosa diretamente na superfície alisada garantindo assim suaimpermeabilização e acabamento estético (Figura 3). Após seis meses de construída, a face interna da bambunaneirapermaneceu seca, sem infiltração em dias de chuva, e sua superfície externa íntegra, sem fissuras.

Figura 3: Estrutura bambunaneira1 (um) mês após sua construção(ambas as imagens)(foto acervo Morada Natural).

b)Espada-de-são-jorge e óleo de linhaça

Esta atividade refere-se a elaboração de revestimento feitoàbase de terra e água com adição da fibra da espada-de-são-jorge e impermeabilização da superfície com óleo de linhaça. A espada-de-são-jorge (*Sansevieriatrifasciata*) é uma espécie vegetalmuito utilizada na ornamentação, tanto em ambiente urbano como rural. Para usá-la no revestimento natural,suas folhas são trituradas no liquidificador de uso doméstico com água suficiente para cobrir o conteúdo. O material trituradoé passadona peneira fina (nº 16, abertura 1,19 mm) para retirar o excesso de água, que será posteriormenteutilizada. Mistura-se uma parte da fibra triturada com três partes de terra e adiciona-se a água reservada até se obter uma mistura de consistência média.

Para testar o desempenho da mistura, estafoi aplicada a uma parede de alvenaria com reboco convencional de cimento e areia epintura látex. Foram preparadas duas amostras: uma com o outra sem o acabamento superficial. No dia seguinte à aplicação do revestimento, fez-se o acabamento superficial de uma amostra com o uso de ferramenta rígida (que pode ser colher, espátula, desempenadeira, pedra lisa, entre outros), pressionando a superfície com movimentos repetitivos. Durante o processo de acabamento

a superfície foi umedecida comóleo de linhaça (obtenção descrita no item “c”),que auxilia na impermeabilização do revestimento e também no deslizamento das ferramentas.

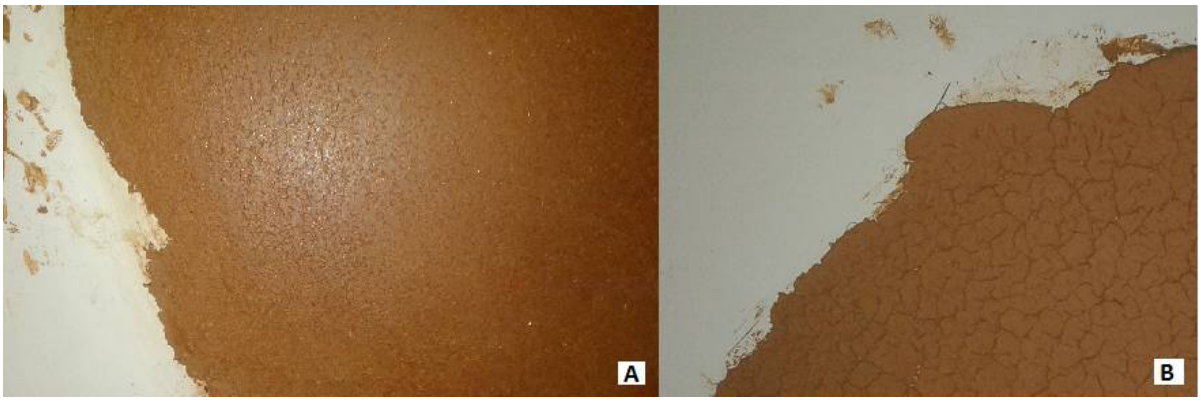


Figura 4:Revestimento natural feito com terra, água e fibras da espada-de-são-jorge aplicado sobre substrato liso. A) Revestimento aplicado como acabamento com óleo de linhaça; B) Revestimento aplicado sem o acabamento(foto acervo Morada Natural)

Este processo foi repetido até se observar aspecto liso na superfície do revestimento e total ausência de fissuras (Figura 4.A). Aamostra sem acabamento apresentoua superfície áspera com fissuras curtas e finas (Figura 4.B). Foi possível notar também nesta amostra, mesmo com fissuras, o revestimento ficou bem aderido à parede.

Em outro experimento, sem o uso da fibra da espada-de-são-jorgena mistura, observou-se deficiência da aderência, com desprendimento de partes do revestimento.

c)Óleo de linhaça

Esta atividade foca na observação do desempenho da linhaça (*Linumusitatissimum)* como agente aglutinador na mistura de terra e água.

O processo para obter o óleo de linhaçaconsiste em colocar 300 gramas de linhaça dourada (ou escura) em uma panela com 2,5 litros de água em fogo baixo, mexendo sempre para não grudar no fundo da panela. Ao levantar a fervura, continua-se mexendo por mais 10 minutos. Retira do fogo e deixa esfriar. Antes de esfriar totalmente, passa o líquido pastoso numa peneira fina (nº 16, abertura 1,19 mm) para separar o óleo das sementes;seo líquido esfria, as sementes juntam-se,tornando mais difícil sua separação do óleo.

Para observar a eficácia do óleo de linhaça como aglutinante natural, forampreparadasduas amostras: umafeitaexclusivamente comóleo de linhaça e outra feita com água simplesmente. O líquido (óleo de linhaça e a água) foi adicionado à terra até a obtenção de uma mistura com consistênciaapropriada para sua aplicação.Ambas as misturas foram aplicadassobre superfície lisa (parede de alvenaria externa com reboco convencional e pintura de tinta látex).

A Figura 5 apresenta as duas amostras experimentadas: o revestimento com a mistura de terra e água (lado esquerdo),que apresenta fissuras e desprendimento; o revestimento com a mistura terra e óleo de linhaça,cujo aspecto liso e uniforme, assim como também firmemente aderido à parede, indica que o óleo da linhaça tem potencial para ser usado em revestimentos naturais feitos à base de terra.

Figura 5: Revestimentos naturaisaplicados à parede de reboco convencional. Acima e àesquerda mistura de terra e água sem o óleo de linhaça e abaixo àdireta mistura de terra com o óleo de linhaça(foto acervo Morada Natural).

d) Papel

Nesta atividade foi avaliado o uso da fibra de papel como agente de controle de retração da terra em revestimentos naturaisfeitos à base de terra e água. As massas compostas por papel se mostram coesas e com bom comportamento à flexão.

O papel usado é oriundo dos resíduos sólidos da zona urbana.Praticamente todo papel pode ser utilizado, mas, para este fim,observou-se que o papel branco, como o chamado sulfite,apresentoumelhores resultados, possivelmente por conta de suas fibras serem bastante resistentes. Devido a experiências anteriores, observou-se também que a mistura que contém fibras do papel branco adquire mais facilmente a coloração desejada com o uso de corantes naturais.

Para preparar este revestimento natural foi utilizada a fibra do papel em forma de polpa. O procedimento para obtenção da polpa consiste em deixar o papel de molho na água por dois ou três dias para amolecer. Após este período tritura-se o papelmolhado em liquidificador doméstico até formar uma pasta homogênea.Retira-se o excesso de água com ajuda de uma peneira fina (nº 16, abertura 1,19 mm), reservando a água para uso posterior. Misturam-se então os ingredientes na proporção de três partes de terra para uma parte de polpa, acrescentando a água reservada até obter uma massa pastosa que não escorre ao ser aplicada em uma superfície vertical.

Para avaliar o desempenho da fibra de papel no controle da retração da terra, foram aplicadas lado a lado a amostra do revestimento natural preparado com terra, água e polpa de papel, e outra amostra preparada com terra e água (Figura 6).

Uma semana após a aplicação dos revestimentos constatou-se a retração na amostra em que não se utilizou a fibra de papel, evidenciada pelas profundas fissuras (Figura 6B'); já a porção em que foi utilizada a fibra de papel percebe-se sua aparência lisa e uniforme (Figura 6A'). Devido ao aspecto do revestimento natural feito com a fibra de papel avaliado nesta atividade, indica-se sua possibilidade de uso também para acabamento estético (Figura 6.C).

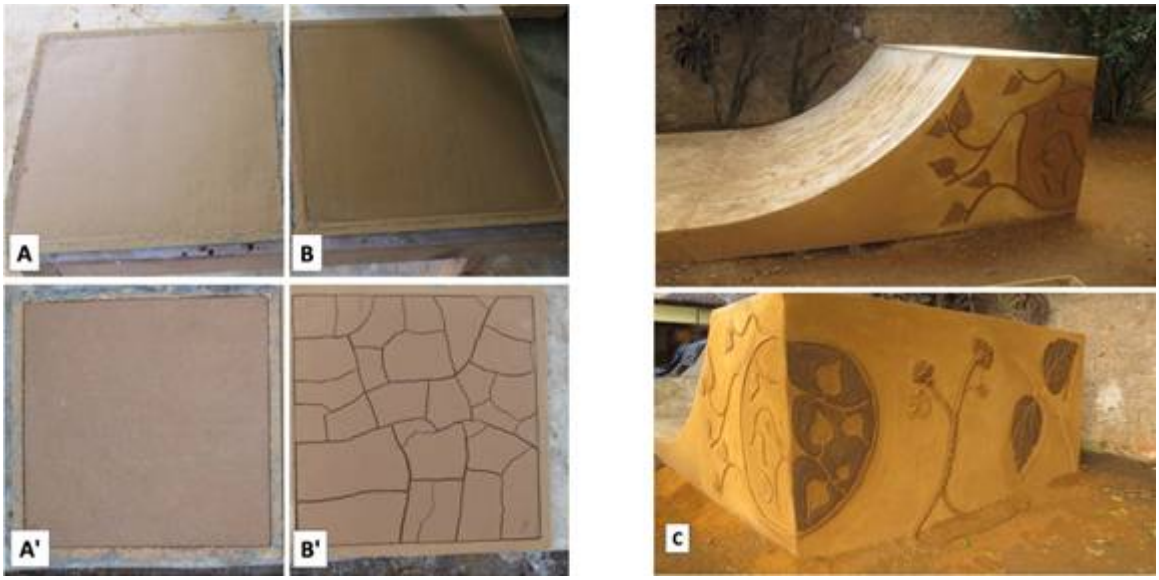


Figura 6: A e A') revestimento de terra e polpa de papel logo após aplicação e com idade de sete dias respectivamente.B e B') revestimento com terra e água logo após aplicaçãoe com idade de sete dias respectivamente. C)pista de *skate* com revestimento em alto relevo preparado com terra e polpa de papel (fotos acervo Morada Natural)

Para avaliar a resistência mecânica do revestimento natural feito da mistura de terra e polpa de papel, comparou-se seu desgaste em uma pista de *skate*. Os revestimentos nestas pistas devem apresentar curvas perfeitas, superfície lisa, resistente à abrasividade, além de suportar o esforço dinâmico durante o uso.

Preparou-se o revestimento da pista de *skate* com duas diferentes amostras: um trecho como revestimento natural com papel, e outro, adjacente, também feito com o revestimento natural com papel, mas com adição de cimento. A composição da mistura foi de 1 balde (18 L) de terra peneirada, 1 balde de polpa de papel e 2 kg de cola; para uma das amostras, foi adicionado meio balde de cimento

A figura 7 mostra a pista de *skate* revestida com as duas amostras sendo a do lado direito a que contém cimento.

Figura 7: Revestimento da pista de skate: metade esquerda da pista com adição de cimento e a metade direitasem adição de cimento (foto acervo Morada Natural)

Podem-se considerar toleráveis as alterações e deformações observadas após seis meses de uso. Foi observado esfarelamento nos locais de impacto pontual, não havendo desprendimento aleatório. Constata-se que a flexibilidade oferecida pelas fibras do papel unifica e sustenta o revestimento.

Quanto à resistência a abrasividade, foi observada durante exposição ao uso constante por duas horas, perda de velocidade com o skate mais significativa na parte sem cimento. Esses resultados apontam para a necessidade de maior aglutinação entre as partículas e maior dureza.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Um revestimento feito sobre uma estrutura em fase de estabilização terá o seu desempenho comprometido pelo movimento promovido pela perda da água por evaporação e acomodação estrutural. Nota-se que uma estrutura estável está pronta para receber um acabamento quando se percebe a ausência de fissuras expressivas. Assim, o revestimento aplicado não ficará sujeito ao movimento de outras partes da estrutura. Vale ressaltar que o tempo do processo de estabilização varia de caso a caso por conta do clima, materiais empregados, condições gerais do local e tipo de construção.

Através de atividades com diversos materiais e da observação participante foi possível perceber que alguns vegetais se mostraram aptos a serem incorporados no revestimento:

- bambunaneira: estabilidade estrutural, controle da retração e revestimento em estado de impermeabilidade.

- espada-de-são-jorge: auxilia o óleo da linhaça na aglutinação, unindo e aderindo a superfícies.

- óleo de linhaça: aglutinante oleoso, forte aderência a superfícies, auxílio no controle da retração.

- papel: controle da retração, flexibilidade, auxilio na aderência e acabamento estético

Observou-se que ao utilizar as fibras naturais, como espada-de-são-jorge, linhaça ou papel, na preparação de revestimentos feitos a base de terra e água, o processo de retração da terra pode ser controlado, apresentando menos fissuras na superfície revestida, além da aderência às superfícies revestidas, mesmo quando aplicado em superfícies lisas de baixa capacidade de aderência. Nas amostras sem adição das fibras naturais, foi observado que além da expressiva formação de fissuras houve também o desprendimento do revestimento, resultante da menor capacidade de aderência da terra pura.

Os revestimentos exclusivamente naturais vegetais passam por processo de estabilização, que vai desde a aplicação até o total desaparecimento de fissurase com aentrada do revestimento chega ao estado de impermeabilidade, que deve ser mantido com cuidados periódicos. Tais cuidados consistem na reaplicação de impermeabilizante natural oriundo do óleo da linhaça, entre outros, e por vezes com adição da fibra da espada-de-são-jorge em casos especiais a serem observados.Além do controle de retração e impermeabilidade, este tipo de revestimento permite também o acabamento estético da estrutura.

5 CONSIDERAÇÕES

Considerando elementos do processo a terra, a água, fibras, ar, evaporação, ferramentas e a mão do homem, observa-se que a fibra cria união auxiliando na aglutinação. A água une as partículas de terra e quando evapora torna a superfície rígida. As fibras naturais se manifestam como elementos irmãos, passando a auxiliar na aderência e impermeabilização, além de potencial estético, assumindo propriedades diversas e não só as essenciais que possuem.

É preciso sentir o que os elementos têm a dizer através de seu comportamento natural. Isso vai ocorrer através da participação conjunta e efetiva ao longo de todo o processo criando uma união intima com os elementos. Processar um revestimento intuitivamente significa libertar-se de intenções sem perder o objetivo. Não se espera uma resposta de um elemento ou de uma mistura antes de se fazer a pergunta de como ele se comporta naturalmente. Importante controlar a ansiedade de resultados.

Frei Luciano (2014, p.12) diz: "É muito necessário abrir esse espaço (representado pelo silencio), por um átimo de segundo que seja antes de tomar uma decisão". Funciona como um "sim" para que a intuição possa participar desses importantes momentos, trazendo a tona aspectos e ângulos que normalmente seriam deixados de lado ou aos quais não seria dadaimportância.

Quando se contempla o comportamento dos elementos, transporta-se a escala mínima, simbolicamente o indivisível, chega-se na partícula, nos grãos de argila e areia, e então neste local é possível sentir e perceber cada partícula de terra e como elas interagem entre si. Da contemplação vem o impulso intuitivo para uso de uma determinada fibra, de um vegetal, de um tipo de terra, de uma quantidade de água, de uma ferramenta, da maneira como se aplica o revestimento, o objetivo, a textura. Persistir e não recuar num movimento natural. Revestimento com terra é a pele viva da estrutura. Não é eliminar a retração da terra ou qualquer outra reação de sua própria natureza, mas é controlar pela aproximação dos elementos irmãos para o devido uso que se pretende.

A fibra da espada-de-são-jorge misturada ao revestimento, quando seca, exala um cheiro no ambiente, sutil, característico, que remete a palha seca. Na cozinha, o fogão a lenha, que mesmo apagado, deixa no ar o aroma da lenha que imprimem sensações geralmente agradáveis. A transformação sutil num ambiente é significativa e permite a melhoria de vida também nos grandes centros urbanos, como em um dormitório com paredes revestidas por métodos tradicionais à base de cimento, recebendo um revestimento natural de terra. Mesmo que sutil esta pequena ação já significa atenção à qualidade de vida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Luciano, Frei. 2014. Silêncio, ó amado silêncio. Carmo da Cachoeira, Irdin Editora, p. 12.

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

Prompt, Cecília Heidrich (2012).Arquitetura de terra em unidades agrícolas familiares: estudo de caso no oeste catarinense. Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às queridas Clara Luz Sant'Anna e PaulyaneNogueira pelo auxilio na elaboração do artigo, a todos que participaram direta ou indiretamente para que chegássemos a esse ponto e à Coordenação do Comitê Científico TerraBrasil 2016 pela paciência em esclarecer nossas dúvidas e pelas sugestões que foram fundamentais.

AUTORES

George Rotatori, pesquisador empírico de processos de revestimento naturais; arquiteto; facilitador em vivências de bio-construção; membro da equipe da Morada Natural.

Marcelo Chini, consultor em planejamento ambiental sustentável; Bioconstrutor: gestão e execução de obras, capacitação de mão-de-obra em construção ecológica, pinturas e acabamentos naturais com terra; Mais de 15 anos de experiência com agroecologia e manejo sustentável da propriedade rural: sistemas para revitalização e preservação dos solos e nascentes, plantios diversos, cultivo orgânico de hortaliças e frutas; Atividades de apicultura, viveiro de mudas e banco de sementes, recuperação de áreas degradadas, solo e matas ciliares, ervas medicinais, agrofloresta, bambu,

paisagismo, jardinagem e educação ambiental; Permacultor formado pelo Instituto de Permacultura da Bahia; Cursos nas áreas de Conservação e Restauração de Arquitetura de Terra, Construções Ecológicas e Agrofloresta.

Priscila Martins Last, arquiteta e urbanista formada pela Universidade Federal de Santa Catarina desenvolve, desde 2003, projetos, obras, consultoria e capacitação de mão-de-obra em arquitetura com enfoque ecológico e sustentável; Cursos nas áreas de Ecoconstrução e Materiais Ecológicos, Tecnologia do Bambu (China), Conservação e Restauração de Arquitetura de Terra, Princípios Avançados em Permacultura; Permacultora formada pelo Instituto de Permacultura Austro-Brasileiro e integrante da Rede Permear de Permacultores. CAU A42001-8

Trabalhos práticos (ou teóricos) que apresentem resultados de ações institucionais voltadas a estas atividades, por exemplo: em projetos de Extensão Universitária; discussão e contribuições sobre práticas, experiências e modelos de capacitação, transferência de tecnologia, planos de ensino, banco de dados.

Tema T4

Ensino, capacitação, e transferência de tecnologia

TerraBrasil 2016
VI Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Bauru-SP (Brasil), 8 a 12 de novembro de 2016
http://faacppgarq.wix.com/terrabrasil2016
PPGARQ/FAAC-UNESP

BREVE PANORAMA DO ENSINO E PESQUISA SOBRE ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO COM TERRA NO BRASIL

Obede Borges Faria[1]; Aline de Souza Dias Beltrame[2]; Fernanda Aparecida Alonge[3]

[2] DEC/FEB/UNESP - PPGARQ/FAAC/UNESP - Bauru; SP, Brasil, obede.faria@gmail.com
PPGARQ/FAAC/UNESP - Bauru; SP, Brasil, [2]aline_diasarq@hotmail.com ; [3]fer.alonge@gmail.com

Palavras-chave: arquitetura e construção com terra, ensino, pesquisa

Resumo

Há muita dificuldade de inserção e formalização de temas relacionados a arquitetura e construção com terra nas instituições de ensino superior brasileiras, tanto na graduação quanto na pós-graduação, em engenharia civil e arquitetura e urbanismo. Também há a percepção de que esta lacuna possa ser preenchida com cursos e atividades de capacitação, não acadêmicos. Portanto, faz-se necessário um levantamento mais criterioso para diagnosticar e avaliar estas questões e este foi o principal objetivo do presente trabalho. Os resultados apresentados são a síntese de um amplo levantamento de informações, disponíveis em bases de dados brasileiras de dissertações de mestrado e teses de doutorado, além de coleta de dados junto a membros voluntários da Rede TerraBrasil, realizada entre 30 de novembro e 15 de dezembro de 2015. Das 371.421 teses e dissertações disponíveis, apenas 102 tratam do tema arquitetura e construção com terra (ACT). Destes, 75% são de mestrado e 25% de doutorado; 63% realizados em instituições da Região Sudeste, sendo 45,1% no Estado de São Paulo. Predominam técnicas com solo-cimento (54%) e, no solo-cimento, 44% correspondem aos blocos de terra comprimida (BTC). A produção acadêmica foi crescente entre 1988 e 2011, com pequena queda entre 2012 e 2015. Houve informação de inserção da ACT nos currículos formais de apenas 4 universidades (3 públicas e 1 privada). Um levantamento mais completo de informações relativas às atividades de ensino necessitaria de mais tempo, além do disponível para a coleta realizada, contatando mais instituições espalhadas pelo país e avaliando os planos de ensino das disciplinas de seus respectivos cursos. Mesmo assim, uma vez que os dados levantados referentes à produção acadêmica representam quase a totalidade do histórico do país, é significativo o panorama apresentado sobre o tema no Brasil.

1 INTRODUÇÃO, OBJETIVO E ESTRATÉGIA METODOLÓGICA

O presente artigo é uma extensão de um dos capítulos do livro "ATAL - Arquitetura de Terra na América Latina", organizado pela Rede Ibero-Americana de Arquitetura e Construção com Terra – PROTERRA, publicado pela Editora Argumentum (de Portugal) com previsão de seu lançamento por ocasião do principal e mais antigo evento sobre o tema, o "Terra2016 - XIIth World Congress on Earthen Architecture", ocorrido em Lyon (França) entre 11 e 14 de julho de 2016.

Considerando-se a vastidão territorial brasileira, sua diversidade climática e de solos, apresenta-se um panorama geral sobre o ensino e a pesquisa de temas relacionados com a arquitetura e construção com terra (ACT) no país.

Os resultados apresentados são a síntese de um amplo levantamento de informações, disponíveis em bases de dados brasileiras de dissertações de mestrado e teses de doutorado, como a "Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações: conhecimento e reconhecimento – Pesquisa científica no Brasil" (IBICT, 2015), além das bases de dados particulares de diversas universidades. Também foram coletados dados junto a membros da Rede TerraBrasil, em levantamento realizado entre 30 de novembro e 15 de dezembro de 2015, de acordo com os formulários apresentados nos Apêndices B e C.

2 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As informações estão organizadas em dois grupos: 1) *Ensino*, no qual foi considerada a carga horária de aulas dedicadas ao tema, em cursos regulares de formação profissional, sejam cursos técnicos, de graduação ou de pós-graduação; 2) *Pesquisa*, no qual se consideraram teses de doutorado, dissertações de mestrado, monografias de especialização (pós-graduação *lato sensu*), trabalhos de conclusão de curso de graduação, relatórios de iniciação científica e relatórios de pesquisas institucionais (financiadas por órgãos de fomento a pesquisa).

2.1 Ensino

De acordo com Brasil (2007), a carga horária mínima para os cursos de graduação em Engenharia e em Arquitetura e Urbanismo é de 3.600 horas. As Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) para os cursos de graduação em Engenharia (Brasil, 2002) estabelecem que 15% destas horas (540 horas) são destinadas aos "conteúdos profissionalizantes", nos quais se inserem as disciplinas de materiais de construção. As DCN para os cursos de Arquitetura e Urbanismo (Brasil, 2010) estabelecem que cerca de 1.800 horas sejam destinadas ao "núcleo de conhecimentos profissionais", no qual se inserem as disciplinas de tecnologia de construção, dentre outras.

Os dez anos de experiência do primeiro autor, como avaliador institucional e de cursos de graduação em todo o território brasileiro junto ao Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais, do Ministério da Educação (INEP/MEC), permitem afirmar que é muito raro o tema da arquitetura e construção com terra estar incluído oficialmente nos planos de ensino de disciplinas dos cursos de graduação e de pós-graduação em engenharia civil e em arquitetura e urbanismo. Algumas exceções são apresentadas na tabela 1, na qual é apresentada a carga horária (CH) dedicada a arquitetura e construção com terra e a respectiva porcentagem, relativa à CH total do núcleo das DCN no qual é possível a inserção do assunto.

Tabela 1 - Carga horária (CH) sobre arquitetura e construção com terra (ACT) em algumas universidades brasileiras

Instituição	Curso	CH sobre ACT (h)	% DCN
UNESP - Univ. Estadual Paulista, campus de Bauru (SP)	Pós-Graduação em Arq. e Urbanismo	60[1]	10,0[2]
	Graduação em Arq. e Urbanismo	16	0,9
	Graduação em Eng. Civil	8	1,5
UNIMEP - Univ. Metodista de Piracicaba (SP)	Graduação em Arq. e Urbanismo	68	3,8
UFMS - Univ. Federal de Mato Grosso do Sul (MS)	Pós-Graduação em Eficiência Energética e Sustentabilidade - Mestrado Profissional	15	8,3[2]
	Graduação em Engenharia Civil	18	3,3
USP - Univ. de São Paulo, campus de São Paulo (SP)	Pós-Graduação em Arq. e Urbanismo	225	20,8[2]
	Graduação em Arq. e Urbanismo	20	1,1

[1] Refere-se a uma disciplina optativa, que provavelmente não será oferecida após a aposentadoria do professor em 2017

[2] Como não há DCN para cursos de pós-graduação, refere-se à carga horária total dos cursos

Uma rápida avaliação destes dados mostra que na graduação a carga horária dedicada ao tema varia entre 0,9% e 3,3% do núcleo de "conteúdos profissionalizantes" dos cursos de Engenharia Civil. Esta parcela pode ser considerada muito baixa, levando-se em conta que

neste núcleo as disciplinas da área de construção civil somam 420 h[1], ou seja, 77,8% do mínimo de 540 h.

Nos cursos de pós-graduação, a parcela relativa à carga horária total dos cursos variou entre 8,3% e 20,8%. Esta proporção pode ser considerada expressiva, porém, o conteúdo curricular dos cursos de pós-graduação é muito dinâmico. Geralmente, há uma carga horária muito reduzida para disciplinas obrigatórias (mais perenes) e as demais disciplinas são optativas, porque dependem da área de pesquisa dos professores credenciados nos programas de pós-graduação. Por exemplo, se em um determinado período não há professor especialista em arquitetura e construção com terra, não são oferecidas disciplinas sobre o tema.

Para reverter este quadro, é necessário que os programas de pós-graduação contem com massa crítica suficiente para manter uma Linha de Pesquisa específica sobre arquitetura e construção com terra, ou seja, seria necessário contar com pelo menos cinco ou seis docentes do quadro permanente, atuantes na área, para que sempre possam ser oferecidas disciplinas em quantidade suficiente para os discentes (orientandos) elaborarem um plano de estudos (projeto de mestrado ou de doutorado) sobre o tema. Portanto, é necessário que seja incentivada a formação de doutores na área da arquitetura e construção com terra, com produção científica suficiente para seu ingresso como docentes de pós-graduação.

Importante ressaltar que, no Brasil, as linhas de pesquisa dos programas de pós-graduação em geral são definidas em função da convergência entre as áreas de atuação dos docentes existentes no programa em um determinado momento. É muito difícil a definição de linhas de pesquisa permanentes, porque é praticamente impossível (pelo menos nas universidades públicas) a contratação de docentes exclusivamente para atuação na pós-graduação, em reposição a docentes afastados ou aposentados. Com isso, linhas de pesquisa podem surgir ou ser extintas ao longo do tempo, dentro de um eixo temático geral e mais duradouro, denominado "Área de Concentração". Uma breve avaliação quantitativa desta realidade é abordada na próxima subseção.

2.2 Pesquisa

As informações relativas a teses e dissertações foram coletadas, via internet, junto a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT). Esta base de dados (IBICT, 2015) disponibiliza (na data do levantamento) os textos na íntegra (em formato .pdf) de 132.993 teses e 238.428 dissertações, produzidas em 101 Instituições de Ensino Superior brasileiras (IES). Portanto, possibilita uma amostragem bastante significativa da realidade nacional. Cabe destacar que a inclusão dos trabalhos na BDTD é uma decisão pessoal dos autores e nem todos aderem a este meio de divulgação.

Apesar do número aparentemente reduzido de trabalhos disponíveis sobre arquitetura e construção com terra, a disseminação do conhecimento via BDTD é expressiva. Por exemplo, até de 2 de dezembro de 2015, o trabalho de Faria (2002) foi visitado 6.263 vezes, além da realização de 29.807 *downloads*. Estas cifras dificilmente seriam atingidas em uma biblioteca física, ou pela publicação de um livro impresso e distribuído em livrarias comerciais.

A busca na BDTD foi realizada pelas seguintes palavras-chave: *construção com terra, terra crua* (termo praticamente em desuso, mas pode ser encontrado em trabalhos mais antigos)*, pau a pique, taipa, adobe e solo-cimento*. Do total de 371.421 trabalhos disponíveis, 102 tratam de arquitetura e construção com terra (0,03% do total), entre os anos de 1988 e 2015. Estes trabalhos foram produzidos por 25 IES (25%) das 101 cadastradas no sistema, distribuídos em 16 dos 26 estados brasileiros e do Distrito Federal (figura 1). Do total, 61%

[1] Informações do Curso de Graduação em Engenharia Civil, da Faculdade de Engenharia, da UNESP-Bauru.

destes trabalhos estão concentrados no estado de São Paulo (SP) e estados da Região Sul (PR, SC e RS), a região que conta com o menor patrimônio edificado com terra no Brasil, porém, onde se concentram as universidades mais expressivas e mais produtivas (figura 2). Por exemplo, a Universidade de São Paulo (USP), Universidade de Campinas (UNICAMP), Universidade Estadual Paulista (UNESP) e Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) são responsáveis por 55% destes 102 trabalhos, conforme detalhado no Apêndice A.

Além das próprias teses e dissertações, os seus resultados geralmente também são divulgados através de artigos publicados em periódicos (revistas) e em anais de eventos científicos. Uma forma de realizar um levantamento mais completo desta produção científica seria consultar os currículos de cada um dos autores (das teses e dissertações), disponíveis na "Plataforma Lattes"[2], do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e selecionar aquelas relativas ao tema da ACT. No entanto, este seria um trabalho exaustivo e demandaria muito tempo e dedicação.

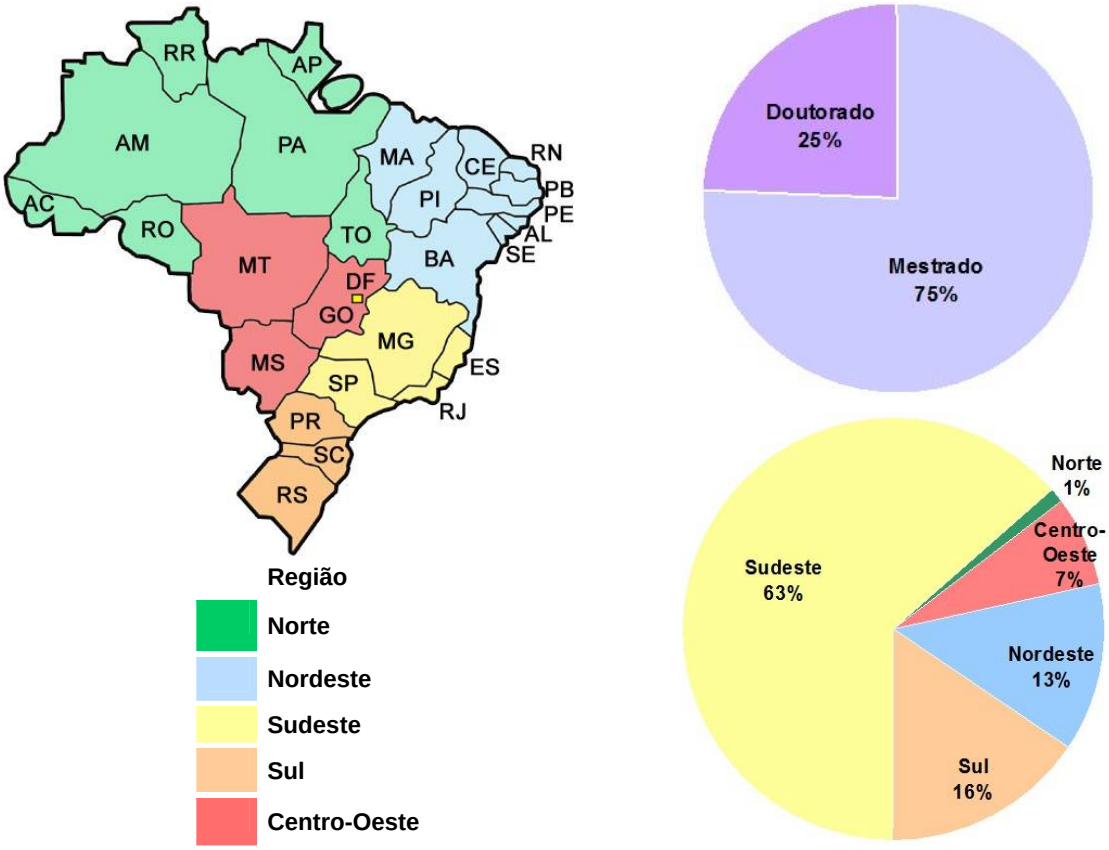


Figura 1. Distribuição da produção das 102 teses e dissertações sobre ACT no Brasil, por região

[2] disponível em http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/busca.do?metodo=apresentar

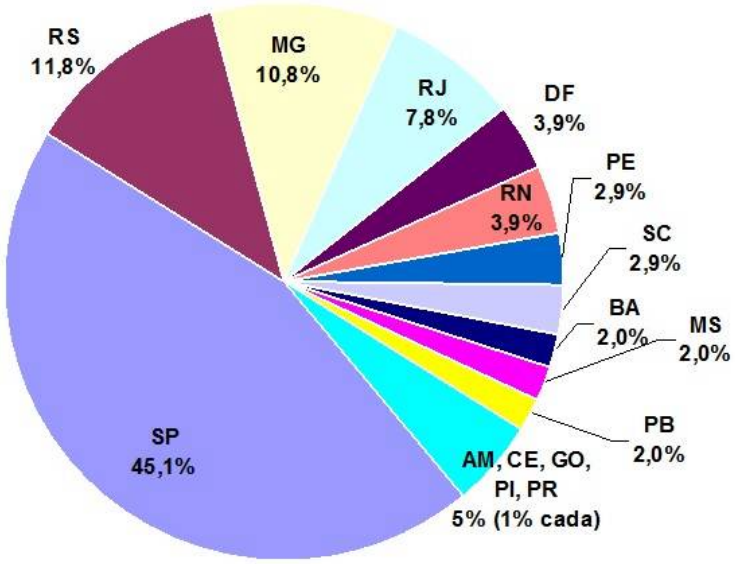


Figura 2. Distribuição da produção de teses e dissertações sobre ACT no Brasil, por Estados da federação

Os temas desta produção acadêmica foram assim classificados: *adobe*, *taipa* e *técnica mista* (ou pau a pique) – as três técnicas de construção com terra consideradas como introduzidas pelos colonizadores portugueses; *solo-cimento* (que não é uma técnica, mas a principal palavra-chave de muitos trabalhos) e *várias* (trabalhos que abordam outras técnicas ou diversas técnicas de construção com terra).

Como mostrado na figura 3, 54% dos trabalhos estudam o solo-cimento em cinco formas de aplicação, conforme detalhado na mesma figura. Esta quantidade expressiva de trabalhos sobre o material deve-se, provavelmente, ao fato de ser o único (com terra) contemplado por normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), desde o início dos anos 1980, produzidas com apoio da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP). Neste grupo de material, 44% referem-se a bloco de terra comprimida (BTC), e 6% a paredes monolíticas (como taipa), duas técnicas de construção com terra frequentemente abordadas por PROTERRA. Os outros 50% tratam de aplicações menos convencionais para a terra (no âmbito dos trabalhos de PROTERRA), ou seja, em estacas de fundações, obras de terra (barragens) e reforço de sub-base e base para pavimento.

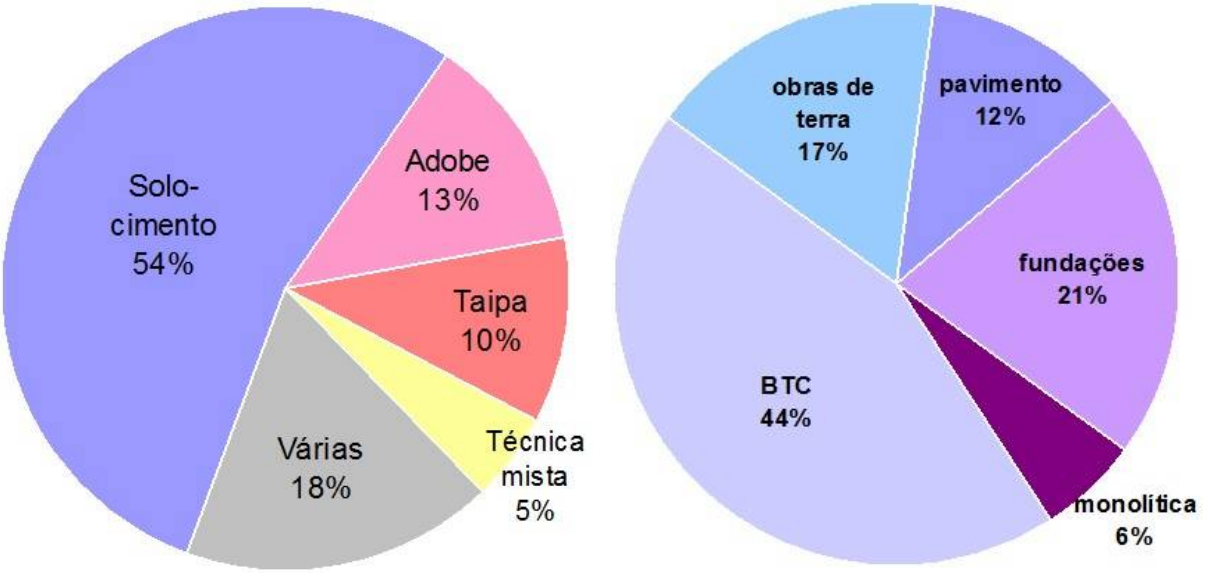


Figura 3. Técnicas de construção com terra abordadas por teses e dissertações no Brasil (à esquerda), detalhando-se os empregos do solo-cimento (à direita)

Os trabalhos agrupados como "várias" (18%) tratam das técnicas de construção com terra em geral, abordando aspectos históricos, de conforto ambiental e de restauração. Espera-se que o interesse pelo estudo do adobe, segunda técnica mais estudada (13%), cresça com a aprovação de uma norma brasileira para o material, cujo texto do projeto de norma já foi aprovado para submissão à consulta nacional por uma Comissão de Estudo (CE) da ABNT, com o apoio da Rede TerraBrasil de Arquitetura e Construção com Terra e representantes de diversas IES e escritórios de arquitetura.

A distribuição temporal da produção acadêmica (figura 4) aponta um crescimento linear entre os anos de 1996 e 2011 e uma queda no período 2011 – 2015. No entanto, o crescimento não pode ser creditado apenas ao aumento do interesse pelo tema, mas, também, ao aumento da adesão dos autores ao sistema BDTD. Da mesma forma, como o ano de 2015 ainda não terminou e demora algum tempo para os trabalhos entrarem no sistema, não é prudente concluir que houve um declínio do interesse pelo tema.

É importante refletir sobre o impacto das teses de doutorado na difusão da arquitetura e construção com terra. No Brasil, o título de doutor é exigência para o ingresso na carreira docente (principalmente nas IES públicas) e uma forma de mensurar este impacto é avaliando a produção científico-acadêmica do autor da tese. Por exemplo, Faria (2002), após seu doutorado sobre adobes, teve um grande projeto de pesquisa financiado, três orientações de iniciação científica (IC) e 17 monografias de conclusão de curso de graduação (TCC), todos sobre o tema ACT. Milani (2008), estudando paredes monolíticas de solo-cimento, já concluiu duas orientações de mestrado, teve um projeto de pesquisa financiado, quatro orientações de IC e três orientações de TCC. Esta produção, que pode ser considerada como uma interface entre Ensino e Pesquisa, também se multiplica em artigos publicados em periódicos e anais de eventos.

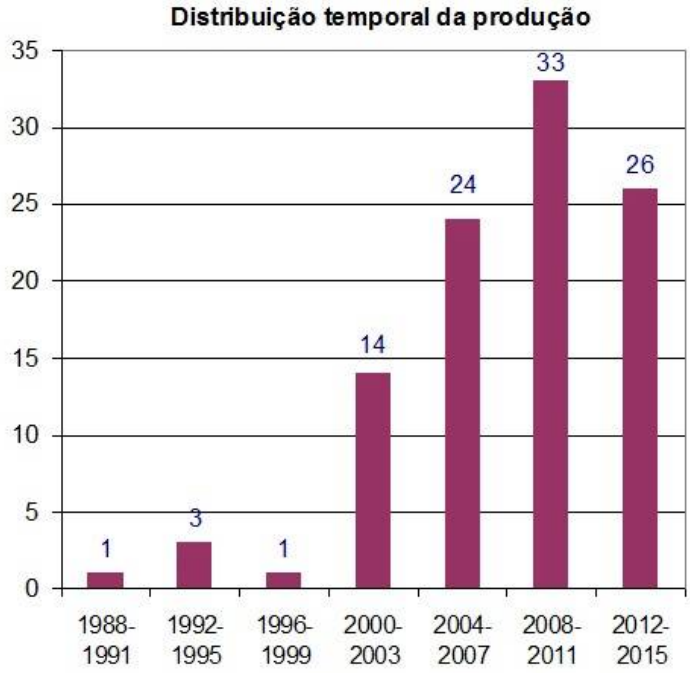


Figura 4**.** Distribuição temporal (por períodos de 4 anos) da produção total de teses e dissertações sobre arquitetura e construção com terra no Brasil

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresenta um panorama breve e geral, considerando-se as particularidades brasileiras e de acordo com os objetivos do tema e tempo disponível para sua realização.

Um levantamento mais completo de informações relativas às atividades de ensino necessitaria de mais tempo, além do disponível para a coleta realizada, no sentido de

contatar outras instituições espalhadas pelo país, depurar e quantificar os planos de ensino das disciplinas de seus respectivos cursos.

Mesmo assim, uma vez que os dados levantados referentes à produção acadêmica representam quase a totalidade do histórico do país, é significativo o panorama apresentado sobre a pesquisa e ensino da arquitetura e construção com terra no Brasil.

Para que o tema da arquitetura e construção com terra se consolide na matriz curricular da formação de engenheiros e arquitetos, não basta a iniciativa apenas dos cursos de pós-graduação (mestrado e doutorado), formadores de professores para os cursos de graduação, como apontado na subseção 2.1. Redes temáticas, como a Rede Ibero-americana PROTERRA e a Rede TerraBrasil, podem também contribuir com estratégias simples, tais como:

- Incentivar seus membros a disponibilizar sua produção acadêmica (teses, dissertações, monografias e outras) para acesso público nas bases de dados (ou "repositórios") nacionais e internacionais;
- Não se descuidar da qualidade e rigor científico dos trabalhos aceitos para publicação nos anais de seus eventos;
- Selecionar, criteriosamente, os melhores trabalhos apresentados em seus eventos, para publicação em periódicos científicos de qualidade; e,
- Incentivar seus membros a participarem, com apresentação de trabalhos de qualidade, em eventos de temática mais aberta, não ficando restritos apenas aos eventos das próprias redes.

Finalizando, é indispensável que as pessoas que se interessam e atuam na área da arquitetura e construção com terra se aproximem e interajam mais com a dita "academia" (as universidades), para que seu potencial de geração de conhecimento seja explorado em sua plenitude, em prol da qualificação dos profissionais e valorização das técnicas de construção com terra.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brasil. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior (2007). *Resolução nº 2, de 18 de junho de 2007*. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/2007/rces002_07.pdf Acessado em 6 dez. 2015

Brasil. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior (2002). *Resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002*. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf Acessado em 6 dez. 2015

Brasil. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior (2010). *Resolução nº 2, de 17 de junho de 2010*. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=5651-rces002-10&category_slug=junho-2010-pdf&Itemid=30192 Acessado em 6 dez. 2015

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, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. Disponível em: http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-10022003-103821/ Acessado em 2 dez.2015

Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (2015). *Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações: conhecimento e reconhecimento - Pesquisa científica no Brasil*. Disponível em: http://bdtd.ibict.br/ Acessado em 1 dez. 2015

Milani, A. P. da 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, Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade de Campinas, Campinas. Disponível em: http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000435409 Acessado em 2 dez. 2015

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a *Ana Paula da S. Milani*, *Eduardo Salmar N. e Taveira* e *Leonardo Ribeiro Maia*, pelas informações relativas ao Ensino.

AUTORES

Obede Borges Faria, Doutor em ciências da engenharia ambiental; mestre em arquitetura e urbanismo; engenheiro civil; professor do Dep. de Engenharia Civil e Ambiental da Faculdade de Engenharia de Bauru, da Universidade Estadual Paulista (UNESP); professor do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação (FAAC) da UNESP-Bauru; membro da Rede Ibero-Americana PROTERRA e da Rede TerraBrasil. Currículo completo em: http://lattes.cnpq.br/2435383614704158

Aline de Souza Dias Beltrame, arquiteta; Pos-graduada MBA em Administração Pública e Gestão de Cidades; mestranda do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação (FAAC) da UNESP-Bauru; servidora da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, da Prefeitura Municipal de Bauru-SP. Currículo completo em: http://lattes.cnpq.br/5368729084463148

Fernanda Aparecida Alonge, arquiteta; mestranda do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação (FAAC) da UNESP-Bauru. Currículo completo em: http://lattes.cnpq.br/1445870358795394

Apêndice A - Distribuição das teses e dissertações produzidas por IES

	Instituição de Ensino Superior (IES)	nº de trabalhos	% do total
1	ENSP - Escola Nacional de Saúde Pública	1	0,98%
2	PUC-RJ - Pontifícia Univ Católica do RJ	5	4,90%
3	UDESC - Univ. do Estado de Santa Catarina	2	1,96%
4	UEL - Univ. Estadual de Londrina	1	0,98%
5	UFAM - Univ. Federal do Amazonas	1	0,98%
6	UFBA - Univ. Federal da Bahia	2	1,96%
7	UFCE - Univ. Federal do Ceará	1	0,98%
8	UFGO - Univ. Federal de Goiás	1	0,98%
9	UFLA - Univ. Federal de Lavras	1	0,98%
10	UFMG - Univ. Federal de Minas Gerais	9	8,82%
11	UFMS - Univ. Federal do Mato Grosso do Sul	2	1,96%
12	UFPB - Univ. Federal da Paraíba	2	1,96%
13	UFPE - Univ. Federal de Pernambuco	3	2,94%
14	UFPI - Univ. Fedral do Piauí	1	0,98%
15	**UFRGS - Univ. Federal do Rio Grande do Sul**	**12**	**11,76%**
16	UFRJ - Univ. Federal do Rio de Janeiro	2	1,96%
17	UFRN - Univ. Federal do Rio Grande do Norte	4	3,92%
18	UFSC - Univ. Federal de Santa Catarina	1	0,98%
19	UFU - Univ. Federal de Uberlândia	1	0,98%
20	UNB - Univ. de Brasília	4	3,92%
21	**UNESP - Univ. Estadual Paulista**	**9**	**8,82%**
22	**UNICAMP - Univ. de Campinas**	**11**	**10,78%**
23	UNITAU - Univ. de Taubaté	1	0,98%
24	**USP - Univ. de São Paulo**	**24**	**23,53%**
25	IPT - Inst Pesq Técnológicas Est São Paulo	1	**0,98%**
	TOTAIS	**102**	**100,00%**
	USP + UNICAMP + UNESP + UFRGS		54,90%

Apêndice B (Ensino)

Coleta de informações para o livro ATAL - Arquitetura de Terra na América Latina (PROTERRA)

Tema: "8 Educación e Investigación"
Responsável: Obede Borges Faria

Informações sobre **8A - EDUCACIÓN**

Instituição:

Cidade: Estado:

Curso: nível: Doutorado (escolha uma opção)

Carga horária total do curso: h

Nome da disciplina:

Carga horária total da disciplina: h

Carga horária do assunto Arquitetura e Construção com terra: h

Instituição:

Cidade: Estado:

Curso: nível: Doutorado (escolha uma opção)

Carga horária total do curso: h

Nome da disciplina:

Carga horária total da disciplina: h

Carga horária do assunto Arquitetura e Construção com terra: h

Instituição:

Cidade: Estado:

Curso: nível: Doutorado (escolha uma opção)

Carga horária total do curso: h

Nome da disciplina:

Carga horária total da disciplina: h

Carga horária do assunto Arquitetura e Construção com terra: h

Informações encaminhadas por:

E-mail:

Data: / /2015

Apêndice C (Pesquisa)

Coleta de informações para o livro ATAL - Arquitetura de Terra na América Latina (PROTERRA)

Tema: "8 Educación e Investigación"
Responsável: Obede Borges Faria

Informações sobre **8B - INVESTIGACION**

Instituição:
Cidade: Estado:
Tipo da produção: Tese de doutorado Ano de publicação: Nº de páginas:
(escolha uma opção)
Instituição financiadora da pesquisa (se for o caso):
Título da produção:
Autor:
Resumo (copiar da publicação):

Instituição:
Cidade: Estado:
Tipo da produção: Tese de doutorado Ano de publicação: Nº de páginas:
(escolha uma opção)
Instituição financiadora da pesquisa (se for o caso):
Título da produção:
Autor:
Resumo (copiar da publicação):

Instituição:
Cidade: Estado:
Tipo da produção: Tese de doutorado Ano de publicação: Nº de páginas:
(escolha uma opção)
Instituição financiadora da pesquisa (se for o caso):
Título da produção:
Autor:
Resumo (copiar da publicação):

Instituição:
Cidade: Estado:
Tipo da produção: Tese de doutorado Ano de publicação: Nº de páginas:
(escolha uma opção)
Instituição financiadora da pesquisa (se for o caso):
Título da produção:
Autor:
Resumo (copiar da publicação):

Informações encaminhadas por: E-mail: Data: / /2015

TerraBrasil 2016
VI Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Bauru-SP (Brasil), 8 a 12 de novembro de 2016
http://faacppgarq.wix.com/terrabrasil2016
PPGARQ/FAAC-UNESP

SENSIBILIZAÇÃO E CAPACITAÇÃO: DOIS LADOS DE UMA MESMA MOEDA

Michel Habib Ghattas

Rede TerraBrasil, Brasil, mhbioarquitetura@gmail.com

Palavras-chave: Capacitação, sensibilização, construção com terra, educação.

Resumo

O trabalho relata a experiência da sensibilização e capacitação realizada com estudantes, profissionais e afins entre os anos de 2006 e 2016. A Bioarquitetura busca técnicas e soluções construtivas de baixo impacto ambiental agregando tecnologia ao conhecimento popular. As técnicas de construção com terra são opções para estruturas, alvenarias e coberturas das edificações. O objetivo principal foi disseminar o conceito e técnicas de construção com terra com palestras, workshops e capacitação de profissionais não especializados. Foi importante caracterizar o que se esperava da sensibilização e da capacitação, identificar os pontos comuns e diferenças até traçar metodologia e cronograma de realização adequados, além dos pré-requisitos necessários para as atividades de capacitação. As atividades de sensibilização foram expositivas e práticas, organizadas para grupos de interessados e ministradas com infraestrutura previamente preparada ou canteiro de obra. É esperado que o participante termine a atividade como um entusiasta, com ferramentas suficientes para escolher uma área de interesse, se aprofundar, praticar e disseminar o conceito. É importante ressaltar que toda a aplicação dos sistema construtivos deve ser tratada com toda a seriedade, aplicada e supervisionada por um responsável técnico conhecedor do assunto. A capacitação ocorre após a sensibilização, quando há um aprofundamento no assunto e sua realização se torna um oficio executado com experiência e conhecimentos empíricos e acadêmicos. As atividades resultam em uma rede de pessoas sensibilizadas e capacitadas que reafirmam o conceito e credibilidade das técnicas. Foi observado um crescimento na demanda de palestras, workshops, projetos e aplicação dessas técnicas nesse período, servindo como base de conhecimentos gerais, preservação cultural, estudos acadêmicos, oportunidade de negócios e valorização da mão de obra, culminando na realização de projetos educacionais públicos e privados. O que se espera é a transparência e o esclarecimento sobre a responsabilidade das atividades em sensibilizar e ou capacitar os interessados com embasamento científico, técnico e lúdico, a fim de evitar frustrações sobre o que se pretendia como produto final das atividades e empoderamento.

1 INTRODUÇÃO

William Morris, em 1881, define o conceito de arquitetura em sua forma mais ampla como algo que "abrange o exame de todo o ambiente físico que circunda a vida humana" (Benevolo, 2001, p. 12).

A bioarquitetura não é uma descoberta dos dias atuais. Na pré-história, as necessidades de se abrigar das intempéries e de se proteger de predadores, já traziam em si uma arquitetura natural elevando ao extremo os conceitos seguidos pela bioarquitetura.

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. A bioarquitetura, somada a atividades correlatas como ecologia, educação ambiental, sistemas agroecológicos, entre outras, desempenha efetivas ações para diminuir o processo predatório e degenerativo atual. É preciso pensar rapidamente em alternativas que tenham premissas ecológicas como princípio para proteção dos recursos naturais.

Com o despertar da consciência e sensibilização das pessoas na busca por sistemas mais eficientes, é notório o crescimento de especialistas e entusiastas na área e maior disseminação do conceito proposto nos últimos anos. Com os atuais conhecimentos técnicos e de pesquisa dos materiais, a adaptação dos sistemas construtivos vernáculos aliados às novas técnicas e tecnologias surgem como opção real exigindo, em paralelo, a necessidade da capacitação de uma mão de obra qualificada para a realização e credibilidade das técnicas aplicadas.

Esse artigo se refere aos estudos de caso de práticas de sensibilização e capacitação ministradas pelo autor deste trabalho nos anos de 2006 a 2016.

A relevância do tema se dá pela proliferação de facilitadores na disseminação do conhecimento técnico muitas vezes feito de forma displicente ou falha e, apoiados no conceito da autoconstrução, criam um falso empoderamento de praticantes sensibilizados, porém não capacitados, a replicar tais sistemas construtivos que fatalmente apresentarão patologias, desperdiçarão recursos e atuarão como exemplos negativos, aumentando a ignorância e o preconceito dos sistemas propostos aplicados sem o devido conhecimento técnico. Ao conceituar o que se espera em atividades de capacitação e sensibilização pode-se demonstrar resultados positivos em ambas as práticas.

1.1 História

Na história da arquitetura é possível observar um marco evolutivo nos sistemas construtivos a partir do século XIX e da revolução industrial, conforme ressalta Souza (2012). 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.

Para Benevolo (2001) o conceito de "construção" é modificado ao longo do tempo e em concordância com a evolução tecnológica. Inicialmente, construir era atribuído às máquinas e "edificar" ao processo artesanal; após a revolução industrial e evolução mecânica, a palavra "construções" sem adjetivos designa atividades ligadas ao conceito de "arquitetura".

Anteriormente à industrialização, Verçoza (1987) considera que as técnicas construtivas modelavam os materiais naturais a partir de seu estado bruto e de forma rudimentar como as pedras, madeiras, barro, fibras vegetais e alguns metais para atender as necessidades e exigências do Homem. Observa também a relação entre as denominações históricas que definem a evolução da humanidade aos materiais, como a Idade da Pedra, Idade do Bronze e até mesmo seus aperfeiçoamentos como Idade da Pedra Polida, Pedra Lascada entre outras denominações.

Para Souza (2012), após a implantação dos sistemas construtivos industrializados, de ciclo aberto ou fechado, o uso dos materiais e da tecnologia tomou novas proporções para atender padrões técnicos e uniformidades construtivas. Observa que, com a disseminação do conceito de modernidade e evolução das tecnologias industriais, os sistemas construtivos, que inicialmente se aplicavam em grandes obras públicas e de infraestrutura, tornaram-se acessível para parte da população na construção de suas residências, independente da demanda de altos recursos financeiros, aumentando consideravelmente a implantação de indústrias de extração e manufatura dos recursos naturais com alto índice de consumo energético e posterior poluição ambiental.

Paralelo ao crescimento industrial e seu consequente impacto ambiental, ocorreu, em 1972, a Conferência das Nações Unidas sobre o meio Ambiente Humano, conhecida como Conferência de Estocolmo, realizada na Suécia, com a missão de conscientizar a sociedade na busca de melhores relações com a natureza e o despertar para uma nova visão sobre os

recursos naturais e suas fontes, que naquele momento não eram vistas como fontes inesgotáveis e demandavam um novo planejamento.

Em 1992, uma nova ação globalizada chamou a atenção para problemáticas ambientais. A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, chamada de Eco-92, ocorreu no Rio de Janeiro e contou com uma maior expressão de Chefes de Estado que discutiram planos e estratégias para o desenvolvimento sustentável, com propostas importantes como a Agenda 21, Convenção sobre a Diversidade Biológica, Declaração de Princípios sobre Florestas, entre outros documentos. Em meio a esses debates, surgiram organizações e novos multiplicadores para a disseminação das problemáticas e soluções como o Fórum Global, Convenção de Mudanças Climáticas, Protocolo de Quioto, entre outros.

As convenções globais continuaram acontecendo com o papel de sensibilizar a sociedade e capacitar os governos, seguindo em 1997 com a Rio+5 em Nova Iorque, Rio+10 em Johanesburgo e, em 2012, a Rio+20 novamente no Rio de Janeiro, com o intuito de renovar o compromisso político com o desenvolvimento sustentável. Atendendo aos chamados sobre práticas alinhadas ao pensamento ecológico, algumas instituições de ensino, organizações autônomas e profissionais liberais começam a oferecer palestras, vivências, workshops e treinamento técnico como ferramenta para a disseminação de práticas sustentáveis.

1.2 Bioconstrução e bioarquitetura

Por definição, a bioconstrução pode ser caracterizada como o sistema construtivo que utiliza materiais naturais e ou materiais industrializados, levando em consideração o impacto ambiental gerado em todo seu ciclo de vida, da extração ao descarte. Quando se agrega a uma construção o valor estético aliado a uma organização espacial com uso e público específico, está-se praticando arquitetura. A bioarquitetura busca sempre utilizar sistemas construtivos culturalmente ricos, sistemas produtivos economicamente viáveis além de adotar atitudes socialmente justas, cumprindo assim a agenda da sustentabilidade.

A missão desempenhada pela bioconstrução e bioarquitetura não se resume apenas às técnicas, mas a um conceito amplo e real para conservação do meio ambiente. Ações de conscientização, pesquisa e investimento são válidas para disseminar o conhecimento e mostrar novas opções e um novo conceito viável, não só em meios rurais onde a matéria-prima é abundante, mas também no meio urbano, onde se faz necessário uma logística viável, preservacionista e imediata. Com o aumento da demanda construtiva, as ações adotadas terão consequências em grande escala, degradando ou preservando e cabe à sociedade escolher atitudes que busquem a harmonia com a natureza.

1.3 Sensibilização e capacitação

Nesse estudo, compreende-se sensibilização como quaisquer atuações onde a informação passada cativar o participante de forma sensível, partindo de uma vivência isolada até o aprofundamento no assunto, participando como exemplo ou veículo da informação na sensibilização de novas pessoas. No âmbito da sensibilização, a informação é transferida por meio de oratórias ou aulas expositivas, atuando em áreas sociais, educacionais e culturais sem o comprometimento com questões relacionadas a profissionalização do participante.

A capacitação ocorre quando o praticante se torna capaz de aplicar a técnica de forma autônoma e profissional, transformando o conhecimento adquirido em oficio especializado. Esse processo ocorre tanto com a prática empírica adquirida de profissionais experientes como com o treinamento técnico em cursos de especialização e formação profissional. É importante esclarecer que um profissional apto a ensinar a prática não precisa

necessariamente ser capaz de aplicá-la, assim como aquele que é capaz de aplicar pode não ter a aptidão necessária para ensinar uma pessoa apenas sensibilizada.

Para que as atividades sejam eficientes em suas especificidades, é importante que a didática, preparação e realização da prática seja feita de forma distinta. O foco da atividade de sensibilização não é necessariamente seu produto final, mas seu processo, buscando elementos que despertem no praticante a curiosidade e interesse em replicar, difundir ou praticar.

Em atividades de capacitação, o profissional que apresentar o melhor produto final se mostra o mais preparado para realizar tal serviço, influenciando diretamente na sua valorização social e econômica.

2 OBJETIVO

Esse trabalho é restrito a experiência prática de sensibilização e capacitação com enfoque exclusivo nas atividades vinculadas ao conhecimento de técnicas de construção com terra nos anos de 2006 a 2016 com o objetivo principal de atender positivamente a demanda do conhecimento teórico e sua importância na formação de novos profissionais que atuam como mão de obra especializada no segmento da construção civil e se faz necessário devido a carência do mercado para esses serviços específicos de construção com terra.

3 METODOLOGIA ADOTADA

Em função da diversidade do público alcançado nas práticas selecionadas, a coerência e o comprometimento da informação passada seguiu uma linha que independe do público, respeitando apenas os conceitos da bioarquitetura. As práticas, meios de comunicação, local de realização, logística e conteúdo foram pré-estabelecidos independente do público alcançado, específicos apenas ao tema proposto. Para elucidar melhor, foram selecionados panoramas distintos que diferem as experiências no comprometimento dos participantes, didática, conteúdo, cronograma de execução e pré-requisitos técnicos. Essas diferenças refletem diretamente no produto final obtido sem comprometer o objetivo proposto em todos os casos para os distintos grupos.

O conteúdo exposto em alguns casos está diretamente ligado ao pensamento pessoal do porta-voz, essa situação acontece de forma comum quando se tratam de palestras, entrevistas e debates onde o facilitador[1], em oratória, expõe seu ponto de vista e conhecimento geral. As experiências demonstradas neste trabalho contam, além de oratória e experiência profissional do autor, referências bibliográficas inerentes ao tema ou instituição que promove o evento como livros, cartilhas, normas regulamentadoras ou qualquer didática cultural necessária, com carga horária prática de curta ou longa duração.

As análises relatam de forma objetiva o panorama sobre questões referentes ao público atingido, absorção da informação pelos participantes, metodologia aplicada nas atividades e resultado do produto final construído nas atividades aqui apresentadas. Primeiramente serão tratados os aspectos comuns entre todos os grupos (Sensibilização para público espontâneo – SPE, Sensibilização para público direcionado – SPD, Capacitação para público espontâneo – CPE, Capacitação para público direcionado – CPD) e sequencialmente aspectos mais particulares a cada grupo, mas de igual relevância para o sucesso das atividades.

A particularidade das atividades, no que tangem ao público e área de estudo, serão detalhadas separadamente em quatro modalidades identificadas como predominantes.

[1] Facilitador: pessoa responsável por passar o conhecimento e conduzir as práticas durante as atividades.

3.1 Sensibilização para público espontâneo (SPE)

Neste caso o grupo de participantes é formado espontaneamente por pessoas com interesses, localizações e faixas etárias distintas; não é obrigatório o vínculo com instituições e não é exigido pré-requisito técnico ou qualquer experiência com a atividade proposta. É comum a organização do grupo ser idealizada por pessoas autônomas ou instituições com o intuito de fomentar um interesse especifico; as inscrições ocorrem de forma livre em plataforma de divulgação e ou de forma espontânea. A atividade pode ser teórica e ou prática, isolada ou complementar a um cronograma mais extenso. São comuns palestras, entrevistas, debates, vivências, workshops e cursos de curta ou longa duração.

Como exemplo desta modalidade, cita-se a edificação atualmente usada como parte da infraestrutura do TIBÁ[2] (figura 1), que foi totalmente executada pelos participantes em atividades assistidas por um responsável técnico capacitado. Constatou-se que este trabalho foi possível devido o acompanhamento integral de um profissional capacitado

Figura 1. Sede do TIBÁ e alojamento dos aprendizes como produto do Programa Aprendiz 2015 e XII edição de curso de construção com terra

Resumidamente, destacam-se dois programas realizados TIBÁ na modalidade de sensibilização de um público espontâneo.

a) Programa "TIBÁ Aprendiz" 2015

Trata de um programa educativo onde o participante integra a equipe do TIBÁ nas atividades alinhadas à filosofia do local e vivências, que tangem o aprendizado da bioarquitetura e demais experiências de convivência. Realiza-se na sede do TIBÁ mediante um estágio com duração de 176 horas, frequência de 30 dias e média de oito participantes por temporada (Figuras 2 e 3).

[2] TIBÁ - tecnologia intuitiva e bioarquitetura - é uma organização sem fins lucrativos cuja missão é desenvolver, transmitir e aplicar tecnologias de baixo custo e baixo impacto ambiental, dedicando-se à realização de cursos de capacitação e formação de multiplicadores das tecnologias desenvolvidas e aperfeiçoadas na própria organização.

Figura 2. Canteiro escola do TIBÁ e material para as atividades

Figura 3. Evolução do produto proposto com o Programa de Aprendiz na construção do TIBÁ

b) Curso de construção com terra

Curso ministrado pela equipe do TIBÁ com duração de 32 horas e conteúdo teórico e prático. A primeira edição aconteceu em novembro de 2006 e contou com seis participantes; a 12ª edição do curso foi realizado na praia de Massambaba, Arraial do Cabo/RJ, de 28 a 31 de janeiro de 2016, com o público de 30 participantes.

Figura 4. Participantes e atividades propostas para o XII curso de construção com terra do TIBÁ em janeiro de 2016

3.2 Sensibilização para público direcionado (SPD)

Neste caso o grupo de participantes é formado de maneira direcionada às pessoas e áreas de interesse, normalmente vinculadas a alguma organização ou instituição; não é exigido pré-requisito técnico ou qualquer experiência para a atividade além das exigências feitas pela organização. É comum a organização ocorrer por pessoas autônomas ou instituições com o intuito de fomentar um interesse especifico com a inscrição controlada a um determinado público restrito conforme as exigências da instituição que a promove.

As atividades podem ser teóricas ou práticas, isoladas ou complementares a um cronograma mais extenso e são comuns palestras, entrevistas, debates, vivências, workshops e cursos de curta ou longa duração.

Dentro destra modalidade, destaca-se a experiência desenvolvida na disciplina "Bioarquitetura e Permacultura" do curso de Pós-graduação em Construções Sustentáveis da Fundação Armando Álvares Penteado (FAAP)[3]. A disciplina foi oferecida nos anos de 2012 e 2013 para duas turmas distintas, com público médio de 25 pessoas por turma sensibilizadas (figuras 5 e 6).

[3] Disciplina de conteúdo teórico e prático com carga horária de 44 horas; curso de pós-graduação com carga horária total de 363 horas.

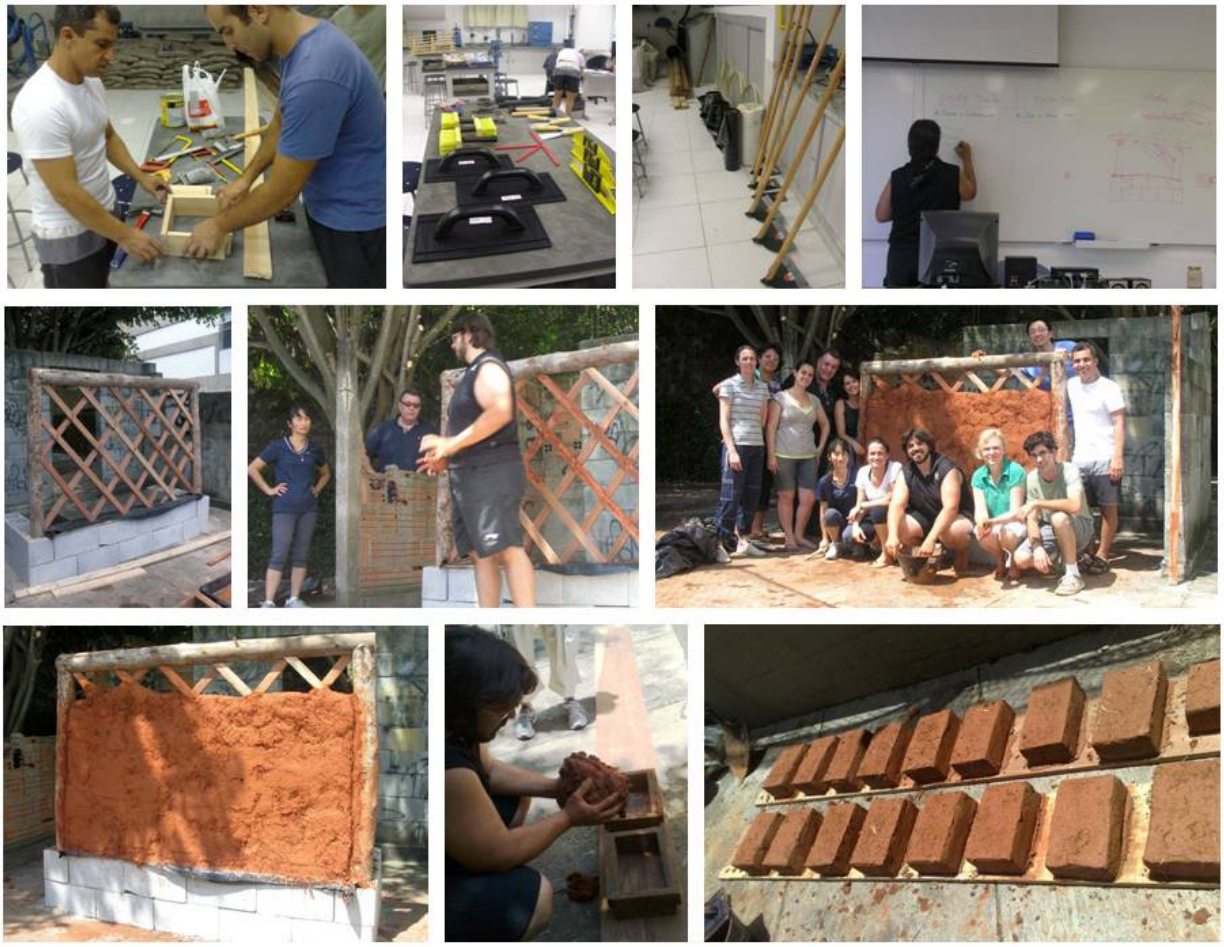


Figura 5. Alunos, práticas, canteiro de obra e laboratório para as atividades da turma de 2012 do curso de pós-graduação da FAAP

Figura 6. Alunos e canteiro de obra da turma de 2013 do curso de pós-graduação da FAAP

3.3 Capacitação para público espontâneo (CPE)

O grupo de participantes é formado espontaneamente por pessoas de interesse e localização comum; não é obrigatório o vínculo com instituições, a não ser o comprometimento com a aprendizagem para replicar o conhecimento adquirido como ferramenta de melhoramento social; sem exigência de pré-requisitos técnicos ou de qualquer experiência relacionada com a atividade proposta.

É comum a organização dos grupos ser idealizada por lideranças regionais e instituições com o intuito de tornar a mão de obra local capacitada, a criação de nichos culturais, comerciais, entre outros pertinentes a determinado interesse social comum. As inscrições ocorrem de forma livre em plataforma de divulgação dos organizadores ou de forma espontânea no momento da sua realização.

As atividades são teóricas e práticas, isoladas ou complementares a um cronograma mais extenso. São comuns cursos de curta ou longa duração em áreas de interesse especifica para empoderamento do participante e o despertar de novas perspectivas sociais e econômicas.

Como exemplo, destacam-se os trabalhos realizados em Cananéia/SP, no bairro de Santa Maria, promovido pela ONG Associação Serrana Ambientalista (ASA) que organizou o evento para levar até a população técnicas de bioarquitetura. As atividades de capacitação teve carga horária de 40 horas de conteúdo teórico e prático, e foi realizada nos dias 25 a 30 de março de 2007, com a participação de 12 pessoas (figuras 7 e 8).

Figura 7. Participantes da atividade do programa de incentivo ao turismo rural de Cananéia/SP

Figura 8. Atividade do programa de incentivo ao turismo rural no bairro de Santa Maria - Cananéia/SP

3.4 Capacitação para público direcionado (CPD)

Este grupo de participantes é formado de maneira direcionada às pessoas e áreas de interesse, normalmente vinculada a alguma organização ou instituição. Para a prática é exigido o comprometimento técnico e prática em atividades correlatas para uma melhor compreensão do processo e segurança de execução.

O conhecimento é replicado como ferramenta profissional, contribuindo para a especialização da mão de obra e melhoramento social. É comum a organização dos grupos ser idealizada por empresas prestadoras de serviço, o próprio proprietário da construção e profissionais interessados no surgimento de mais trabalhadores imponderados. Para esse processo não há inscrições, mas um acordo profissional entre as partes interessadas.

As atividades são teórica e prática, isolada ou complementar a um cronograma mais extenso. São comuns atividades com períodos extensos e normalmente vinculadas ao andamento do canteiro de obra. O participante recebe treinamento técnico para aperfeiçoar e replicar o conhecimento adquirido realizando um produto final que atenda tais expectativas comerciais, respeitando convenções estéticas, construtivas e de segurança.

Os exemplos CPD relatados fazem parte do portfólio profissional do autor e ocorreram em Bragança Paulista/SP entre novembro de 2011 e fevereiro de 2012 e em Atibaia/SP entre os anos de 2013 e 2015, realizadas em distintos canteiros de obra para duas equipes de construção acostumadas com sistemas construtivos convencionais. A capacitação atingiu diretamente 10 pessoas.

Nesta modalidade, a carga horária é relativa à prática, porém demanda monitoramento constante para antecipação dos erros provenientes de inexperiência da mão de obra que, apesar de dominar as técnicas convencionais de construção, desconhece a peculiaridade dos materiais relacionados com os sistemas construtivos propostos.

Nessa situação, o produto final normalmente é um espaço com objetivo de ser habitado e utilizado, devendo responder positivamente a tal expectativa, uma vez que os investimentos financeiros também oferecem melhores condições de produção (figuras 8 e 9).

Figura 8. Salão de vivências do Espaço Maitá executado com técnica mista (pau a pique) em programa de capacitação da mão de obra local. Bragança Paulista, SP, 2011

Figura 9. Residência do autor, projeto e capacitação pelo arquiteto Michel Habib Ghattas nas técnicas de adobe, taipa de pilão e técnica mista (pau a pique). Atibaia, SP, 2013 e 2015

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Comum a todos os grupos, em especial está aplicação de conceitos e técnicas de bioconstrução com ênfase no uso da terra como material de construção e a participação do autor como facilitador em todas as atividades. O logro do objetivo e transferência do conhecimento foi independente à logística, local e público específico, mesmo com toda a diversidade exposta inclusive no seu contexto social e cultural. As experiências pessoais e profissionais acumuladas nas realizações das atividades foram crescentes e relativas à sua cronologia.

É importante observar que os grupos CPD e CPE obtiveram a capacitação de seus participantes mesmo que sua ação tenha focado valores materiais e culturais respectivamente, em ambos os casos os participantes puderam utilizar o conhecimento adquirido para realizar uma construção, independente se para uma situação comercial ou empoderamento das pessoas locais que se apropriaram desse conhecimento para a comunidade local e beneficiamento pessoal. As construções realizadas nesses casos foram assistidas e orientadas por um responsável técnico conhecedor do assunto e técnicas aplicadas. O engajamento e experiência dos participantes foram fundamentais na evolução do conteúdo aplicado. Em todos os grupos, paralelo à curiosidade do conteúdo exposto e

euforia às possibilidades demonstradas, existiu antes do produto final o preconceito aos materiais utilizados.

4.1 Logística e local

A logística das atividades normalmente atrelada ao local de sua realização e o investimento financeiro no preparo do canteiro de obra. O grupo CPD difere principalmente dos grupos CPE, SPE e SPD nos recursos financeiros aplicados e fluxo do acompanhamento das atividades.

A atividade do grupo CPE foi realizada em canteiro de obra espontâneo, criado a partir das necessidades e recursos locais, já em SPE, SPD CPD os canteiros das atividades foram preparados para o contexto e número de participantes envolvidos.

O local da atividade dos grupos SPE e SPD com as entidades organizadoras e nos grupos CPE e CPD está relacionada com o local do produto final.

4.2 Público

O grupo CPE não tinha conhecimento algum sobre os termos e técnicas apresentados, os demais grupos eram formados por participantes que buscavam o conhecimento ou estavam envolvidos em áreas afins. Os pré-requisitos do grupo CPD em relação aos grupos CPE, SPE e SPD refletiram na qualidade e eficiência do ambiente construído durante a realização das atividades.

Especificamente o grupo SPD estava atrelado a um curso acadêmico onde a atividade compunha o programa didático, portanto obrigatório a seus participantes como pré-requisito para a conclusão do curso.

O grupo SPE foi identificado como maior vetor de disseminação do conhecimento proposto devido às diversidades regionais e culturais dos participantes que posteriormente em geral buscam disseminar e aplicar o conhecimento com experiências empíricas ou contratação de profissionais capacitados e principalmente pelo maior numero de atividades já realizadas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Relacionando os aspectos expostos é possível determinar que as práticas expostas seguem o pensamento filosófico consequencialista, utilitarista, fundado por Jeremy Bentham e defendido por Mill (1861) onde o objetivo almejado é concretizado quando a mensagem passada não beneficia o agente, mas provoca a felicidade pelo conteúdo exposto a um maior número de pessoas direta ou indiretamente.

Em determinadas situações, foi necessário aplicar o pensamento aristotélico relativista ou seguir certa deontologia onde a aceitação e o sucesso da atividade realizada estão respectivamente ligados aos anseios do público ou cartilhas pré-estabelecidas e certificadas segundo Cortina (2010). Em todos os exemplos citados não houve retorno negativo dos envolvidos quanto ao produto final obtido. As inseguranças levantadas anteriormente à prática foram desmistificadas com exemplos reais e fundamentos teóricos.

Se justifica a relevância do presente trabalho com o crescimento da procura de profissionais para a realização de atividades de sensibilização e capacitação, além da visível aceitação e busca dos sensibilizados por profissionais capacitados para a execução de construções como real alternativa para os sistemas construtivos tradicionais.

É esperado que essa demanda fomente o mercado da construção para que novos setores contribuam com seu conhecimento técnico e profissional visando também um nicho de mercado promissor para o desenvolvimento de novas pesquisas, estudos, materiais e demais processos produtivos.

Ao final fica claro que o cerne deste trabalho é o apoio à disseminação do conhecimento técnico em construção com terra e demais tecnologias e materiais utilizados pela bioarquitetura, independente se os interesses são econômicos, sociais, culturais ou ambientais. Nesse jogo, não importa que lado cai a moeda, a natureza sempre sairá ganhando.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Benevollo, L. (2001). História da arquitetura moderna. 3ª edição, São Paulo: Editora Perspectiva.

Cortina, A. (2010). Ética sem moral. São Paulo: Editora Martins Fontes.

Mill, J. S. (1861). Utilitarismo. São Paulo: Editora Martins Fontes, 2000.

Souza, H. A. (2012). Inserção de sistemas de construção industrializados de ciclo aberto estruturados em aço no mercado da construção civil residencial brasileira. Congresso Latinoamericano da Construção Metálica

Verçoza, E. J. (1987). Materiais de construção. Vol. 1 - 3ª Edição. Porto Alegre: Editora SAGRA

AGRADECIMENTOS

O autor agradece as instituições que organizaram e ou abriram seus espaços para as práticas citadas e a todos os parceiros facilitadores envolvidos; Diego Tort, bioconstrutor da equipe LowConstrutores Descalços (diegotort@gmai.com); Peter van Lengen, coordenador geral do TIBÁ (www.tibarose.com); Vivian Ferés José, proprietária do Espaço Maitá (www.espacomaita.com.br); Sasquia Hizuro Obata, coordenadora do curso Construções Sustentáveis da Pós-graduação - FAAP nos anos de 2012 e 2013 (https://pos.faap.br/descricao-curso.asp?curso=101#tab-1) e a todos os participantes que dedicaram atenção, momentos de sua vida e energia na realização das atividade.

AUTOR

Michel Habib Ghattas, arquiteto graduado pela FAAP; coordenador do TIBÁ, membro da Rede TerraBrasil; profissional na área da bioarquitetura e bioconstrução; transferidor do conhecimento teórico e prático estudantes e profissionais, difundindo técnicas e sistemas de baixo impacto ambiental. Atualmente desenvolve projetos e atividades autônomas e em parceria com universidades, institutos e empresas. Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/4773751104879883.

TerraBrasil 2016
VI Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Bauru-SP (Brasil), 8 a 12 de novembro de 2016
http://faacppgarq.wix.com/terrabrasil2016
PPGARQ/FAAC-UNESP

EFICÁCIA DE MÉTODOS PARTICIPATIVOS NA CONSCIENTIZAÇÃO PARA CONSTRUÇÃO COM TERRA

Eliane Katayama Pricoli Amaro[1]; Gabrielle Astier de Villatte Wheatley Okretic [2]

[1] PPG-ARQ, UNESP – Universidade Estadual Paulista - campus Bauru; SP, Brasil, elianekatayama@gmail.com
[2] PUCCampinas – Pontifícia Universidade Católica de Campinas - campus Campinas; SP, Brasil, gabrielle.astier@gmail.com

Palavras-chave: metodologia participativa, conscientização, técnicas e materiais de baixo impacto ambiental, vivências, oficinas.

Resumo

Nas últimas décadas, as cidades enfrentam grandes desafios e mudanças de origens complexas relacionados à sustentabilidade. Um dos grandes desafios é a quebra de paradigma, onde se busca apresentar soluções criativas para enfrentar os problemas atuais. Ter contato, ver e fazer são o que fazem a diferença na mudança de paradigma. O presente artigo apresenta um estudo onde foi utilizada a metodologia participativa para a conscientização da utilização de materiais ecológicos para a construção civil, valorizando todas as etapas do processo. O texto divide-se em três etapas. A primeira apresenta a importância da valorização da construção com materiais naturais, em especial a terra, e explica como a metodologia participativa pode ser utilizada como ferramenta de troca de saberes, divulgação e conscientização sobre forma de utilização da terra e seus benefícios como material para construção civil. A segunda etapa trata do estudo de caso de oficinas e vivências realizadas no Instituto Visão Futuro em Porangaba, entre 2012 e 2013, descrevendo as metodologias utilizadas e resultados observados. A terceira etapa compreende os resultados e considerações finais. A participação no processo de aprendizado e conscientização, nesse caso, mostrou-se bastante eficiente diante dos resultados observados a curto e médio prazo. Dessa forma, pode-se afirmar que a escolha correta da metodologia, de acordo com os atores, situação e local, bem como a escolha certa dos materiais faz com que os resultados gerem frutos, melhores do que esperados, como o empoderamento de tecnologias sustentáveis na construção, conscientização dos materiais na obra e desenvolvimento da sensação de pertencimento em todo o processo.

1 INTRODUÇÃO

Ao optar-se por técnicas de construção que utilizam materiais naturais de baixo impacto ambiental, como a construção com terra, considera-se não apenas aspectos técnicos, mas toda a cadeia produtiva no qual perpassam esses materiais, desde a extração e o manejo da matéria-prima até as distâncias percorridas em seu trajeto, os processos de transformação e incorporação de substâncias, a durabilidade, degradação e sua reintegração à natureza.

Como coloca Minke (Arquiteto..., 2008, p.6)

> Analisando o ciclo de vida dos materiais, obtêm-se dados sobre os impactos que causam à natureza e à saúde humana, sendo possível tomar decisões conscientes e comprometidas com o meio ambiente e com as gerações futuras. Para preparar, transportar e trabalhar o barro numa obra se necessita apenas de 1% da energia requerida para a preparação, transporte e elaboração do concreto armado ou das cerâmicas cozidas. O barro pode ser reutilizado infinitamente, bastando triturá-lo e umedecê-lo com água. Em comparação com outros materiais, o barro nunca causará contaminação do meio ambiente.

Atualmente, os cuidados com a saúde têm exigido mudança em muitos setores. No setor da construção civil, existem estudos sobre a qualidade do ar das edificações e saúde de seus ocupantes. Segundo a Agência Europeia do Ambiente (2013), as pessoas passam em

média de 90% de tempo em locais fechados, onde a qualidade do ar pode ser pior do que a do ambiente externo. O ar interno pode chegar de 10 a 50 vezes mais poluído do que o externo, mesmo nas grandes cidades. Poluentes internos vão de toxinas (como o amianto) a formaldeídos, encontrados em materiais de construção e causadores de alergias como fungos e bactérias.

Cada vez mais são construídos espaços menores. A combinação de atmosferas reduzidas com mais químicos, resulta no aumento de toxinas encontradas em ambientes internos. A Organização Mundial da Saúde (OMS) reconhece a existência de uma doença chamada Síndrome do Edifício Enfermo (SEE) e a classifica como um problema de saúde pública. Irritações nas mucosas e nos olhos, dores de cabeça, mal estares e problemas respiratórios são alguns sintomas da SEE, que se relacionam a ambientes mal ventilados, com baixa qualidade do ar interno e acúmulo de odores e gases poluentes.

Assim, as paredes de terra são uma alternativa viável e eficiente para a solução desses problemas. Dentre todas as opções para materiais de vedação, são unanimemente consideradas as mais saudáveis e que propiciam melhor qualidade do ar interno podendo ser comparadas com a pele humana por regular a umidade conforme a necessidade, diferentemente de uma parede impermeável, revestida com cimento, por exemplo. Além disto, a terra ajuda a filtrar o ar, é um excelente isolante do calor e do frio e isolante acústico.

A temperatura, assim como a umidade do ambiente, são fatores fundamentais para a saúde. e segundo Minke (2006), a umidade do ar em espaços fechados tem um impacto significante na saúde dos habitantes, e a terra tem a habilidade de balancear a umidade interna como nenhum outro material.

Segundo Soares (2008), a terra é o material de construção mais abundante do planeta - e talvez o mais belo. É o material utilizado para construir mais da metade das habitações em todo o mundo. Diversas técnicas utilizam terra em construções resultando em obras sólidas e bonitas, que resistem ao tempo e ao uso.

A arquitetura de terra é uma das mais antigas, sendo utilizada há mais de dez mil anos. Conquistou avanços importantes nos últimos anos, agregando tecnologia para melhorar ainda mais a qualidade, a durabilidade, o conforto térmico e a sanidade destas construções.

Nos países em desenvolvimento, como no Brasil e em outro da América do Sul, a necessidade para abrigo só poderá ser atendida com o uso de materiais locais e com técnicas simplificadas para seu possível uso em autoconstrução, já que ainda grande parcela da população não recebe apoio nem subsídio do Governo para construção. O uso da terra para a construção de edifícios é tradicional na cultura brasileira e, segundo Minke (2008) pode ser facilmente utilizada na autoconstrução..

Neste contexto, os métodos participativos são ferramentas importantes para a geração de conscientização e participação dos cidadãos em relação a questões ambientais, como exposto na Declaração das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. O Princípio nº10 (ONU, 1992), que diz que “a melhor maneira de tratar as questões ambientais é assegurar a participação, no nível apropriado, de todos os cidadãos interessados”; no mesmo texto, ainda diz que a nível nacional “cada indivíduo terá acesso adequado às informações relativas ao meio ambiente de que disponham as autoridades públicas, inclusive informações acerca de materiais e atividades perigosas em suas comunidades, bem como a oportunidade de participar dos processos decisórios.” Portanto os Estados deveriam facilitar e estimular a conscientização e a participação popular, colocando as informações à disposição de todos.

No que concerne às decisões relativas a locais onde a população vive, bem como a escolha de técnicas e materiais que respeitam o meio ambiente, a participação de quem vai morar deve ser defendida primordialmente, uma vez que é a principal interferida. Isso deve ser

colocado como pauta de discussão, onde defender as decisões de quem vai morar, e sua participação no processo, mais que um dever é um direito.

Segundo Santos (1984), a abordagem participativa revela fortes preocupações com a conquista coletiva dos direitos da cidadania, além de ser profundamente permeada pela ligação afetiva com o lugar:

> [...] A falta de afetividade pelos lugares e pelo que representam é um caminho reto para a pobreza cultural. As pessoas ficam desorientadas quando não conseguem mais entender a linguagem espacial que vivem no cotidiano e que lhes diz que neste presente particular, há passados respeitáveis e futuros esperançosos. [...] (p.61)

Pronsato (2005) ainda alerta que, em continuação ao processo de troca com a população, delineamento de diretrizes e execução de projetos, ainda existe a necessidade de estudar maneiras de dar continuidade a esse processo, possibilitando a relação de pertencimento e identidade do usuário e da sua inclusão enquanto agente ativo e consciente na cidade e que, para isso, é preciso encontrar metodologias e caminhos.

Bordenave (1995), que também aborda a questão da participação, coloca como:

> um processo de desenvolvimento da consciência crítica e de aquisição de poder, a apropriação desse desenvolvimento pelo povo, o povo e o seu saber. Assim sendo, a participação não é um conteúdo que se possa transmitir, mas uma mentalidade e um comportamento com ela coerente, também não é uma destreza que se possa adquirir pelo mero treinamento. A participação é uma vivência coletiva e não individual, de modo que somente se pode aprender na práxis grupal, só se aprende a participar, participando (p.74).

A ação é pautada nos princípios de Freire (1993; 1983), em que a teorização adquire um novo sentido quando é reorientada pela práxis (prática-teoria-prática). O exercício desta não se resume a uma busca explicativa da prática, mas de uma elaboração dupla, onde a teoria contribui para explicar a prática e esta realimenta a teoria, o que requer, antes de tudo, a valorização das capacidades individuais e o reconhecimento da ação reflexiva e criativa do ser humano em busca de desafiar os limites impostos. O homem passa a ser sujeito modificador de seu próprio meio, ou seja, sujeito de sua história e de sua própria educação.

No meio rural é muito comum o conhecimento que é transmitido oralmente de geração para geração. Muitas vezes modificado e adaptado conforme o tempo, e ainda perde-se com o passar dos anos.

Avaliação e retroalimentação do projeto traz a discussão sobre construção com materiais não convencionais, que representa importante alternativa de construção com baixo impacto ambiental e ainda garante o desenvolvimento local e reprodução econômica com baixo custo e melhoria na qualidade ambiental das construções.

2 OBJETIVO

Essa pesquisa teve como objetivo utilizar metodologias participativas em oficinas e vivências para a conscientização, familiarização e divulgação de materiais e técnicas construtivas que utilizam a terra como principal componente na construção civil.

3 METODOLOGIA

Foram organizados oficinas de final de semana, nos quais os participantes se inscreviam voluntariamente, sem custo algum, mas comprometidos em fazer a troca: aprender técnicas de construção com terra e ajudar na execução de paredes da obra que estava em andamento.

A metodologia utilizada foi a de pesquisa participante, que tem como característica a distinção entre ciência popular – conhecimento derivado do senso comum – e ciência dominante – que privilegia a manutenção do sistema vigente (Gil, 2002).

Segundo Rocha (2004), a pesquisa participante possibilita a abordagem tanto sob a dimensão dada pela relação entre teoria e prática quanto sob o enfoque na participação conjunta e (re)educativa para a transformação social, com a proposta de trazer à tona a sabedoria e a tradição popular no sentido de que estas ofereçam pistas para a crise social que se vive atualmente.

O que, segundo Borda (1984), seria uma ciência emergente ou, ciência popular que, embora encontre seu alicerce no senso comum, possui validade científica já que tem uma racionalidade própria que pode ser demonstrada cientificamente.

4 VIVÊNCIAS NA CASA ECOLÓGICA NO PARQUE ECOLÓGICO VISÃO FUTURO

A construção da Casa Ecológica no Parque Ecológico Visão Futuro foi realizada em formato de vivências e *worshops*. Localizado em Porangaba, no município de São Paulo, o Instituto tem uma proposta de mostrar um novo modelo de viver, o morar em comunidade em um ambiente mais natural, com produção de alimentos orgânicos, bem como práticas de bem estar e saúde integral, como yoga e meditação. Nas oficinas, os participantes puderam experimentar esse modo de viver proposto no local. Além de toda a vivência, voltada para práticas saudáveis, para o corpo e mente, todo o processo de construção da Casa Ecológica (apelidada de EcoCasa) foi planejada e realizada de maneira que os participantes sentissem-se como parte do processo, e não apenas ajudantes na obra. Foram feitas, em sua maioria, a execução de técnicas construtivas em terra e de maneira participativa em mutirão.

As técnicas utilizadas para o estudo foram: pau a pique, *cordwood,* bloco de terra comprimido (BTC), terra ensacada, *cob*, reboco natural, reboco e parede de calfitice e rodapés de mosaico, organizadas em cinco vivências em finais de semana nos quais os participantes ficaram dois dias imersos no local, dormindo neste pelo menos um dia.

As vivências ocorreram entre o período de julho de 2012 e início de 2013.

A técnica de pau a pique possibilitou um resgate da memória de algumas pessoas. Estas contaram que, quando crianças, costumavam ajudar os familiares a construir casas com essa técnica, que era muito popular na sua região. Outro ponto importante foi a possibilidade de esclarecer que as técnicas com terra, principalmente o pau a pique, não são responsáveis pela presença do temível barbeiro (*Triatoma*) que transmite a doença de Chagas, mas sim as frestas existentes nas paredes sem acabamento, reboco e pintura, que criam espaços para o inseto esconder-se.

Outro ponto interessante foi a surpresa dos participantes ao comprovarem, pessoalmente, como o barro seco é firme, que foi comparado com a resistência de tijolos cerâmicos. Demonstrações como estas facilitam a quebra do paradigma de que a construção com materiais naturais (biodegradáveis) é frágil.

A técnica de *cordwood* (figura 1) possibilitou a vivência do despertar artístico mostrando que a bioconstrução permite a expressão da criatividade. O grupo participante desenvolveu um sistema de marcação (gabarito) para a colocação dos tocos de madeira, mostrado na figura 2. Assim, a metodologia participativa de estímulo criativo gera a superação de desafios e criação de soluções para se chegar a um resultado comum criado por todos.

A escolha da técnica do bloco de terra comprimido (BTC) foi com o intuito de trazer uma possibilidade mais próxima da construção “convencional” visando um leque de escolhas possíveis e abrangência de técnicas mais utilizadas. Sua produção e venda em escala e utilização parecida com a do tijolo cerâmico facilitam a adesão por parte de alguns

construtores e pedreiros. Desta forma, foi possível trazer informações comparativas de utilização de tijolo cerâmico, bloco cerâmico, bloco de terra comprimido e adobe o que seria mais difícil de comparar com técnicas de cob ou terra ensacada, por exemplo.

A técnica de terra ensacada foi realizada com o intuito de mostrar que algumas técnicas podem ser bem simples e rápidas quando bem organizadas, e que uma parte muito importante da bioconstrução é o projeto utilizado de forma resiliente, utilizando cada técnica e material de forma a avaliar vantagens e desvantagens, valorizando o planejamento e o conhecimento dos profissionais que trabalham nessa área.

Figura 1 – parede de cordwood

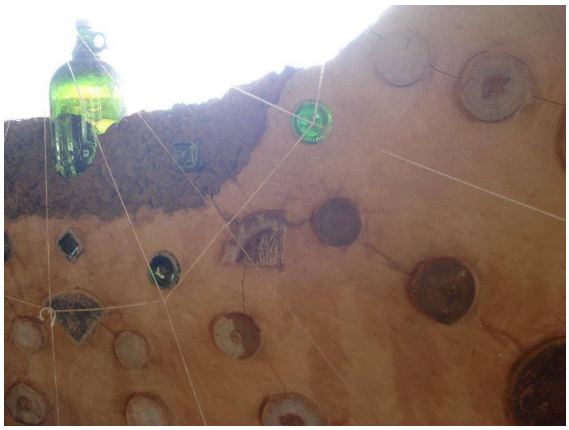


Figura 2 –gabarito desenvolvido por participantes

A técnica de cob (figura 3) foi escolhida para trabalhar conceitos de trabalho coletivo e reconexão com a natureza, por ser uma vivência que pisar no barro literalmente com os pés descalços e dar forma com as mãos para moldá-lo na parede.

Figura 3 – Cob

Os rebocos naturais foram realizados em oficina também para mostrar como se dá este acabamento sem adição de cimento ou cal e quais os cuidados necessários para que ele seja bem executado e sua manutenção. Um ponto importante também é a possibilidade de se utilizar as mãos (sem utilização de ferramentas) para aplicação do reboco na parede, não sendo necessário o uso de régua ou desempenadeira.

O reboco e parede de “calfitice”[1] traz uma opção com adição de 10% de cal e cimento para uma opção de parede com beiral muito curto ou casos em que se necessite de técnica resistente a água e aplicável em tijolos cerâmicos.

A técnica do mosaico traz a reflexão e discussão sobre a utilização de sobras e descartes de materiais em construções, bem como a demonstração de uma técnica que possibilita a fácil aplicação e montagem.

[1] mistura de cal, fibra (sisal ou juta), terra e cimento

A programação contemplou aulas de yoga, com o intuito de alongamento para as atividades de construção e reconexão do corpo-mente; apresentação e conversa em círculo para integração do grupo com o objetivo de saber a expectativa e nível de conhecimento de cada participante em relação às técnicas a serem trabalhadas; explicação e execução de cada técnica; alimentação vegetariana; meditação coletiva; e atividade cultural. Para a finalização das atividades sempre se fazia uma roda de experiências vivenciadas e despedida, com o intuito de saber o quanto aquela experiência foi válida, e no que poderia ser melhorado nas outras vivências.

5 RESULTADOS E DISCUSSOES

Na maioria dos casos, os participantes nunca haviam executado nenhuma das técnicas construtivas com terra abordadas, o que fez com que esta experiência tenha se caracterizada pela oportunidade de experimentação e aprendizado das técnicas por pessoas que representam a maior parte da população que desconhece a construção com terra. Desta forma, muitos relataram que se sentiram úteis ao perceber que conseguiam executar as técnicas sem dificuldades, superando-se em suas expectativas. Além de perceberem em si uma mudança de paradigma ao constatarem que a terra (barro), tão maleável e aparentemente frágil, se torna tão firme e sólido, quando seco e protegido da umidade, ao final das atividades.

As atividades de yoga e meditação e atividade cultural proporcionaram a conexão corpo-mente e momentos de reflexão e empoderamento durante o período de imersão (final de semana). As oficinas e vivências realizadas possibilitaram o sentimento de pertencimento e conscientização sobre um dado assunto aberto para discussão, resultando em sensibilização e empoderamento dos participantes não só em relação à necessidade e importância de mudar a escolha de materiais e forma de construção, mas a mudança em outros aspectos do dia a dia de cada participante.

Com o estudo de métodos e processos participativos é possível trazer alternativas para as cidades se reorganizarem mais sustentáveis e participativamente, possibilitando troca de saberes entre corpo técnico e população, com o intuito de buscar soluções resilientes que levem ao atendimento adequado das necessidades da sociedade, de acordo com as particularidades culturais das comunidades, revitalizando as relações humanas entre si e com o meio.

Desta forma, os participantes passam a atuar como agentes planejadores, fiscalizadores e multiplicadores dos conceitos trabalhados. Sendo ponto fundamental a construção conjunta de metodologias e a boa integração com a população para a continuidade dos trabalhos propostos, assim como, fazer uso de abordagens praticas e lúdicas em atividades e na prestação de serviços, trazendo um maior interesse da população sobre a construção com terra.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho possibilitou a utilização de métodos e processos participativos para apresentação, entendimento, conscientização e divulgação de sistemas construtivos com terra, incentivando a escolha pelo uso deste material e sistemas construtivos gerando um conhecimento e reflexão sobre o impacto que cada técnica utilizada pode causar ao meio ambiente.

Despertou-se o interesse das pessoas por soluções simples e eficientes, bem como por trabalhos integrados e conscientes da capacidade de aprender e fazer, de mudar, construir, construindo e construir-se.

Desta forma, aplicação de métodos e processos participativos está ligada não só a metodologia em si, mas também a escolha da metodologia que se afina com cada público e

situação a ser trabalhados, havendo abertura, flexibilidade e criatividade da equipe gestora para mudanças e adaptações conforme o caso e situação.

Contudo, avalia-se que a metodologia utilizada mostrou-se eficaz na demonstração de técnicas construtivas com terra, na conscientização de que a utilização deste material gera menos impacto ao meio ambiente e principalmente, na viabilidade de utilização e beleza deste material.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Europeia do Ambiente (2013). Qualidade do ar em recintos fechados. Em: O ar que respiramos. Melhorar a qualidade do ar na Europa. Copenhagen: AEA. p. 49-55. Disponível em: http://www.eea.europa.eu/pt/publications/sinais-2013-o-ar-que-respiramos

Arquiteto Gernot Minke e a bioarquityetura (2008). Entrevista. *Conselho em revista*, ano VI, n. 46, p.6-7. Porto Alegre: CREA-RS. Disponível em: http://docplayer.com.br/5143069-Para-onde-vao-os-residuos-da-construcao-civil.html

Bondenave, J. E. D. (`992). O que é participação. São Paulo: Editora Brasilienses (Coleção Primeiros Passos, nº 95).

Borda, O. F. (1984). Aspectos teóricos da pesquisa participante: considerações sobre o significado e o papel da ciência na participação popular. In: Brandão, C. R. (Org.). Pesquisa participante. São Paulo: Brasiliense, p. 42-62.

Freire, P. (1983). Extensão ou comunicação? Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra.

Freire, P. (1993). Educação e mudança. Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra.

Gil, A. C. (2002). Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas.

Minke, G. (2006). Building with earth: design and technology of a sustainable architecture. Birkhäuser: Publishers for Architecture.

Organização das Nações Unidas (1992). Declaração do Rio de Janeiro sobre meio ambiente e desenvolviemnto. Rio de Janeiro: ONU

Pronsato, S. A. D. (2005). Arquitetura e paisagem projeto participativo e criação coletiva. São Paulo: Annablume; Fapesp; Fupam.

Rocha, E. E. R. B. (2004). A pesquisa participante e seus desdobramentos - Experiências em organizações populares. Congresso Brasileiro de Extensão Universitária, 2. Anais... Belo Horizonte. Disponível em: https://www.ufmg.br/congrext/Direitos/Direitos8.pdf

Santos, C. N. F. dos (1984). Novos espaços, ou um poder que, com o tempo, ficou velho. Rio de Janeiro.

Soares, A.(2008). Soluções sustentáveis – Construção natural. Pirenópolis, Goiás: Mais Calango Editora

AUTORES

Eliane Katayama Pricoli Amaro, arquiteta e urbanista, mestranda em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Estadual Paulista (UNESP) com o tema de métodos e processos participativos em áreas de manacial;

Gabrielle Astier de Villatte Wheatley Okretic, arquiteta e urbanista pela PUC Campinas, docente no INTA- CE, mestra e atualmente doutoranda em urbanismo com o tema de processos participativos em trabalho de pós ocupação do MCMV. Currículo lattes http://lattes.cnpq.br/8890112133085302

TerraBrasil 2016
VI Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Bauru-SP (Brasil), 8 a 12 de novembro de 2016
http://faacppgarq.wix.com/terrabrasil2016
PPGARQ/FAAC-UNESP

TRANSMISSÃO DO SABER – APRENDIZAGENS SOBRE ARQUITECTURA DE TERRA NA ESPANHA

Amana Redivo Fares [1]; Marina Barreto da Luz [2]

[1]Universidade Federal de Viçosa, MG, Brasil, amana1192@gmail.com
[2]Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, Brasil, marinabluz@gmail.com

Palavras-chave: terra, aprendizagem, arquitetura.

Resumo

O objetivo deste trabalho é compreender o papel dos diversos atores envolvidos na salvaguarda e difusão das técnicas construtivas em terra, observadas pelo projeto Transmissão do Saber, vinculado a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Valladolid, Espanha. O projeto tem como objetivo o estudo das iniciativas de resgate, manutenção e difusão das técnicas de construção com terra na Espanha, que abordam aspectos tradicionais e desdobramentos contemporâneos. O fio condutor é reconhecer as formas e os atores da transmissão dos saberes destas técnicas atualmente, que prezam com o intuito de salvaguardar, difundir, aperfeiçoar, manter vivo e ativo o uso da terra. Foram realizadas entrevistas semi-estruturadas, registros fotográficos, audiovisuais e textuais sobre as experiências. Portanto, além do grande acervo fotográfico e audiovisual das experiências documentadas, este trabalho pode registrar os alcances de diversos grupos e entender qual o papel e a interação destes nos processos de ensino e de formação em arquitetura de terra. Gerou, também, uma síntese do panorama da aprendizagem em construção de terra, observando de que maneira elas se articulam e se relacionam no território espanhol. Através da compilação desses olhares diversos, pode-se compreender de maneira geral "o estado da arte" do ensino e da difusão das técnicas de construção em terra na Espanha, compreendendo o alcance e a importância da formação e da aprendizagem para valorizar a terra como material de construção na atualidade, enquanto tecnologia social, além de importante instrumento para salvaguardar os patrimônios construídos.

1 INTRODUÇÃO

> Existe algo primitivo, instintivo, animal, que nos atrai. Algo no inconsciente coletivo que está aí, evocando nossa origem e o respeito e amor que devemos a um dos quatro elementos clássicos da teoria grega da constituição do Universo: água, ar, fogo e terra… (Gigogne, 1995, p.33)[1]

A arquitetura construída em terra remonta a tempos imemoriais, desde as primeiras construções dos seres humanos, e ainda se faz presente em quase todos os cantos do mundo, com uma distribuição que abarca amplas áreas da geografia mundial. Segundo Font e Hidalgo (2009), um terço da humanidade se protege da intempérie em abrigos construídos com terra. Estes autores afirmam que existe infinidade de exemplares em todos os continentes e na grande maioria dos países do mundo, desde as regiões quentes e desérticas como o Sahara, o Magreb, até zonas mais frias e chuvosas como Suécia, Noruega, Dinamarca e Alemanha, demonstrando assim sua capacidade de adaptação às condições climáticas e culturais diversas. Pode-se concluir, portanto, que a tecnologia é eficaz e capaz de perdurar ao longo do tempo, obviamente requerendo processos de manutenção e de elaboração que lhes são próprios. Como lembram Font e Hidalgo (2009), as construções com terra são parte tangível do passado, da cultura, da história de um lugar e de um povo, é preciso preservá-la para não perder este fragmento da memória coletiva enquanto povo, expressada em manifestações arquitetônicas monumentais, mas também em modestas.

[1] Livre tradução de texto em espanhol.

Entretanto, assim como afirmam Silva e Costa (2006), devido à industrialização e ao êxodo rural a partir de meados do século passado, o uso desta tecnologia na Espanha, assim como em vários outros países ocidentais, foi sendo gradativamente substituído por tecnologias industrializadas, cuja produção é energívora e de grande impacto ambiental. É preciso, portanto, reverter os processos e a lógica dominante, na qual os interesses econômicos ditam as tendências construtivas, visando lucro individual, e criam assim barreiras e desvalorizam materiais autóctones e tradicionais. Não se trata, contudo, de uma redenção das tecnologias contemporâneas, mas de uma coexistência necessária. É preciso reconhecer que a tecnologia construtiva em terra deve ser consolidada para que não se siga avançando seu processo de substituição. Nesse sentido, há muitos caminhos para percorrer. Mas, fica claro que não se pode deixar passar a oportunidade de recuperar os conhecimentos sobre este saber ancestral e sobre este patrimônio vernáculo, para poder dar usos adequados aos tempos atuais. Sobretudo, neste tempo, o qual apresenta tantas incógnitas a nível socioeconômico, cultural e ambiental e urge por mudança de mentalidade e ação, também em países ditos de “primeiro mundo”, como a Espanha.

Quanto à pertinência e à vigência da utilização da terra, está justificada por diversos motivos: de acordo com Font e Hidalgo (2009), é autêntica a possibilidade de seu uso na maioria das zonas do planeta, onde, pela sua abundância, disponibilidade e facilidades oferecem, por exemplo, o potencial de autonomia construtiva e tecnologia social, representando uma opção viável para solucionar um dos problemas sociais contemporâneos, que é a carência de moradias. Segundo a UN-HABITAT (2008), uma de cada quatro pessoas que vivem na cidade, não têm acesso a moradia digna e a um meio justo de vida.

Além dessas, conforme enumera Desfilis (2006), a primeira vantagem da terra como material de construção é seu comportamento térmico, pois funciona como isolante devido sua baixa condutividade de temperatura e alta inércia térmica; regula a troca de umidade, sendo o único material capaz de manter, de uma maneira natural, o teor de umidade ideal para a vida humana; é também um material que oferece notável resistência ao fogo e aos impactos, fato este último que propicia seu uso em obras defensivas; suas condições de absorção acústica são também apreciáveis, dependendo da espessura e rugosidade das paredes.

Torija e Nieto (2014) afirmam que, além da terra ser um material vernáculo de nulo consumo energético, é uma tecnologia assimilável e próxima, respeitosa com o meio ambiente ao qual se incorpora após sua destruição. E por aproveitar os recursos disponíveis do lugar, evita o transporte de materiais distantes. Sendo estas, portanto, algumas das principais vantagens da terra: pode ser facilmente encontrada, é um material disponível, sem custo, sendo uma tecnologia direta e autônoma.

Mostra-se pertinente, portanto, a necessidade de uma sensibilização para a salvaguarda deste saber vernáculo e milenar, intimamente ligado a uma adequação profunda da matéria-prima às necessidades e modos de vida de uma região e de um povo. E que, além da sua valia cultural, contém os fatores, expostos acima, que acentuam sua relevância ao nível econômico, ambiental e social. Este material de construção tem respostas que hoje devem ser escutadas e colocadas em prática para favorecer um desenvolvimento sustentável e local. Para tal, é essencial compreender quais podem ser as estratégias e os atores que devem estar envolvidos na tarefa de manter viva e ativa a transmissão do saber construir em terra.

2 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é sistematizar as experiências e as observações percebidas pelo projeto Transmissão dos Saberes, desenvolvido em parceria com a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Valladolid.

investigação teve por objetivo a procura de um registro, mais vivo e próximo dos seus protagonistas, sobre como se dá o processo de transmissão do saber da arquitetura de terra enquanto tecnologia construtiva, na Espanha atual. Visou-se identificar quais as formas e estratégias dos processos de aprendizagem capazes de manter e difundir a transmissão deste saber, observando como se dá a relação com a memória tradicional e popular e qual o papel de cada grupo nessa tarefa.

Além disso, almeja-se disponibilizar e compartilhar a experiência registrada, de tal forma que fomente o interesse nesse saber, fornecendo questionamentos, ideias e visões distintas, para que sirva como experiência e inspiração para contribuir em processos de aprendizagem sobre arquitetura em terra. Fomentando uma visão crítica e consciente capaz de reconhecer, valorizar e perpetuar o conhecimento relativo ao potencial construtivo da terra, no caso em estudo, Espanha, assim como em outras localidades.

3 DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

O desenvolvimento do trabalho foi inspirado numa busca de vivência prática, levando em consideração o valor existente na troca de saberes e na aprendizagem que ocorre através da oralidade. A metodologia adotada se inspirou em duas propostas metodológicas de abordagem qualitativa: observação participante e pesquisa-ação.

A observação participante, segundo Correia (2009), é uma técnica de investigação que visa compreender as pessoas e as suas atividades no contexto da ação, capaz de permitir uma análise indutiva e compreensiva. A metodologia propõe o contato direto do investigador com os atores sociais, nos seus contextos culturais, sendo o próprio investigador instrumento de pesquisa. Pode ser realizada através da entrevista semi-estruturada ou livre, ou também com outras técnicas, como a análise documental.

A pesquisa-ação, segundo Thiollent (1996), é uma estratégia metodológica da pesquisa social, com base empírica, na qual os pesquisadores e os participantes estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo no processo de produção de conhecimento. Para Thiollent (1996), do ponto de vista cientifico, a pesquisa-ação é uma proposta metodológica e técnica que proporciona flexibilidade na concepção e na aplicação dos meios de investigação. Sendo, portanto, um instrumento capaz de explorar as situações e problemas para os quais é difícil formular hipóteses prévias e relacionadas com o pequeno número de variáveis precisas, isoláveis ou quantificáveis. Entre os objetivos desta, destacam-se: a coleta de informação original acerca de situações ou de atores em movimento; a concretização de conhecimentos teóricos, obtida de modo dialogado na relação entre pesquisadores e membros representativos da situação investigada; a comparação das representações próprias aos vários interlocutores, com aspecto de cotejo entre saber formal e saber informal; e, por fim, a produção de um panorama sobre a situação investigada.

Portanto, o trabalho se desenvolveu a partir do contato direto com os atores sociais da questão abordada e do contexto de ação de cada grupo investigado, procurando tecer juntos, de modo cooperativo e participativo entre os envolvidos, uma reflexão sobre a proposta a ser investigada e por fim um panorama sobre o questão levantada.

3.1 Procedimentos

Foram realizadas entrevistas semi-estruturadas, por meio de viagem por diversos locais da Espanha, conforme ilustra a figura 1 (Valladolid, VillaMayor de Campos, Amayuelas de Abajo, Forcall, Valência, Sevilla e Madrid), onde existem experiências e pessoas envolvidas na manutenção das técnicas de construção com terra e/ou estavam sendo realizados congressos, encontros, cursos e vivências no tema. Foram coletados, através da linguagem fotográfica, audiovisual e textual, os relatos destas iniciativas.

Buscou-se registrar diversos olhares: populares e científicos, teóricos e práticos, técnicos e empíricos. Para tal, foram entrevistadas 13 pessoas: dois arquitetos e professores de construções arquitetônicas, dois moradores de um povoado onde as edificações são feitas de terra, um construtor, dois arquitetos/professores de restauração, dois especialistas no estudo das técnicas construtivas e de restauração da arquitetura em terra, dois formadores, um técnico/formador e um mestre artesão e de ofícios em terra, cal e pintura.

De uma maneira geral buscou-se contemplar as seguintes questões: Qual é a importância do saber da construção em terra, porque salvaguardar e difundi-lo? Qual a maneira mais eficaz de plantar, cultivar e colher este saber? Quem são os agentes importantes nessa tarefa?

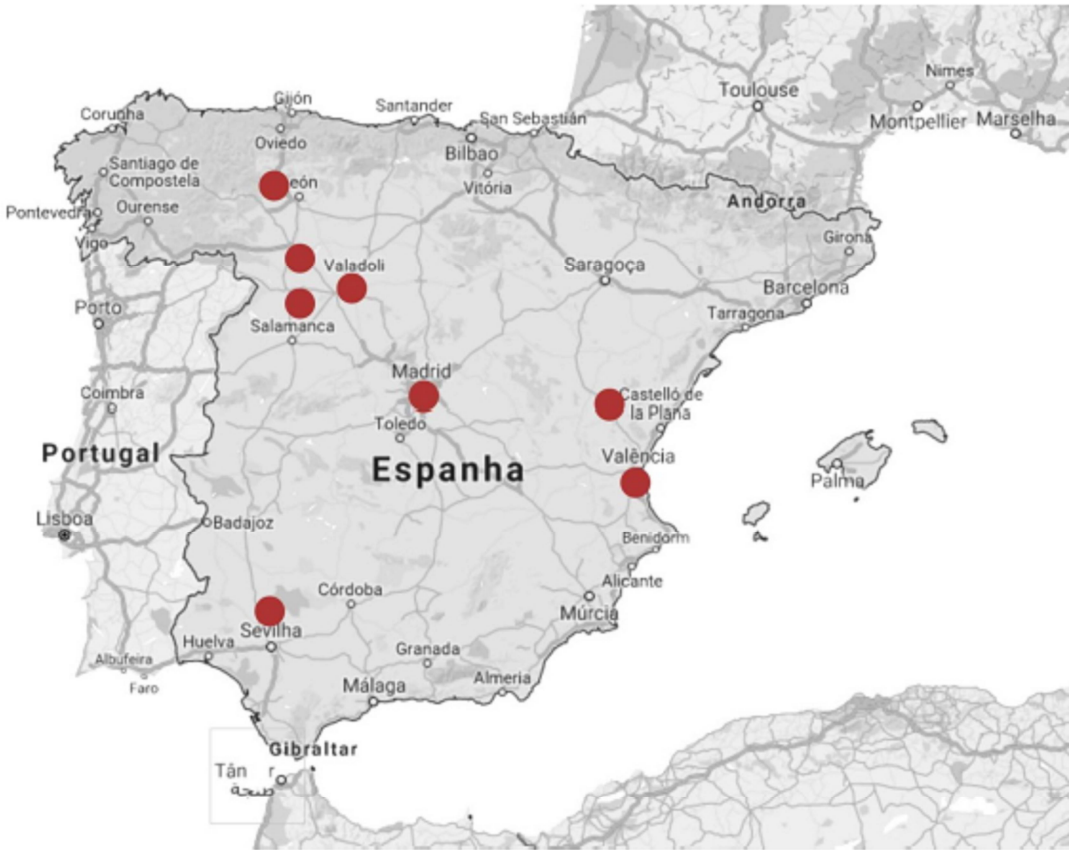


Figura 1. Mapa dos locais visitados. (adaptação googlemaps, 2016)

3.2 Sistematização

Por meio de uma abordagem qualitativa, que pretendeu ir além de questões técnicas e relativas a grupos e entidades específicas, buscou-se tecer um olhar abrangente, a partir da composição de olhares de diversos atores, sobre o panorama da aprendizagem da arquitetura em terra. A partir de uma visão critica, foram estruturadas as principais ideias comungadas pela maioria dos entrevistados, os desafios encontrados por estes e também apontando questionamentos e lacunas sobre as visões registradas.

3.3 Compartilhamento

A partir da ideia de manter viva a troca dos saberes, o compartilhamento das experiências e a valorização da transmissão oral, foram escolhidas duas formas de compartilhar o resultado do trabalho: documentário áudio visual e documentação escrita. Ambos visam compartilhar e difundir os olhares registrados, com a intenção de fomentar e incentivar para que sejam

tecidas redes de articulação e comunicação das pessoas envolvidas com a temática da arquitetura em terra.

4. PRINCIPAIS RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES

De maneira geral, a partir da comparação das diversas entrevistas e de uma análise de todas as abordagens coletadas, pode-se estruturar as principais ideias comungadas pela maioria dos entrevistados, os desafios encontrados por estes e também apontar lacunas e elaborar questionamentos sobre as visões registradas.

Primeiramente, pode-se concluir que todos os agentes entrevistados possuem ou já possuíram uma relação direta com edifícios construídos em terra, na sua maioria vieram de comunidades e regiões onde tradicionalmente se constrói com terra e ainda hoje existem muitos edifícios. Fato esse que pode ser percebido como fator impulsionador na aproximação com a técnica. Pois o patrimônio construído em terra demanda conhecimento para mantê-lo e para restaurá-lo. Além disso, como afirmam nas entrevistas, os próprios edifícios construídos em terra são uma das principais fontes de estudo sobre estas técnicas, são testemunhos materializados de um saber vernáculo. Segundo os entrevistados, estes edifícios podem ser comparados a um livro, que devem ser valorizados, lidos, interpretados e ter seu conhecimento difundido.

Outro fator recorrente nas entrevistas foi a necessidade de salvaguardar a tradição oral antes que se percam os poucos testemunhos que restam. Segundo uma das entrevistadas, na Espanha, existem muito mais edifícios históricos construídos em terra do que artesãos que trabalham com terra. Com o domínio da indústria, os materiais tradicionais foram substituindo e, por consequência, perdendo-se os ofícios, fato esse que ocorre, segundo eles, com todos os ofícios tradicionais. Observa-se, portanto, que é importante que estimule a criação de demanda, de forma que os poucos que sabem continuem executando, que estimule a transmissão deste conhecimento para as novas gerações e que fomente a criação de espaços de aprendizagem. E também, que estes sejam voltados à universidade, para a formação de arquitetos e engenheiros capazes de construir em terra; aos clientes, às pessoas e à sociedade em geral, para que conheçam e demandem este tipo de arquitetura. Para tal, é importante cobrar para que as administrações públicas entendam, reconheçam, propiciem e estimulem o uso deste material, o qual apresenta um potencial econômico significativo para geração de renda.

Em paralelo com a criação de demanda, percebeu-se como necessário formar técnicos para suprir tal demanda. Do ponto de vista da oferta de formação, pode se perceber que existe bastante a nível teórico, intercâmbio entre universidades, congressos e associações. Entretanto, a partir das entrevistas, pode-se constatar que a nível de formação profissional existe um déficit o qual, cada vez mais, urge por um impulso e estímulo a nível institucional e político. Nesse sentido, pode-se destacar algumas experiências, como as escolas de formação técnica profissionalizante que estão surgindo e se estruturando. Dentre elas, destaca-se o Programa Europeu PIRATE (*Provide Instructions and Resources for Assessment and Training in Earthbuilding*) e o Sistema ECVET (*Sistema Europeo de Créditos para la Formación Profesional*). Ambos são estratégias para uniformizar e estruturar a nível europeu a formação profissional, integrando-a dentro de um programa geral que unifique os modos de formação, possibilitando um reconhecimento e segurança, através de uma certificação unificada inter-européia.

Segundo alguns entrevistados, outro fator para que este saber se mantenha vivo, é que os *albañiles* (pedreiros) estejam envolvidos nos processos de formação. São eles, os que constroem e mantém as edificações, mesmo que muitos já não se lembrem como se executam as técnicas em terra, a maioria tem uma memória prática e intuitiva, proveniente de seus antepassados, a qual pode ser facilmente relembrada, reestimulada e revivida. Outro público alvo que foi definido como grande potencial para a manutenção e transmissão

do saber, segundo alguns entrevistados, foram as crianças, pois são elas a base da sociedade futura, a geração que vai demandar e exigir este tipo de arquitetura amanhã. Um dos argumentos utilizados foi que estas, por serem mais abertas e flexíveis, possuem um grande potencial para uma formação que explore o potencial lúdico e criativo da terra e sensibilize para o reconhecimento e valorização desta arquitetura como parte de sua cultura.

Outra experiência que tem sido satisfatória nos cursos de capacitação, segundo os entrevistados, é a pluralidade de público alvo nas oficinas: arquitetos, *albañiles*, técnicos, restauradores, autoconstrutores, entre outros. Desta forma, o conhecimento de um complementa o do outro, enriquecendo as discussões e os processos de aprendizagem. De maneira geral, entende-se que é importante que as formações possibilitem adquirir conhecimentos que facilitam afrontar os problemas ligados a arquitetura e construção com terra, tanto a nível social, como econômico, cultural, técnico e ambiental. Para isso, tanto a parte teórica como a parte prática são vistas como fundamentais. Ambas influem de maneira decisiva na preparação para uma posterior inserção no mundo profissional da arquitetura em terra e para poder ser motores de mudança em seus lugares de origem ou onde desenvolvam sua atividade. Para tal, é extremamente necessário, apesar de ser pouco visto, discutido e explorado, buscar novas metodologias de ensino, que levem em consideração as particularidades de cada aluno, valorizando o potencial e conhecimento individual, propiciando a troca e o compartilhamento, buscando aplicar parâmetros que estejam de acordo com a técnica e com os interesses de cada um, através de uma pedagogia ativa e participativa, baseada na prática e na vivência, estando em diálogo com a teoria.

Portanto, fica claro o desejo de uma maior presença da aprendizagem da arquitetura em terra a todos os níveis, no entanto, no nível da educação superior, observou-se que a terra, na maioria das universidades, não forma parte dos planos de ensino. Rakotomamonjy e Sevillano (2013) afirmam que em raros casos a terra é ofertada em disciplinas optativas ou em estudos de cooperação para o desenvolvimento, dando a entender que só é apropriado para construir em outras latitudes. Sendo a Espanha, um país que possui arquitetura de terra em praticamente todo seu território, como apontam alguns dos entrevistados, e tendo em vista a conjuntura socioeconômica atual, conclui-se que não se pode permitir seguir sem incluir este material nas formações universitárias de arquitetura, engenharia e outras graduações, de tal modo que estes possuam certas noções sobre a terra, do mesmo modo que possuem sobre outros materiais.

Dentro desta perspectiva, percebeu-se que existem experiências satisfatórias sendo desenvolvidas em algumas instituições de ensino, por exemplo, a nível de pós graduação, a criação do “Mestrado em construção sustentável em terra” da Universidade de Girona. Também cabe destacar o importante papel de difusão e de pesquisa de centros como o ICHAB em Madrid, os grupos de pesquisa da Politécnica de Valência e o Grupo Tierra da Universidade de Valladolid. Este último vem trabalhando há 13 anos no labor do conhecimento e difusão das técnicas de construção com terra, promove anualmente o Congresso Internacional de Arquitetura e Construção com Terra, Tradição e Inovação - CIATTI, que é realizado no coração de Terra de Campos. A maioria das edificações nesta região é de taipa e adobe, funcionando assim como campo experimental para os participantes, que vão ver, tocar, sentir a arquitetura e construção de terra e perceber sua relação com a cultura e história do lugar, ao mesmo tempo em que possibilita a interação do conhecimento produzido na academia com a população local das comunidades, contribuindo para sua valorização.

Entretanto, observa-se que, em geral, a oferta formativa continua sendo muito reduzida. Rakotomamonjy e Sevillano (2013), afirmam que os caminhos para a formação de um profissional licenciado, arquiteto ou engenheiro, em arquitetura de terra não são muitos na Espanha. Repara-se que, a princípio, as possibilidades passam por uma aprendizagem quase autodidata, prática, por sair ao estrangeiro, por participar em projetos de cooperação

para o desenvolvimento, por trabalhar em países onde a terra segue sendo utilizada, ou por tratar de formar-se em escolas ou com profissionais de outros países onde a terra está recuperando seu papel na construção.

Pode ser compreendido que diferentes atores se empenham em uma maior difusão da arquitetura e construção com terra no mundo acadêmico, tanto a nível individual, quanto institucional. Apesar de alguns resultados positivos ainda falta muito trabalho para ser executado, como afirma as recomendações do Rakotomamonjy e Sevillano (2013, p.234)

Todavia devem ser dedicados grandes esforços aos intercâmbios, a compartir informações e ferramentas de trabalho (didática, pedagógica, …), a comunicação dos resultados de atividades, a uma melhor coordenação do potencial humano e material na investigação, a realização de exemplos arquitetônicos de qualidade, a projetos de hábitat e de desenvolvimento local que devem implicar um melhor leque de atores e a sociedade civil, principal beneficiária. As universidades ocupam uma posição central para desenvolver e consolidar suas relações, suas colaborações e sua cooperação, não somente entre elas, e segundo um enfoque interdisciplinar entre os professores, os investigadores e os estudantes, como tem sido revelado. Também devem conectar com os demais grupos de atores, que são os políticos, os profissionais de qualquer nível de competências, a população, os autoconstrutores e o publico mais amplo.

Portanto, apesar de não ter sido abordado pelos entrevistados, crê-se que as universidades não podem dar as costas a esta missão e devem se dar conta do papel que a sociedade esta demandando em relação a sustentabilidade de uma formação em todos os níveis, para que os distintos profissionais se encontrem preparados para enfrentar com responsabilidades todos esses caminhos. Os entrevistados ressaltam que a transmissão dos saberes não se dá apenas através de cursos e oficinas, mas também, no auxílio e compartilhamento de conhecimento com pessoas que queiram construir com terra. Ressaltam também a necessidade de fomentar uma visibilidade social através dos meios de comunicação para que o conhecimento ultrapasse os muros da universidade. Fica evidente, portanto, que o trabalho de difusão é lento e contínuo, se dá através do contato um a um, da oralidade entre gerações, da comunicação viva, da execução de obras, para que, por fim a população identifique, compreenda e vivencie as qualidades das técnicas em terra.

Assim como aponta Borges (2012), se já por razões de responsabilidade com o ambiente e o planeta se justificava a reutilização da terra como material de construção, a atual crise financeira e política facilita e força uma freada na voracidade predatória em que os territórios e os recursos vêm sendo consumidos e invoca a necessidade de investigar o material, as tecnologias de construção a ele associadas e o desenho, ou redesenho, da arquitetura que com ele se constrói.

Porém, se até aqui o interesse tem se limitado a grupos e individualidades dispersos cuja consciência social, ambiental e profissional os tem conduzido para o material terra, na atualidade torna-se urgente a aposta na transmissão deste saber através de processos de aprendizagem integrais. Seja por razões ambientais; sociais ligadas à habitação; ou ainda pelo elevado número de pessoas sem perspectivas de futuro profissional, se a aposta continuar a ser construir com materiais de elevado consumo energético e com elevados custos ambientais; a manutenção deste saber, embora conheça ainda várias resistências e dificuldades, é um precioso, promissor e urgente caminho para o futuro da humanidade.

5. CONCLUSÃO

Os profissionais da construção devem enfrentar as perspectivas da época em que vivem e atuar em todos os níveis, e, nesse sentido, a terra deve ter um papel central. Para tal, é importante que distintos atores estejam capacitados para trabalhar em conjunto e para propor soluções aos problemas relacionados com a moradia, para manter adequadamente o

patrimônio construído com terra existente e repensar novos usos para este, além de seguir investigando formas de execução mais econômicas e possíveis inovações técnicas. De outro lado, é essencial trabalhar em união com a sociedade, com o intuito de avançar o entendimento sobre a terra e voltar a enxergá-la em seu real potencial, sobretudo neste momento planetário que clama por proteção e ação.

Observa-se também, a necessidade de existir profissionais competentes, desde arquitetos e engenheiros, pedreiros e mestres de obra, passando pelos fabricantes de materiais para poder desenvolver atuações pertinentes. Além disso, é imprescindível que se realize um grande trabalho de sensibilização e popularização da arquitetura e construção com terra, aos potenciais usuários, clientes, autoconstrutores e proprietários de antigas casas de terra, explorando seu potencial enquanto tecnologia social. Portanto, acredita-se que, com o entendimento de todos os atores, a valorização do patrimônio existente, a sensibilização, a capacitação de profissionais e com processos de aprendizagem integrais, entre outras alternativas que podem ser exploradas, será possível chegar de novo a utilização do material terra como material de construção disponível a todos.

Este trabalho é apenas o início de um diálogo e de uma perspectiva dentro de uma infinidade de caminhos possíveis para que este saber seja colocado em pauta e possa nutrir uma discussão a partir de diversos olhares que enxerguem a construção em terra como uma técnica além de possível, extremamente interessante para pensar alternativas e propostas práticas que possam dar resposta à questões tão urgentes e necessárias na sociedade contemporânea.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Borges, A. (2012). A terra no ensino da arquitectura: algumas reflexões e alguns ensaios. In: Construcción con tierra. Pasado, presente y futuro. Congreso de Arquitectura de tierra en Cuenca de Campos 2012, IX, Valladolid. IX CIATTI 2012: Anais… Valladolid: Grupo Tierra; UVA, CD-ROM

Correia, M. C. B. (2009). A observação participante enquanto técnica de investigação. Pensar Enfermagem. Disponível em <http://pensarenfermagem.esel.pt/files/2009_13_2_30-36.pdf>. Acessado em 25/08/2016.

Desfilis, A. S. (2006). Tapial y adobe: fábricas de tierra cruda en la historia de la arquitectura medieval hispana. Houses and cities built with earth: conservation, significance and urban quality. Lisboa: Argumentum, p. 72-76

Font, F.; Hidalgo, P. (2009). Arquitectures de tàpia. Castellón: Colegio Oficial de Aparejadores u Arquitectos Técnicos de Castellón.

Gigogne, H. P. (1995). Prólogo. En: Habiterra. Exposición iberoamericana de construcción de tierra. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Bogotá, Colombia: Editorial Escala.

Rakotomamonjy, B.; Sevillano, E. (2013). DSA-Architecture de terra de Craterre-ENSAG (Escuela Nacional Superior de Arquitectura de Grenoble, Francia). In: Construcción con tierra. Patrimonio y Vivienda. Congreso de arquitectura de tierra en Cuenca de Campos 2013, X, Valladolid. X CIATTI 2013: Anais… Valladolid: Grupo Tierra; UVA, CD-ROM

Silva, V. C.; Costa, J. P. (2006). Terra projectada: um novo método de realibitação de construções em taipa, Houses and cities built with earth: conservation, significance and urban quality. Lisboa: Argumentum, p. 55-58

Thiollent, M. (1996) Metodologia da pesquisa-ação. São Paulo: Cortez Editora.

Torija, J. G. S.; Nieto, M. A. F. (2014). Agua, aire, sol y tierra. Construir y habitar. In: Congreso Internacional de Arquitectura de Tierra Cuenca de Campos, XI, Valladolid. XI CIATTI 2014: Anais… Valladolid: Grupo Tierra; UVA, CD-ROM

UN-HABITAT (2008). State of the world's cities 2010/2011. Bridging the urban divide. Londres: Earthscan.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem a José Maria Sastre, Felix Jové Sandoval, José Luis Sáinz Guerra, Camila Mileto, Fernando Vegas, Beatriz Sáez Riquelme, Fermín Font Mezquita, Juan Rivas Gonzáles, Roberto Villalvilla Herrero, Jon Santibáñez, Laurent Coquemont, Manuel Gil, Museo Cal de Morón, Augustin, Luiz Prieto, Ramón Aguirre Morales, Raquel Martínez Fernandez, Thiago José Amaral de Bragança.

AUTORAS

Amana Fares, graduanda em Arquitetura e Urbanismo na Universidade Federal de Viçosa, bolsista, CNPQ, na Faculdade de Arquitetura da Universidade de Valladolid, Espanha, bolsista PIBEX do projeto: Cerâmica e Educação Socioambiental e Artística, ex-bolsista FAPEMIG em Cores da Terra, ex-bolsista de extensão nos projetos: Valorização do Uso do Bambu; Agroecologia: Ferramenta Participativa na construção de Saberes e Agroecologia como ferramenta de transformação social.

Marina Barreto da Luz, graduanda em Arquitetura e Urbanismo na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Técnica em Edificações pela Escola Técnica Estadual Parobé, bolsista, CNPQ, na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Valladolid, Espanha, estagiária na empresa Arquium Construções e Restauro Ltda.

TerraBrasil 2016
VI Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Bauru-SP (Brasil), 8 a 12 de novembro de 2016
http://faacppgarq.wix.com/terrabrasil2016
PPGARQ/FAAC-UNESP

INTERAÇÃO ENTRE CONHECIMENTOS: CONSTRUÇÕES COM TAIPA DE MÃOEM BOIPEBA-BA

Maria Estela R. Ramos[1]; Louise Santos Braga de Oliveira[2]; Vinicius Carvalho Rosaneli[3]

União Metropolitana de Educação e Cultura - UNIME-LF - Lauro de Freitas, Bahia, Brasil,
[1]mariaestelaramos@gmail.com; [2]louibraga@gmail.com; [3]vini.rosaneli@gmail.com

Palavras chave: Taipa de mão, Arquitetura de terra, Técnicas Construtivas.

Resumo

Este artigo descreve parte de uma pesquisa multidisciplinar em comunidades quilombolas e a proposta de utilização das técnicas construtivas empregadas da comunidade negra de Moreré, na Ilha de Boipeba - BA. A pesquisa destaca a taipa de mão construída na localidade, abordando a qualidade construtiva na sua materialidade, a organização espacial e o contexto socioambiental pelas questões ambientais, ecológicas e saneamento básico, e questões culturais, como a história social e identidades das comunidades quilombolas. A técnica da taipa de mão tem sido renegada pelo estigma da pobreza e da doença, sendo substituída, sem questionamentos, por processos convencionais de construção, acarretando assim a perda de práticas culturais no âmbito da construção. O objetivo deste trabalho é apresentar a identificação de elementos da técnica construtiva da taipa de mão executada pela comunidade. Neste contexto, é também objetivo deste artigo disseminar no meio acadêmico, para além das construções vernáculas, a construção com terra. A metodologia aplicada é a pesquisa participante com visitas à comunidade, registros fotográficos,croquis,conversas e entrevistas com os moradores,conhecendo o interior das casas, visando compreender o modo de vida, o modo habitacional e a identificação de problemas e soluções. Os principais resultados obtidos foi o contato direto dos estudantes com integrantes da comunidade que propiciou a reflexão de que os valores e costumes locais são peculiares e muitas vezes distintos do que é ensinado/aprendido nas faculdades, cujos conteúdos estão direcionados a determinados padrões urbanos, negligenciando especificidades do meio rural ou de comunidades tradicionais. O trabalho apresenta a experiência acadêmica com a perspectiva de preservação e renovação de técnicas construtivas tradicionais, evidenciando a interação da produção de conhecimento local e do meio acadêmico. O grupo de pesquisadores envolvidos propôs no projeto de habitação a utilização da taipa renovada, numa ressignificação da técnica da taipa de mão,e alternativas de baixo impacto ambiental, tanto para o projeto arquitetônico quanto para o saneamento, a fim de oferecer maior qualidade, conforto ambiental e durabilidade da construção, como também conferir importância e valorização dos conhecimentos locais.

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho expõe parte de uma pesquisa sobre habitações quilombolas nas comunidades de Monte Alegre e Moreré na Ilha de Boipeba, Cairu, no sul da Bahia e é um dos enfoques do Projeto de Pesquisa “Utilização de Recursos Naturais no Desenvolvimento Tecnológico: Desenvolvimento de Comunidades Quilombolas”.

A pesquisa multidisciplinar envolve os cursos de Enfermagem, Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Civil e Engenharia de Produção e abrange, no estada da Bahia, as comunidades quilombolas de Praia Grande, na Ilha de Maré, Salvador, e de Monte Alegre, na Ilha de Boipeba, além da comunidade negra nativa de Moreré, também na Ilha de Boipeba, em Cairu. O Projeto envolve vários enfoques na área de saúde e a pesquisa sobre habitação é parte da compreensão de que a qualidade da habitação interfere diretamente na promoção da saúde.

A pesquisa sobre habitação quilombola é coordenada pela professora do curso de arquitetura da Unimecom a participação de dois estudantes de Arquitetura e Urbanismo da Unime,

estudantes de iniciação científica, e de Engenharia Civil e de Produção da UFBA, e pretende, na segunda etapa e mediante incrementos de financiamento, subsidiar um projeto e construção de uma residência em taipa de mão na localidade de Moreré, utilizando alternativas ambientalmente adequadas.

Dentre as práticas socioculturais nestas comunidades quilombolas, destaca-se o modo de produção habitacional com a técnica construtiva tradicional da taipa de mão. A pesquisa sobre habitação destaca a taipa de mão construída na localidade, abordando a qualidade construtiva na sua materialidade (técnica, conforto, assimilação), a organização espacial e o contexto socioambiental pelas questões ambientais, ecológicas e saneamento básico, e questões culturais, como a história social e identidades das comunidades quilombolas.

Segundo Canteiro e Pisani (2006), desde a pré-história a terra é utilizada como técnica construtiva na elevação de parede, abóbadas, estruturas e outros elementos arquitetônicos. No Egito, desde 5000 a.C. são encontradas construções que utilizaram a técnica dos adobes moldados com argilas e palhas em formas de madeira assentados com finas camadas de areia. Os adobes eram utilizados nas edificações de fortificações e residências, cobertos com lajes que utilizavam uma espécie de argamassa feita de argila e areia para o barreamento de estruturas compostas de madeiras roliças. Vários trechos das muralhas da China também foram edificados com terra apiloada entre alvenarias duplas de pedra.

Apesar de não ter sido devidamente documentado e a recuperação dos dados históricos ser muito difícil de realizar, negros, e possivelmente também os indígenas, influenciaram a forma da execução de taipa de mão desde o período colonial, pois conheciam processos construtivos que utilizavam a terra como matéria-prima.Africanos[1]e descendentes empregavam estruturas de madeira preenchidas com barro, desde o continente africano, que apresentam similaridades com as técnicas da taipa de mão.

O termo taipa de mão, genericamente empregado, significa a utilização de terra como matéria-prima básica de construção, conhecida também por taipa de sopapo, pau a pique ou taipa de sebe.De grande domínio popular, a técnica foi e ainda é amplamente difundida no Brasil, tendo várias cidades interioranas brasileiras constituídas originalmente com casas de taipa de mão. No entanto, esta técnica foi renegada pela indústria da construção civil, como informam Lopes e Ino (2000):

> Após a chegada de materiais e de tecnologias construtivas novas, as técnicas construtivas tradicionais, como as referentes à arquitetura de terra [...] foram relegadas ao esquecimento e substituídas amplamente. Esses novos materiais e processos construtivos são importantes e necessários na resolução de problemas construtivos inerentes à demanda sempre crescente por habitações. Contudo, é importante além de se estar conectado com os avanços da tecnologia, manter uma visão do que ocorreu no passado e aproveitar as experiências, comprovadas pelo uso e senso comum da população, melhorando e modernizando técnicas construtivas de tradição secular, através da injeção de novas tecnologias, adquiridas pelo conhecimento científico, tirando partido de suas vantagens.

É com esta perspectiva de preservação e atualização e/ou renovação de técnicas construtivas tradicionais que este artigo apresenta a experiência acadêmica de conhecer, apreender, aperfeiçoar e propor projetos em taipa de mão, oferecendo também visibilidade à comunidade negra de Moreré.

[1] Esta herança africana é encontrada nos registros de Lúcio Costa: “barreamento a sopapo - taipa de sebe ou de mão - técnica de procedência africana” (Costa, p. 7, s/d). Disponível em:http://www.jobim.org/lucio/bitstream/handle/2010.3/2098/IV%20B%2003-01690%20L.pdf?sequence=3 Acesso em: 21 mai. 2016

2. PROCEDIMENTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS

A partir das culturas particulares que ganham visibilidade pela emergência da diversidade, exploradas e valorizadas pelo multiculturalismo pós-moderno apontadas por Hall (2003), evidencia-se a dimensão político-cultural que ofereceu embasamento às instituições para o reconhecimento político face às diferenças culturais, a diversidade de sociedades multiculturais, concedendo direitos e abertura à reparação de grupos historicamente marginalizados.

Neste ínterim, abre-se a possibilidade de pesquisas que evidenciem a produção de conhecimento elaborada nestas mesmas sociedades subalternizadas. Para tanto, utilizam-se as referências de Thiollent (2005), no qual o pesquisador adentra o espaço estudado e interage com seus sujeitos, desencadeando os processos da pesquisa participante.Atuando como pesquisadores, e, neste caso,também propositores, os estudantes de iniciação científica realizaram visitas técnicas, pesquisas de campo, registros fotográficos e conversas com os moradores.

O desenvolvimento da pesquisa iniciou-se com intenção de conhecer estas comunidades quilombolas, apreender o meio de vida e os meios de subsistência, o modo habitacional, bem como as técnicas construtivas locais e o modo de fazer por meio da observação, conversas e entrevistas com os moradores. Avaliaram também as construções e a organização espacial, a distribuição e tamanhos de compartimentos; as condições de iluminação, ventilação e insolação; a (in)salubridade das moradias em relação à umidade e/ou infiltração; os materiais de acabamento; as soluções criativas funcionais e estéticas, a relação com o entorno.

Neste contexto, os estudantes buscaram temas pouco explorados nas escolas de arquitetura e urbanismo que são as técnicas construtivas tradicionais como taipa de mão, adobe, entre outras. Buscaram artigos e trabalhos publicados em anais de eventos acadêmico-científicos disponibilizados na internet,cuja confiabilidade foi conferida pela orientadora, indicados nas notas e referências. Neste ínterim, os estudantes pesquisaram também tecnologias alternativas de saneamento e tecnologias sociais.

Portanto, além da pesquisa envolver estudantes de várias áreas, a própria pesquisa utiliza-se de abordagens multidisciplinares, históricas, antropológicas, sociológicas, para melhor compreensão da comunidade. Além da descrição da comunidade nos seus aspectos visíveis e informações por coleta de dados, é importante apresentar uma análise que contextualize a comunidade e suas condições de vida, uma vez que as circunstâncias do meio, no espaço e no tempo, as correlações de forças, os conflitos, as negociações e as estratégias que são articuladas pela comunidade revertem-se diretamente nas práticas culturais, nas suas reelaborações, nos processos de sínteses culturais, próprios da dinâmica das culturas.

3. A COMUNIDADE DE MORERÉ

Dentre as comunidades visitadas, destaca-se a comunidade negra de Moreré, localizada na parte baixa da Ilha de Boipeba, cujas praias,quase desertas, de natureza praticamente intocada, de águas cristalinas, calmas e mornas,são de beleza paradisíaca.

A comunidade de Moreré é parte da Ilha de Boipeba, localizada no Arquipélago de Tinharé, do município de Cairu, situado no baixo sul da Bahia. A cidade mais próxima da ilha é Valença, situada a 300 km de Salvador, capital do Estado. Para evidenciar a situação de isolamento da comunidade em foco, a figura 1 ilustra o percurso da viagem dos pesquisadores: por meio rodoviário entre Salvador e Valença (sete horas)e, por barco entre Valença e Ilha de Boipeba, com embarque e desembarque em Moreré. Eventualmente, em função da altura das marés, o embarque e desembarque são feitos em Boipeba, sendo o trecho Boipepa-Moreré, ou vice-versa, feito por tratores, único meio de transporte da região.

Além da grande distância e do longo tempo do trajeto, o deslocamento representa altos custos para a comunidade.

A população local é de 400 habitantes aproximadamente e a comunidade é composta por remanescentes quilombolas e migrantes de outras cidades baianas, cujo meio de vida, há muito pouco tempo, constituía exclusivamente das atividades produtivas da pesca, da agricultura familiar e da produção de artefatos manuais, sobretudo esteiras da palha do dendezeiro (*Elaeisguineensis* Jacq.)que são utilizadas como cortinas, divisórias e forros de telhados, produzindo um diferente e interessante efeito estético, como mostrado na Figura 2.

Figura 1. Localização da Ilha de Boipeba (Fonte: Google Maps)

Figura 2. Artefatos com palha de dendezeiros produzidos por moradores de Moreré - Ilha de Boipeba, Bahia

A ilha é permeada por pequenos rios, mas não existe sistema de saneamento básico (abastecimento de água e esgotamento sanitário) nem rede de esgoto. As poucas fossas sépticas instaladas contaminam o solo, que poluem o lençol freático que é superficial. Um diagnóstico epidemiológico constatou-se que 5% das residências possuem fossa séptica,

43% não possuem saneamento básico e 100% não possuem água potável (Oliveira et al, 2015).

Muitas casas possuem banheiros na área externa afastada da edificação, utilizando palhas ou taipa de mão como proteção da privacidade; o lançamento de dejetos é feito diretamente no solo, criando um ambiente propício a graves infecções e contaminações como esquistossomose (barriga d'água) e amarelão, entre outras doenças constatadas pela equipe de enfermagem que participou da visita técnica. A água, antes coletada diretamente das fontes d'água e rios locais, com o adensamento populacional, está contaminada, o que compromete seu consumo. Por conta desta contaminação, a administração municipal de Cairu provê um aqueduto vindo do continente, mas as faltas d'água são frequentes.

Esta antiga comunidade negra tem seu modo de vida alterado à medida que a Ilha de Boipeba vem sendo ocupada por "não-nativos", sobretudo por estrangeiros e migrantes do sul e sudeste do Brasil, que, radicando-se ou não na ilha, instalam restaurantes e pousadas, gerando um novo contexto de geração de renda na localidade. Durante o curto período de alta estação turística, alguns dos nativos são absorvidos pelos empreendimentos, como foi relatado pelos próprios moradores.

3.1 - Compreendendo o modo habitacional

A visita proporcionou observar que a espacialização da comunidade de Moreré e o modo habitacional seguem com características culturais originais ainda predominantes,tanto no que diz respeito à disposição das casas, como as técnicas construtivas empregadas: ruas estreitas de terra, casas com grande espaçamento entre si,casas com paredes de taipa de mão.

Como apontam Ramos,Marques e Dias (2015), as casas de Moreré apresentam semelhanças, tanto no aspecto construtivo, quanto no aspecto tipológico, com a presença de varandas, poucas aberturas (predominância de janelas frontais e posteriores e janelas pequenas ou mesmo com ausência delas), tendo alguns compartimentos mal iluminados, cuja ventilação se faz pelo vão dos telhados. A ausência de janelas pode ser justificada pelo *modus vivendi* da comunidade, cujos espaços externos são muito mais vividos do que os espaços internos da casa, dada à multiplicidade de funções: os quintais são também o espaço de trabalhar, de quarar[2] a roupa, de sentar à sombra da árvore, de prosear, espaço de brincar, do cultivo de plantas, sobretudo de ervas medicinais, que são importantes para a cura de doenças.

Analisa-se que as varandas, como elemento típico das construções quilombolas, podem estar dispostas tanto no acesso principal das moradias, local com muitas plantas e bancos de sentar, ou nos fundos das casas junto às cozinhas abrigando o fogão à lenha (avarandado). As varandas possuem a função arquitetônica de proteger as esquadrias (portas e janela) das chuvas intensas, cumprindo também a função de socialização, atuando como antessala, ambiente que agrega vizinhos, familiares e visitantes.

A grande maioria das casas da localidade é construída com taipa de mão. A técnica constitui paredes que são armadas com madeira, formando gradeamentos e são preenchidas com barro(barreada). A matéria-prima baseia-se em trama de madeira, cipó ou outros materiais para amarração da trama, terra e água. A adição de fibra vegetal[3]como a palha de milho (*Zeamays*), por exemplo, à massa é opcional, no entanto, atua favoravelmente na estabilização física diminuindo a retração do barro. A mistura da terra e água é amassada com os pés, até sua homogeneização. Nesta etapa, a fibra vegetal pode ser adicionada à mistura que será utilizada para barrear a trama.

[2]expor a roupa ao sol para clarear

[3] Segundo Garzón (2011), as fibras melhoram a capacidade de resistência frente às deformações elásticas importantes, pois as madeiras da estrutura criam movimentos e variações nas dimensões dos elementos e tendem a criar fissuras no enchimento. Além da melhoria térmica, pois as fibras produzem vazios no barro que o torna mais leve e melhora sua característica de isolamento térmico.

Atrelado ao processo de construção, as conversas com os moradores permitiram compreender como as práticas culturais personalizam o jeito de se fazer a taipa, como, por exemplo, a identificação pelo conhecimento tradicional da terra apropriada, o jeito de barrear com as cantigas para ritmar e sincronizar o lançamento do barro no gradeamento, a comida e a confraternização ao final da barreada.

A figura 3 ilustra a qualidade da taipa de mão produzida pela comunidade, tendo a estrutura de madeira bem marcada pelos esteios verticais fincados diretamente no solo e a empena armada com varinhas de madeira na posição inclinada, acompanhando as quedas das águas do telhado.Em muitas das casas, nota-se que as paredes não são rebocadas,expondo a armação da taipa de mão, afetando a qualidade e a durabilidade. Em algumas casas, após o barreamento, as paredes das fachadas frontais recebem reboco de argamassa com cimentoe outras recebem apenas uma pintura de cal colorida que, com a incidência das chuvas, desprendem-se da parede. A cobertura,que num primeiro estágio era de palha de dendezeiro (*Elaeisguineensis* Jacq.), foi substituída pela telha de barro e atualmente utiliza-se a telha de fibrocimento, é marcada com beirais curtos opção que desfavorece o conforto ambiental das construções.

Figura 3. Armação das empenas, esteios bem marcados e madeiras expostas

3.2 Problemas encontrados

A indústria do turismo tem despertado grandes interesses econômicos na região, como a previsão da instalação de um mega empreendimento, um grande *resort*, como explicam os próprios moradores. A associação dos moradores receia sobre a possibilidade de extensa exploração de recursos humanos e naturais e que a iniciativa descaracterize o local, modificando a cultura local e afetando de maneira social, ambiental, econômica e espacialmente a localidade. Neste contexto, algumas lideranças apontam que a comunidade sente-se fragilizada, quando são, por exemplo, restringidos os direitos de ir e vir em determinados pontos da ilha, comprometendo seriamente a relativa autonomia da comunidade nativa.

Foi perguntado sobre a atuação da prefeitura com a presença de assistentes sociais, por exemplo. Não há preocupação governamental com os impactos sociais que estes grandes empreendimentos causam, com pouco envolvimento dos moradores locais. Na visita técnica, constatou-se que as necessidades locais passam a ser divergentes e conflitantes

entre diferentes grupos de moradores, perpassando por questões culturais e econômicas. Alguns grupos desejam a instalação de mais empreendimentos turísticos, outros grupos defendem maior autonomia a comunidade por meio de incentivos para fortalecimento do empreendedorismo local.

Com a aproximação desta severa economia capitalista extremamente invasiva, a especulação imobiliária tem contribuído com a perda de espaços livres e acessíveis e tem sido um dos grandes problemas.Com a venda de glebas, os moradores têm sido reprimidos em pequenos espaços de moradia,gerando a favelização da comunidade, que, por sua vez, não se caracteriza de forma urbana, mas rural. E, além disso, a comunidade tem ficado cada vez mais distante da praia, recuada para as áreas mais afastadas da ilha.

Por conta da limitação dado à privatização dos acessos às áreas de coleta de material (barro e madeira) e dos novos padrões de consumo ensejarem o construir à maneira das grandes cidades, a comunidade está, cada vez mais, perdendo a sua forma tradicional de produzir sua habitação com taipa de mão.Devido às mudanças do modo de vida da comunidade, as habitações têm perdido a sua identidade, ocasionando a troca das casas de taipa de mão pelas casas de alvenaria de blocos, descaracterizando e diluindo os valores culturais construtivos.Em uma das entrevistas, os pesquisadores presenciaram uma fala de um dos moradores da comunidade:“Nós sempre moramos na casa de taipa, mas o nosso sonho é construir uma de bloco. O por quê? Ah, não sei, acho que é mais forte!” (informação verbal)[4]

O próprio morador alega que sempre morou em casa de taipa. Verifica-se que a casa comprovou razoável durabilidade, apesar da baixa qualidade. No entanto, na resposta ele afirma sonhar com a casa de bloco, mesmo não sabendo explicar muito bem o *porquê*[5].Para se construir uma casa de taipa não é necessário comprar o material, pois os principais materiais são fornecidos pela natureza, estão disponíveis na localidade, mesmo com as restrições de acesso às jazidas de terra adequada para a construção.Da mesma forma, as madeiras. Portanto, não existe ‘’valor’’ monetário e, por isso, não tem valor. O saber-fazer, de tão intrínseco à vida cotidiana, não é entendido como um saber produtivo, um meio de produção, nem tampouco monetarizado, isto é, envolvendo remuneração, investimento financeiro, dispêndio de recursos.

Os pesquisadores identificam esta postura como uma aderência à cultura externa, da qual se ouve dizer que é melhor por ter maior valor, ou seja, a interferência e a imposição de uma indústria da construção civil que demanda consumo que é próprio do capitalismo, afetando na desvalorização dos conhecimentos construtivos locais.

A Figura 4 ilustra bem a descaracterização do modo habitacional local, com a construção de uma casa convencional de alvenaria com sistema estrutural pilar e viga em concreto armado. Observa-se nesta figura que a casa de taipa ficará posterior à nova construção e/ou poderá ser destruída, como o próprio morador afirmou, ilustrando claramente a desvalorização da cultura local e das suas técnicas construtivas.

[4] Fala de morador de Moreré em entrevista realizada pelos estudantes de iniciação científica em Moreré, Boipeba, em abril de 2016.

[5] As campanhas sanitaristas equivocadas contra as casas de taipa de mão alegando que estas provocariam a doença de Chagas por conta da instalação do barbeiro e a sua estigmatização como habitação rústica e insalubre, relacionada à pobreza, condenaram a técnica à rejeição e ao abandono.

Figura 4. Casa em taipa de mão,ao fundo, e a construção da nova residência em alvenaria com sistema estrutural pilar e viga de concreto,à frente

Não só ocorre a desvalorização cultural, mas uma profunda alteração na economia local, gerando grandes endividamentos para as famílias nas lojas de materiais de construção. As respostas dos moradores em relação às perguntas feitas pelos pesquisadores sobre os custos da construção revelaram que os materiais como brita,blocos, cimento e ferro possuem alto custo devido, principalmente, ao transporte do continente à ilha.

4.PROPOSTA DE PROJETO DE HABITAÇÃO

A observação das condições das construções com de taipa de mão produzida na localidade, desde o início da pesquisa, em 2015, revelou que a técnica apresenta grande potencial: há o domínio da técnica pela comunidade, os materiais locais são adequados, as casas possuem boa estabilidade e algumas delas possuem mais de 30 anos de existência, segundo o depoimento dos moradores.

Desde que executada seguindo procedimentos construtivos que melhorem sua qualidade, pode-se obter construções de boa habitabilidade e estética. Deste modo, houve por parte dos coordenadores da pesquisa a motivação em incentivar a construção com a taipa de mão com melhorias que possam oferecer maior qualidade, conforto ambiental e durabilidade. Deste modo, a equipe de estudantes preparou uma apresentação à comunidade discorrendo sobre as vantagens das construções em taipa de mão, exibindo construções bem executadas e com alto padrão de acabamento, e também experiências de construção com maneiras de renovação da técnica, conferindo maior qualidade e durabilidade.

A partir da demanda de um casal de moradores interessado em fazer sua casa em taipa de mão e da possibilidade de subsidio parcial pelo projeto de pesquisa para a construção, a equipe formada por estudantes de arquitetura e engenharia realizou, em duas etapas, visitas à comunidade.

Num primeiro momento, estudantes de engenharia realizaram levantamentos cadastrais e fotográficos do terreno (Figura 5) e da casa existente que será substituída, determinaram a orientação solar e identificaram o perfil da família.

Figura 5. Localidade, terreno e estudos preliminares de residência unifamiliar para uma família de Moreré
Fonte: Elaboração de Louise Oliveira

Em seguida, o primeiro estudo preliminar foi elaborado pelos estudantes de arquitetura. Não só do projeto da casa da família, mas também a implantação de tecnologias sociais de saneamento básico e de conforto e eficiência ambiental. Como pode ser analisado na Figura 5, o projeto foi elaborado de acordo com a posição no terreno e a orientação solar. Deste modo, o projeto considerou o acesso da casa pela sala pela via de acesso ao terreno e preservou as áreas de maior permanência, sobretudo os quartos, para o nascente.

Nesta disposição, o projeto também intencionou o silêncio e a privacidade para os quartos. A planta foi dividida em varanda, sala, cozinha, banheiro, dois quartos e bancada para lavanderia. Foram previstos pés-direitos altos e muitas janelas, propiciando ampla iluminação e ventilação cruzada.

No entanto, após a apresentação do projeto para os futuros moradores, a proposta passou por reelaborações, uma vez que o casal de moradores manifestou opiniões relativas aos gostos e costumes locais. A nova proposta, em andamento, prevê os quartos (incluindo um quarto com banheiro privativo) voltados para a frente da rua, permitindo visualizar a movimentação da rua, e a área da cozinha é voltada para os fundos. O contato com estes moradores demonstrou que a proposta inicial da equipe não atendeu aos anseios dos moradores, servindo de reflexão de que os valores e costumes locais são peculiares e muitas vezes distintos do que é ensinado/aprendido nas faculdades, cujos conteúdos estão majoritariamente direcionados para determinados padrões urbanos, diante da poluição sonora dos centros urbanos e de

valores de privacidade, negligenciando especificidades do meio rural ou de comunidades tradicionais constituídas por áreas silenciosas e tranquilas e de valorização da sociabilidade.

O projeto foi desenvolvido para sua construção com taipa de mão, utilizando procedimentos para renovação do procedimento a partir de experiências anteriores, tais como (Ramos, Cunha Jr; 2006): proteção das madeiras do gradeamento com um cintamento/baldrame em concreto e/ou blocos de cimento, evitando a umidade por capilaridade; uso de madeiras beneficiadas com a retirada da casca e imunizadas com inseticida alternativo de mamona; aplicação da segunda barreada nas paredes de taipa de mão, após a secagem da primeira, para preencher as fissuras e regularizar a superfície;aplicação de reboco à base de barro e cal hidráulica; a pintura com tinta de terra e/ou pintura à cal; previsão de beirais largos para melhor proteção das paredes contra a incidência do sol e das chuvas; exposição do gradeado em algumas partes da parede divisória promovendo o partido estético da própria técnica construtiva.

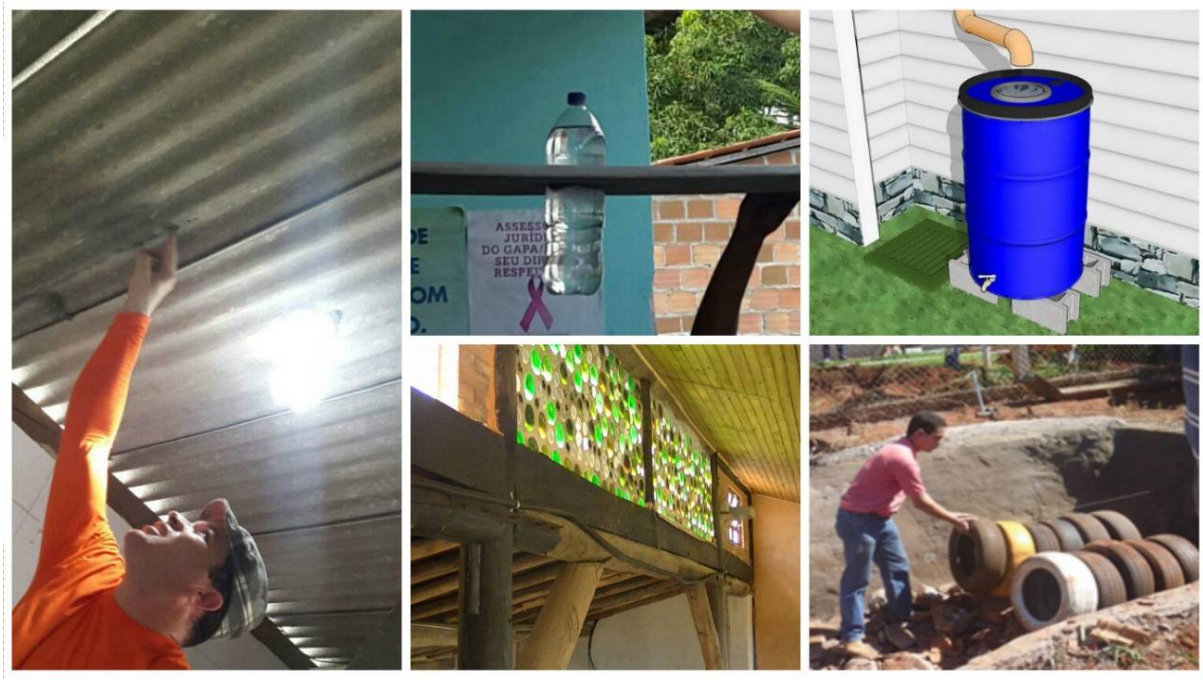


Figura 6. Proposta de implantação de implantação de tecnologias sociais

Além da proposta do projeto arquitetônico, os estudantes, coordenados pela professora de arquitetura, fizeram um levantamento de tecnologias sociais de baixo custo: aquecedor de garrafa PET, lâmpadas de garrafa PET, reaproveitamento das águas pluviais, tinta de terra e/ou cal e reciclagem de garrafas de vidro. Como alternativa ao esgotamento sanitário, uma vez que não existe rede de esgoto, será implantada a bacia de evapotranspiração (BET).As técnicas propostas podem ser observadas nas imagens ilustrativas da Figura 6.

Em linhas gerais, as tecnologias sociais a serem empregadas são:

- aquecedor solar[6]: é utilizado para aquecimento de água com uso de coletores solares. É um sistema disposto no telhado com garrafas PET, tubos de PVC e embalagens longa vida.A água aquecida pode atingir, em média, de 38ºC a 50ºC e, com aproximadamente 200 garrafas, é possível atender até 4 pessoas;

[6]Idealizado por José Alcino Alano, a ideia do aquecedor de garrafa PET é vencedora do prêmio PrêmioSuperecologia promovido pela revista Superinteressante em 2004 e possui três princípios básicos: simples, funcional e barato. Disponível em: http://www.planetareciclavel.com.br/desperdicio_zero/Kit_res_17_solar.pdf Acesso em 10 abr 2016.

- lâmpadas de garrafa PET[7]:são instaladas no telhado para redução do consumo de energia elétrica. A lâmpada é feita com uma garrafa PET transparente,aproveitando a luz solar. Utiliza-se água sanitária para manter a água limpa e aumentar a refração;

- reaproveitamento das águas pluviais: são instalados tanques para coleta, filtragem e armazenamento da água das chuvas e sistema de distribuição da água para os vasos sanitários, lavanderia, máquina de lavar roupa e torneiras externas;

- tinta de terra[8]: para acabamento das paredes, utilizam-se tintas à base de terra, aproveitando a matéria-prima local. Para produzir a tinta é utilizada terra seca, cola branca, água e óleo de linhaça. A cor da terra irá determinar a cor da tinta, podendo ser utilizados pigmentos como açafrão e urucum para obtenção de cores diversas;

- pintura a cal: esta pintura é utilizada pelas vantagens de ser naturalmente fungicida, sem componentes tóxicos ou biocidas e de permitira "respiração" da parede, pois não forma uma película sobre a parede e não cobre seus microporos;

- reciclagem de garrafas de vidro[9]: reutilização de garrafas de vidro, incolor ou colorido,dispostas nas paredes de taipa de mão para permitir a passagem de iluminação natural e a reciclagem de materiais, oferecendo também interessante efeito estético;

- bacia de evapotranspiração (BET)[10]:para tratamento do esgoto da residênciaé instalada uma bacia de evapotranspiração, conhecida popularmente como "fossa de bananeiras". É um sistema fechado de tratamento da água usada na descarga de sanitários. Os resíduos são transformados em nutrientes para plantas, evaporando a água, completamente limpa.Este sistema não gera efluentes e evita a poluição do solo, das águas superficiais e do lençol freático, problema constatado na comunidade.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa em andamento, relatada neste trabalho tomando como modelo a comunidade de Moreré, tem demonstrado a importância da interação entre conhecimentos acadêmicos e tradicionais. São abordados diversos enfoques, o modo habitacional, as construções com taipa de mão, as deficiências de infraestrutura, o descaso das instituições públicas com as comunidades tradicionais.

A pesquisa evidencia as práticas da arquitetura vernácula e as técnicas construtivas tradicionais e, a partir dos contatos e das análises de identificação das facilidades e dificuldades da técnica construtiva, apresenta um projeto residencial desenvolvido para uma família da comunidade. A pesquisa envolve, além da elaboração do projeto arquitetônico

[7] A lâmpada de PET, inventada em 2001 pelo mecânico de carros Alfredo Moser e que pode atingir potência de 40 a 60 watts, já foi instalada em diversas partes do mundo. Disponível em:http://www.hypeness.com.br/2013/08/mineiro-inventor-da-luz-engarrafada-tem-ideia-usada-em-paises-pobres-do-mundo/ Acesso em 09 abr 2016.

[8] O Projeto Cores da Terra propõe o uso de técnicas de pintura utilizando os solos como fonte de pigmentos-base para produção de tintas e tradicionalmente utilizados nas construções rurais brasileiras. Disponível em: https://www2.cead.ufv.br/espacoProdutor/files/cursos/2/cores.swf Acesso em 08 abr 2016.

[9] Foto das garrafas de vidro para iluminação natural. Disponível em: http://construindosustentavel.blogspot.com.br/2010/01/garrafas-na-parede.html Acesso em 09 abr 2016. Foto de captação de água de chuva: http://adesentupidoracuritiba.com.br/economize-agua-e-dinheiro-sistema-de-captacao-de-agua-da-chuva-e-maquina-de-lavar/ Acesso em 08 abr 2016.

[10] A bacia de evapotranspiração (BET) é uma solução funcionalmente simples, pois não faz o uso de processos mecanizados, e as estruturas são de fácil construção e operação, além de apresentam baixos custos para elaboração e implantação do projeto. Disponível em: http://www.emater.mg.gov.br/doc/intranet/upload/DETEC_Ambientaltvap_com_defluvio.pdf Acesso em 08 abr 2016.

embasado na técnica da taipa de mão, a previsão de utilização de tecnologias sociais e de alternativas que oferecem menor impacto ambiental.

A pesquisa utiliza a pesquisa participante permitindo que os estudantes reconstruam sua perspectiva crítica sobre as comunidades estudadas, a partir de análises, observações, apreensões e diálogos com a própria comunidade.A percepção dos pesquisadores é que,com a inserção de novos modos de vida e padrões de consumo, está havendo perda de identidade e desvalorização das culturas locais, gerando conflitos entre os moradores da ilha, aos moldes do que aponta Giddens (1991), em relação à perda da cultura tradicional que se faz pela imposição da cultura de massa, descontextualizada, globalizada.

Os estudantes passaram a compreender que estas técnicas estão sendo abandonadas, sem questionamento, cujas vantagens qualitativas e quantitativas como a rapidez de execução, o alto grau de eficiência ambiental, por exemplo, são ignorados como técnica construtiva pertinente e atual nos conteúdos acadêmicos, e não somente como característica de uma arquitetura vernácula. A técnica de taipa de mão vem sendo substituída por novos processos construtivos simplesmente por conta da imposição de novos padrões de consumo, muitas vezes inadequados para as localidades estudadas, como no caso de Moreré, havendo desvalorização da casa de taipa de mão e a valorização da casa de bloco cerâmico.

E não é simplesmente o abandono da técnica, mas a desvalorização da cultura construtiva local intrínseca de uma grande e histórica carga de pertencimento, identidade e costumes.

No decorrer do aprendizado da pesquisa, os estudantes modificaram seu pensamento inicial de que a taipa de mão era apenas uma técnica representativa da pobreza, e que ao compreenderem melhor seu processo construtivo e os modos de vida que a ele estão atrelados, alteraramsuas próprias convicções e,com a possibilidade de participação da construção de uma casa de taipa, a expectativa é alterar o próprio ambiente de pesquisa, identificando os equívocos e propondo soluções.

Tomando esta comunidade como estudo de caso e este projeto arquitetônico como referência, um estudante de engenharia civil desenvolveu seu trabalho de conclusão de curso no qual é realizada uma análise comparativa de custo da construção em taipa de mão e a de alvenaria comum. O trabalho de Faria (2016) apresenta o detalhamento dos quantitativos edas composições de custo e demonstra as vantagens econômicas de se utilizar a taipa de mão na localidade de Moreré, uma ilha, cujo transporte majora significativamente os materiais de construção. Trabalhos como este demonstram o interesse pelos estudantes pela temática.

A inserção e discussão deste tipo de técnica construtiva em meio acadêmico consiste em um novo direcionamento para a produção acadêmica, mais preocupada com a realidade social.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Canteiro, F.; Pisani, M. A. J. (2006). Taipa de mão: História e Contemporaneidade.aedificandi - revista de arquitetura e construção.Volume I. Nº 2. Outubro de 2006. p. 2-21. Disponível em: http://www.aedificandi.com.br/aedificandi/aedificandi_abertura.htm Acesso em: 17 mai. 2012.

Garzón, L. E. (2011). Técnicas mistas. In: Neves; C.; Faria O, B. (orgs). Técnicas de construção com terra. Bauru: FEB-UNESP/PROTERRA. Disponível em: http://redproterra.org/images/stories/pub_pdf/tecnicas_de_construcao_com_terra.pdf.Acesso em: 14 mai. 2016.

Faria, S. M.de A. (2016). Viabilidade das construções de terra para habitação rural de baixa renda. Monografia (Trabalho de conclusão de curso), Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

Giddens, A. (1991). As consequências da modernidade. 2ª ed. São Paulo: Ed. UNESP.

HALL, S. (2003). Pensando a diáspora: reflexões sobre a terra no exterior. In: SOVIK, L. (Org.). Da diáspora: identidade e mediações culturais. Belo Horizonte: Editora UFMG.

HALL, Stuart (2003). Da diáspora: identidades e mediações culturais. Belo Horizonte: Editora UFMG

Lopes, W. G. R.; Ino, A. (2000). Habitação em taipa de mão: Alternativa de construção mais sustentável.Encontro da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído –8º ENTAC, Anais.... Salvador. Disponível em: http://www.infohab.org.br/entac2014/2000/Artigos/ENTAC2000_662.pdf Acesso em: 16 mai. 2016.

Oliveira, E.F.; Jesus, V.S.; Siqueira, S.M.C.; Alves, T.A.; Santos, I.M.; Camargo, C. L. (2015).Promovendo saúde em comunidades vulneráveis: tecnologias sociais na redução da pobreza e desenvolvimento sustentável. Revista Gaúcha de Enfermagem. 36 (esp): 200-6. Disponível em: www.seer.ufrgs.br/revistagauchadeenfermagem. Acesso em: 15 mai. 2016.

Ramos, M. E. R.; Cunha Jr., H. (2006). Taipa como processo construtivo: o ensino cooperativo entre comunidades, arquitetos e engenheiros. Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia / Universidade de Passo Fundo – XXXIV COBENGE/UFP. CD-Rom. Passo Fundo. http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2006/artigos/11_53_331.pdf

Ramos, M. E. R.; Marques, A. S.; Dias, V. A.(2016). Qualidade da habitação como promoção de saúde em comunidades quilombolas. In: Camargo, L. C. (org.) Promovendo saúde em comunidades quilombolas. Alagoas: Ed. UFAL (no prelo).

Thiollent, M. (2005). Perspectivas da metodologia de pesquisa participativa e de pesquisa-ação na elaboração de projetos sociais e solidários. In: Lianza, S.;Addor, F. (orgs.). Tecnologia e desenvolvimento social e solidário. Porto Alegre: UFRGS Editora.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Prof.ª Dr.ª Climene Laura de Camargo, coordenadora geral do Projeto de Pesquisa “Utilização de Recursos Naturais no Desenvolvimento Tecnológico: Desenvolvimento de Comunidades Quilombolas”, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), pelo financiamento da pesquisa, e às comunidades de Moreré e Monte Alegre.

AUTORES

Maria Estela Rocha Ramos, 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 eprojetos comunitários. Atua como arquitetae professora em curso de Arquitetura e Urbanismo - UNIME/Lauro de Freitas-BA, onde atualmente também coordena o Escritório Modelo de Arquitetura e Urbanismo (EMAU) e o Programa de Iniciação Científica.

Louise Santos Braga de Oliveira, estudante do curso de Arquitetura e Urbanismo - UNIME/ Lauro de Freitas-BA, graduada em Publicidade e Propaganda pela UNIME / campus Lauro de Freitas. Realizou cursos de maquete eletrônica e, atualmente, é estagiária na 5Cinque Arquitetura e pesquisadora de iniciação cientifica com a temática habitações em comunidades quilombolas: utilização de alternativas ecológicas, sob orientação de Maria Estela Ramos.

Vinicius Carvalho Rosaneli, estudante do curso de Arquitetura e Urbanismo - UNIME/Lauro de Freitas-BA. Atualmente é colaborador voluntário da ONG Teto na função de líder de construção e de acompanhamento logístico e pesquisador de iniciação cientifica com a temática habitações em comunidades quilombolas: utilização de alternativas ecológicas, sob orientação de Maria Estela Ramos.

TerraBrasil 2016
VI Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Bauru-SP (Brasil), 8 a 12 de novembro de 2016
http://faacppgarq.wix.com/terrabrasil2016
PPGARQ/FAAC-UNESP

ENSINO EM CANTEIRO EXPERIMENTAL: CONSTRUÇÃO DE UMA TAIPA PIGMENTADA

Reginaldo Luiz Nunes Ronconi[1]; Marina Calegaro Neco[2]

Departamento de Tecnologia da Arquitetura, Laboratório de Culturas Construtivas, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP, SP, Brasil,
[1]ronconi@usp.br; [2]ninaneco@hotmail.com

Palavras-chave: arquitetura, canteiro experimental, construção com terra pigmentada, autonomia, opção construtiva.

Resumo

Esse artigo tem como foco descrever uma experiência que faz parte da proposta pedagógica implementada dentro do Canteiro Experimental e complementada com pesquisas desenvolvidas no Laboratório de Culturas Construtivas (LCC), ambos espaços didáticos da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAUUSP). Os processos pedagógicos que norteiam as atividades neles desenvolvidas oferecem aos estudantes a oportunidade de considerar o contexto ambiental, social e econômico nas dimensões teóricas e práticas. O artigo destaca a construção de uma parede de taipa, com a terra estabilizada com cimento e colorida com uso de pigmentos industrializados. O trabalho teve início na disciplina ministrada para a graduação, como optativa AUT 131, depois foi dada continuidade pelos pesquisadores do LCC, no intuito de compreender a maneira mais adequada de uso das fôrmas e de execução da taipa com rigor no desenho, resultante da composição de diversas cores em uma mesma parede. Foi necessária a aproximação dos envolvidos com a matéria-prima, através de testes de campo e de laboratório para entender sua composição e desempenho, experimentações da interação da terra com pigmentos de naturezas químicas diversas, e estudo do sistema construtivo da taipa de pilão e de possíveis adaptações. O trabalho resultou em uma tabela de proporções dos pigmentos e no desenvolvimento de uma fôrma, que permitiu a construção da parede com o controle preciso das camadas coloridas de acordo com o desenho almejado no projeto. Os resultados obtidos demonstram que este exercício, além de permitir um ganho na percepção da autonomia pelos autores envolvidos - alunos, pesquisadores, professores e técnicos - contribui efetivamente na formação de profissionais aptos a pensar a arquitetura em diversas realidades, inclusive nos locais, facilmente encontrados no Brasil, em que a terra pode tornar-se uma real opção construtiva.

1 INTRODUÇÃO

Há dezoito anos foi inaugurado, em sua atual configuração, o Canteiro Experimental da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAUUSP) (Ronconi, 2005). Sua proposta pedagógica é baseada na vivência dos estudantes no processo de elaborar soluções para situações-problema (Dale, 1969).

O recorte da questão é feito pelos estudantes que buscam organizar elementos para sua solução. Valoriza-se, nesse processo, integrar os conhecimentos/experiências trazidos pelos estudantes antes de sua passagem pelo vestibular com aqueles desenvolvidos já dentro do ambiente universitário. Segue-se, como referência a metodologia *problem based learnig* – PBL (Graaff, Cowdroy, 1997).

Durante esse período de vida do Canteiro Experimental percebeu-se a importância de criar um espaço, integrado ao Canteiro, que permitisse agregar o trabalho de reflexão feito em projetos de mestrado, doutorado e de extensão.

Construiu-se então, com o trabalho dos estudantes, uma abóbada derivada de uma curva catenária, com vão de 10 m e flecha de 3 m. Essa abóbada foi construída em alvenaria

armada e também é suporte de uma cobertura vegetal viva. Seu fechamento lateral é feito em taipa compactada até a altura de um peitoril. Na execução dessa taipa experimentaram-se alguns processos de pigmentação da terra, que, juntamente aos demais estudos, serão descritos neste artigo.

A experiência aqui descrita teve início na disciplina optativa para a graduação da FAUUSP denominada AUT 131 – Técnicas alternativas na construção, no ano de 2011. A proposta lançada de desenvolver uma linha de pesquisa acerca da taipa de pilão instigou um grupo de alunos a estudar as possibilidades para alterar as cores naturais com o uso de pigmentos industrializados. No decorrer da disciplina foram desenvolvidos testes, sendo um pigmento processado industrialmente à base de óxido de ferro (comercialmente conhecido como "pó xadrez") o que atingiu o efeito desejado pelo grupo.

Este trabalho mostra a continuidade, em 2013, desta pesquisa, agora com um novo objetivo: construir uma parede de taipa, cujas camadas de compactação recebessem pigmentos de variadas colorações e que seguissem um desenho preciso.

Para garantir a exata disposição das camadas coloridas, foi necessário realizar adequações na forma tradicional, desenvolvendo-se um sistema de placas separadoras para permitir a variação de cor em uma mesma camada de compactação.

2 DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

A fim de utilizar os solos mais adequados como base, tanto para a realização da pesquisa de cor, como para a construção da parede, garantindo assim a eficiência da mesma, alunas da graduação estudaram primeiramente a composição e adequação dos solos disponíveis para a construção da parede através de testes de campo, realizados no próprio canteiro, e de ensaios de laboratório.

Os procedimentos foram: escolha do solo (através de testes de campo e de laboratório), estabilização com cimento e areia, pigmentação, desenvolvimento de nova fôrma para alcançar o desenho desejado, e, por fim, construção da parede de taipa de pilão.

Estavam disponíveis no Canteiro Experimental da FAUUSP três tipos de solos, que foram denominados: "solo vermelho", "solo marrom" e "solo amarelo".

Inicialmente foram feitos testes de campo, táteis-visuais a fim de reconhecer a composição e as características dos solos disponíveis.

2.1 Testes de Campo

Os testes de campo foram realizados no próprio canteiro experimental, seguindo orientações da apostila "Seleção de solos e métodos de controle na construção com terra – práticas de campo", da Rede Ibero-americana PROTERRA (Neves et al, 2010). Foram recolhidas amostras dos solos disponíveis e realizados os testes (figura 1): teste do vidro (granulometria que dá ideia da quantidade de areia, silte e argila na amostra analisada), teste de exsudação (que avalia a plasticidade da terra em função de sua capacidade de reter água), teste da fita (relaciona a plasticidade com o tipo de terra), teste da resistência seca (que busca identificar o tipo de terra de acordo com sua resistência), teste do rolo (avalia a quantidade de argila contida na terra), teste da caixa (que mede a retração linear do solo e verifica se é um solo indicado para a construção de paredes monolíticas de solo-cimento). A pequena experiência na identificação dos resultados dos testes realizados no campo acentuou a necessidade de trabalhar amostras em laboratórios especializados.

Figura 1. Testes de campo

2.2 Ensaios de Laboratório

A necessidade de obter valores precisos e garantir a eficiência da construção levou o grupo a procurar laboratórios para a realização de caracterização dos solos (figura 2). Inicialmente os próprios alunos envolvidos no trabalho utilizaram o Laboratório de Mecânica dos Solos (LMS) da Escola Politécnica da USP para conhecer os testes necessários. Posteriormente, recorreram à Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP, que possui laboratório dotado de equipamentos para caracterizar o solo de acordo com as recomendações da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, e de profissionais aptos a realizar todo este processo. Desta forma, foram realizados todos os testes indicados, como: granulometria, teor de umidade, limite de liquidez e limite de plasticidade.

Figura 2. Ensaios de laboratório

Ao final dos testes foi produzido o relatório de caracterização dos solos, sendo possível realizar uma análise precisa acerca da eficiência de cada um para a construção da parede em taipa de pilão. Os ensaios foram realizados pela ABCP em 2013, e, de acordo das suas características físicas, as amostras foram classificadas segundo a ASTM D 3282 (1993). Desta forma, o solo vermelho foi classificado como A-4 (solo siltoso que apresenta um bom desempenho como sub-base), o solo amarelo como A2-6 (solo granular que apresenta um bom desempenho como sub-base), solo marrom como A-6 (solo argiloso que apresenta um fraco desempenho como sub-base).

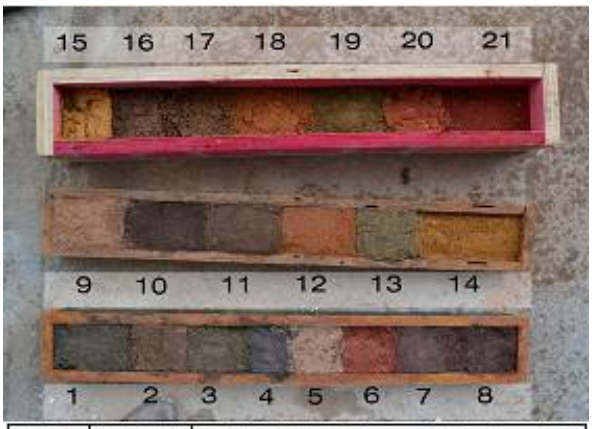
Assim, dos três solos estudados, dois com desempenho melhor para sub-base foram selecionados: solo vermelho e solo amarelo, para posteriormente serem estabilizados com o acréscimo de cimento. Uma vez determinada a granulometria dos solos, adicionou-se areia, para atingir a proporção de 70%, e cimento, em percentuais entre 9% e 11%, seguindo orientações de dosagem da ABCP (2004).

Estando o solo pronto para o apiloamento, foi possível estabelecer o controle de duas das três variáveis que influem na coloração final da terra: cor natural e quantidade de areia e cimento a serem acrescidos para torná-la estável.

2.3 Pigmentação

Para controlar a coloração da terra (terceira variável do projeto), trabalhou-se com o pigmento industrializado à base de óxido de ferro (no caso, pó xadrez).

Fixou-se uma quantidade da mistura previamente corrigida, preservando a origem dos diferentes solos e essas bases iniciais foram combinadas com quantidades variáveis de pigmentos até atingir as cores desejadas. Com esse procedimento elaborou-se uma tabela relacionando os solos e as massas dos pigmentos utilizadas para formar cada uma das cores. Finalizadas as experimentações, as cores obtidas foram numeradas (Figura 3) e as que geraram maior interesse no grupo foram escolhidas para compor a parede final, adaptando o traço ao novo volume final de terra.



COR	BASE*	PIGMENTO (em g/L de terra)		
		AMARELO	VERMELHO	PRETO
1	TA	–	–	20
2	TA	–	10	10
3	TA	–	–	15
4	TA	–	5	15
5	TV	–	–	–
6	TV	–	10	–
7	TV	–	10	5
8	TV	–	10	10
9	TV	–	–	–
10	TV	7	7	7
11	TV	10	5	5
12	TV	15	5	–
13	TV	15	–	5
14	TV	20	–	–
15	TA	–	–	–
16	TA	7	7	7
17	TA	10	5	5
18	TA	15	5	–
19	TA	15	–	5
20	TA	–	10	–
21	TV	–	15	–

Figura 3. Cores obtidas com a pigmentação
*TA- terra amarela / TV- terra vermelha

2.4 Projeto

Uma vez selecionadas as cores, definiu-se o projeto da composição das mesmas na parede de taipa de pilão, a ser construída conforme a Figura 4**.** O projeto consistiu em construir uma parede de taipa que funcionasse como fechamento na altura do peitoril para a abóbada já existente do canteiro experimental, com as seguintes dimensões: comprimento de 6,70 m, 0,30 m de largura e 0,90 m de altura.

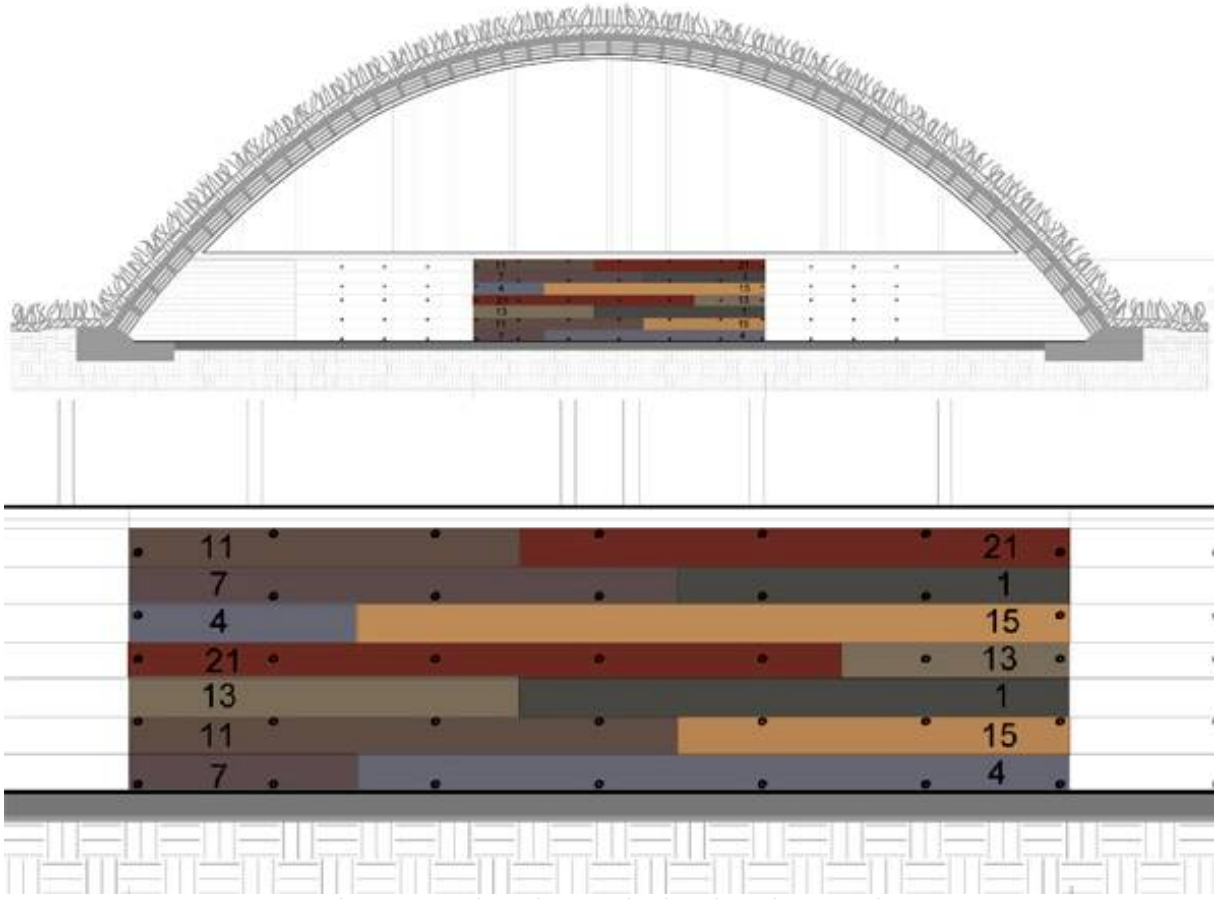


Figura 4. Projeto da parede de taipa pigmentada

Esta parede seria dividida, em elevação, em três partes: as extremidades feitas apenas com o solo corrigido com areia e cimento, sem acréscimo de pigmento, e o segmento central que seria uma composição das diversas cores escolhidas.

Este retângulo colorido na fachada foi composto por faixas horizontais, sendo cada uma delas dividida em duas cores, que partiriam da extremidade evoluindo em direção ao centro, de modo que o encontro entre as cores da camada de cima e da camada de baixo não coincidissem. Esse encontro alternado e variado entre as cores organizava a proposta de expressão plástica desejada para essa construção.

2.5 Fôrmas

A última etapa do trabalho que antecede a compactação foi o estudo das fôrmas para que garantissem o desenho proposto. As paredes laterais, de cor natural da terra, foram feitas reutilizando as fôrmas já existentes no Canteiro Experimental, construídas para exercícios anteriores. Porém, foi necessária a construção de uma nova fôrma para a parte central, de tamanho um pouco maior que as anteriores e projetada de modo a viabilizar a alternância das faixas coloridas.

As fôrmas já existentes eram compostas por duas placas grandes de madeira compensada plastificada, com espessura de 20 mm. Essas placas, cortadas na dimensão de 250 cm por 54 cm, receberam linhas verticais de furos a cada 30 cm, por onde passavam as hastes roscadas de ferro galvanizado, tubos de PVC e parafusos responsáveis por manter a fôrma fixa e estável. Possuíam ainda duas placas de madeira laterais que delimitavam o fim das paredes a serem compactadas.

A nova fôrma, projetada especialmente para a construção do projeto de pigmentação já exposto acima, utilizou os mesmos materiais e princípios das fôrmas antigas, com o diferencial de que foram feitos, em sua extensão, vincos verticais, de 20 mm de largura por 5 mm de profundidade, para encaixar uma placa separadora, que seria responsável por dividir a camada a ser construída em duas partes, correspondente a duas cores. Deste modo, encaixava-se a placa na linha divisória correspondente ao projeto daquela camada de terra e tapava-se os rebaixos não utilizados naquela etapa com sarrafos de madeira na altura aproximada da camada finalizada (12 cm), evitando assim que a terra ao ser compactada entrasse nos rebaixos e que a taipa ficasse marcada pelos mesmos (Figura 5).

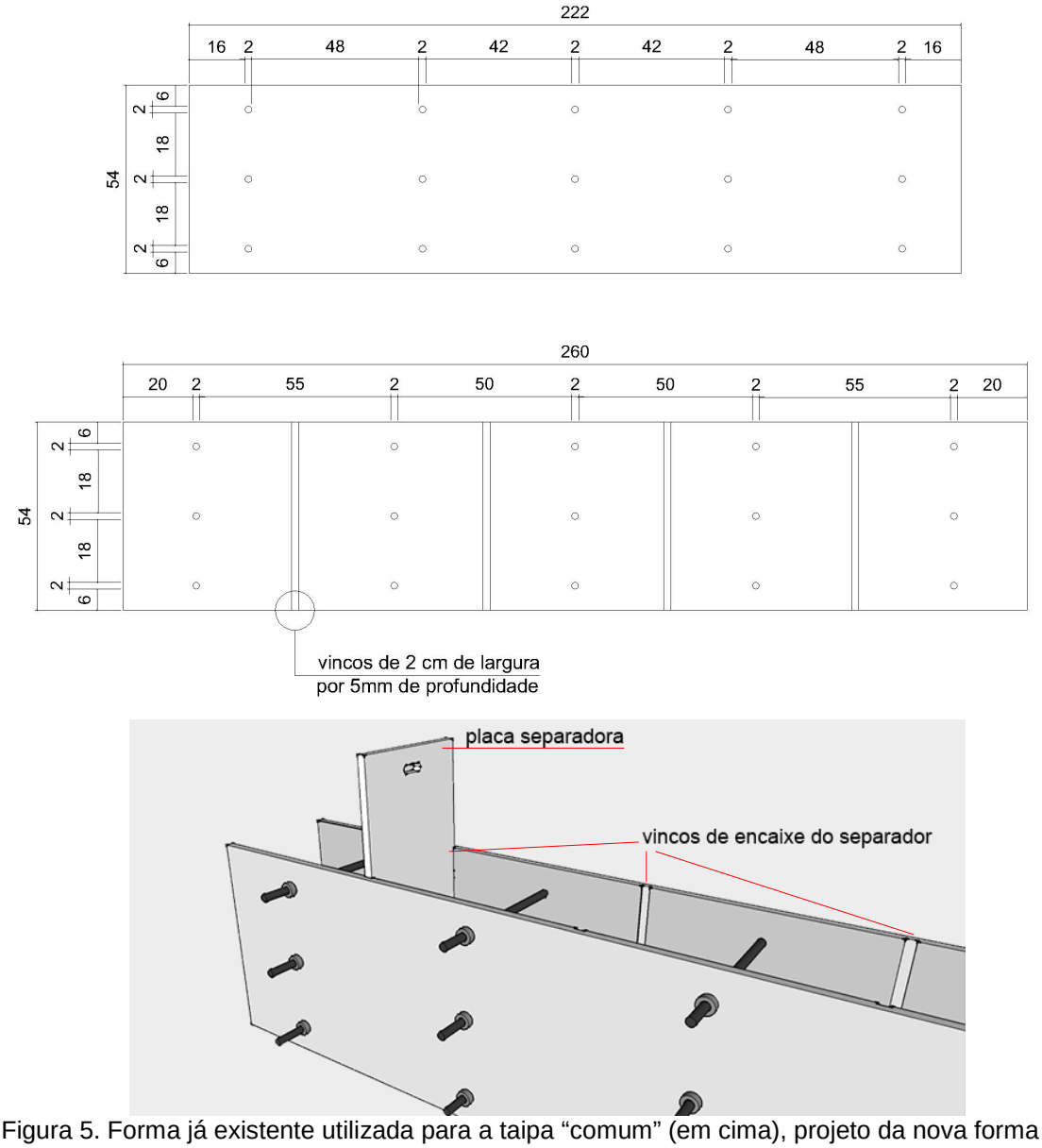


Figura 5. Forma já existente utilizada para a taipa “comum” (em cima), projeto da nova forma com vincos para a taipa colorida (meio) e perspectiva ilustrativa (embaixo) – medidas em centímetros

2.6 Compactação

A umidade ótima foi estimada usando método visual e tátil conforme recomendado em Taveira (1967). A sequência construtiva da parede colorida foi a seguinte: calcular o volume da “faixa” de terra, dividir este volume em três partes, sendo que, observando em planta, dois terços do volume total seriam coloridos e colocados nas partes externas da parede, e um terço continuaria na cor natural (sendo apenas estabilizado com cimento) para ser colocado no “miolo” da parede a ser construída, de modo a economizar pigmento (Figura 6).

Feita a mistura, a placa separadora da fôrma foi posicionada de acordo com o projeto, os demais vincos foram fechados com sarrafos, as porções coloridas de terra foram colocadas nos cantos e a de cor natural no meio, formando um volume de altura de 20 cm, que depois de compactado se reduziu a aproximadamente 12 cm.

Compactada esta faixa colorida, a placa delimitadora foi retirada e uma nova mistura de cor foi feita e usada para completar a fiada, da mesma forma que a primeira: com terra estabilizada e pigmentada nas extremidades e terra estabilizada de cor natural no centro da camada.

Figura 6. Método de economia de pigmento (à esquerda em cima), parede em processo de construção (à direita em cima) e resultado da pigmentação (embaixo)

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O exercício descrito neste artigo envolveu a dedicação dos estudantes em todos os aspectos do trabalho com a terra. Desde sua obtenção, passando pela sua classificação, seleção, correção e estabilização. Incorporou aspectos de alteração da coloração, identificação de novas necessidades a serem respondidas pelas fôrmas, além da utilização de compactação mecanizada.

Nesse processo, os estudantes buscaram o auxílio de laboratórios para compreender a caracterização dos solos e puderam entender as condições que permitem o uso dos testes de campo.

Experimentaram, com o próprio trabalho, a possibilidade real de utilizar a terra como material de construção sem abrir mão de buscar realizar aquilo idealizado no projeto. Vivenciaram a busca da percepção da autonomia, que é uma das premissas do Canteiro Experimental da FAUUSP.

A escolha da terra como material de construção depende apenas, como de certo dependem todos os outros materiais, do contexto de sua aplicação. O uso da terra, neste exercício, permitiu uma interação imediata entre o estudante (aqui projetista e construtor) e o material. E não foi uma interação apenas com os aspectos quantitativos do material, pois foi necessário agir em todas as fases de transformação do material.

O maior saldo do exercício ultrapassa o conhecimento do material nos seus diversos aspectos e aponta para a satisfação de ter recortado corretamente um problema (ou vários) e ter conseguido organizar as soluções de forma integrada e convergente para o projeto inicial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American Society for Testing and Materials (1993). ASTM D 3282. Standard Classification of soils and soils-aggregate mixtures for highway construction purposes.

Associação Brasileira de Cimento Portland (2004). Dosagem das misturas de solo-cimento - normas de dosagem e métodos de ensaios. 3.ed, São Paulo: Editora Atual.

Dale, Edgar (1969). Audio visual methods in teaching. New York: Holt Rinehart & Winston

Graff, Erik de; Cowdroy, Rob (1997). Theory and practice of educational innovation through introduction of problem-based learning in architecture. Int. J. Engng Ed., Vol. 13, No. 3, p.166-174, Great Britain: Tempus Publications

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. Acessado em 11/3/2013.

Ronconi, Reginaldo Luiz Nunes (2005). Canteiro experimental – uma proposta pedagógica para a formação do arquiteto e urbanista. Revista Pós, n° 17, p. 142-158 São Paulo: FAU USP.

Taveira, E. S. N. (1967). O solo-cimento no campo e na cidade – Construir, morar, habitar. São Paulo: Editora Ícone Ltda.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a professora doutora da USP e também coordenadora do Laboratório de Culturas Construtivas Erica Y. Yoshioka, pelo acompanhamento de todo o trabalho e pelo apoio sempre que necessário; ao Laboratório de Mecânica dos Solos da Poli USP (LMS), pelas visitas e realização das imagens dos equipamentos de ensaio; a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) e ao técnico Rubens, pela realização dos ensaios com os solos e pelas diversas explicações concedidas; aos demais alunos que iniciaram a pesquisa sobre pigmentação na disciplina AUT131 em 2011: Natalie Friaza, Ana Paola Salviano e Paula Flumian Soubia; a aluna de graduação Ana Carolina da Costa pelo auxílio nos testes de campo e de pigmentação; a todos os membros do

Laboratório de Culturas Construtivas (LCC) pelas discussões, ideias, projetos e colaboração durante o processo: Francisco Barros, Tomaz Lotufo, Paula Noia, Carlos Guerra, Juliano Fernandes M. da Costa, Mirella Nass Ruggiero e Romerito Fonseca Ferraz.

AUTORES

Reginaldo Luiz Nunes Ronconi, professor doutor da Universidade de São Paulo, na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Tem experiência na área de Arquitetura e Urbanismo, com ênfase em assessoria a comunidades organizadas: autogestão, habitação de interesse social, projeto participativo. É idealizador do Canteiro Experimental da FAU USP, coordena o LCC - Laboratório de Culturas Construtivas. Currículo completo em: http://lattes.cnpq.br/3543139478274758

Marina Calegaro Neco, arquiteta e urbanista formada pela Universidade de São Paulo. Membro do LCC – Laboratório de Culturas Construtivas, no qual desenvolveu pesquisas relacionadas à taipa de pilão.

TerraBrasil 2016
VI Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
Bauru-SP (Brasil), 8 a 12 de novembro de 2016
http://faacppgarq.wix.com/terrabrasil2016
PPGARQ/FAAC-UNESP

POESIA, MÃO NA MASSA E APRENDIZADO

Karin Fernanda Schwambach

Arquiteta Urbanista, kakadourados@gmail.com

Palavras-chave: capacitação, canteiro experimental, técnica mista, pau a pique, sustentabilidade

Resumo

A I Mostra UNIGRAN DECOR foi um projeto de extensão acadêmica realizado pelo Curso de Arquitetura e Urbanismo juntamente com outros cursos do Centro Universitário da Grande Dourados (UNIGRAN). Este artigo refere-se ao trabalho da sala principal que, em conformidade ao tema da mostra, o poeta Manoel de Barros, construiu coletivamente uma parede de pau a pique, estruturada em paletes de madeira e preenchida com massa em terra. O objetivo do trabalho foi permitir a prática dos participantes do projeto à execução, remetendo a experiência de um canteiro experimental; fazer esta parede ser um elemento instrutivo e disseminador da técnica por meio da execução e visitação; romper barreiras e pré-conceitos de pessoas que associam tal técnica às áreas rurais ou para habitações de interesse social. Este trabalho iniciou-se em junho de 2015 e perdurou até a exposição realizada no mês de novembro, aberta ao público em geral. Os principais resultados obtidos foi que a atividade prática contribuiu com o entendimento global de construção para o acadêmico, que o reuso de palete economizou gastos com estrutura, porém o preenchimento da parede ocupou muito massa e mais dias. A parede ficou uniforme, mas nota-se um barulho oco ao bater com a mão fechada no reboco. O reboco ficou com 1,5 cm a 2 cm, que contribuiu para surgimento de fissuras com abertura de 3 mm no sentido madeira. O testemunho do processo desenvolveu mofo na palha, sendo necessário borrifar água sanitária + água, 2:1. Como conclusão, nota-se que este trabalho veio contribuir com as práticas de ensino na formação acadêmica, uma vez que não é usual canteiros experimentais neste curso. Além disso, oportunizou o ensino de técnicas de construção de terra, que normalmente não são inclusas nas grades curriculares. Fomentou a leitura e o interesse sobre o tema. Permitiu que pessoas dos mais diversos públicos visualizassem essa experiência, contribuindo para disseminar diferentes formas de construção.

1 INTRODUÇÃO

Dourados está localizada ao sul de Mato Grosso do Sul, com aproximadamente 210 mil habitantes (censo 2010), sendo considerado um polo regional de comércio e serviços. Apresenta economia baseada no agronegócio, e recentemente também é considerado um centro universitário, movimentando a dinâmica urbana com duas universidades públicas, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) e Universidade do Estado de Mato Grosso do Sul (UEMS), e duas particulares, Centro Universitário da Grande Dourados (UNIGRAN) e Faculdade Anhanguera de Dourados.

A I Mostra UNIGRAN DECOR foi um projeto de extensão acadêmica realizado por três cursos da Faculdade de Ciências Humanas e Sociais da UNIGRAN: Arquitetura e Urbanismo, Artes Visuais, Design de Interiores que visou aproximar as práticas profissionais das áreas envolvidas a população local.

A intenção do trabalho foi de projetar e executar ambientes de uma residência, trabalhando as composições de materiais, mobiliários, iluminação, texturas, envolvendo apoio de comerciantes de áreas afins.

O desafio também está em interpretar, nos ambientes, as obras do poeta mato-grossense Manoel de Barros[1].

A filosofia deste poeta, de carácter regionalista, é trazer para o primeiro plano as coisas consideradas pouco importantes para a maioria das pessoas. Ao estudar sua obra foi encontrada a poesia “Seis ou treze coisas que aprendi sozinho” (1989), na qual o autor relata um elemento arquitetônico, a parede. Ele conduz o leitor a enxergar a parede além de sua função impeditiva de barreira. Ele a descreve como um elemento que pode ser descoberto, que revela estórias, segredos e vivências.

> Que a palavra parede não seja símbolo
> De obstáculos à liberdade
> nem de desejos reprimidos
> nem de proibições na infância
> etc. (essas coisas que acham os reveladores de arcanos mentais)
> Não.
> Parede que me seduz é de tijolo, adobe
> Preposto ao abdômen de uma casa.
> Eu tenho um gosto rasteiro de ir por reentrâncias
> Baixar em rachaduras de paredes
> Por frinchas, por gretas – com lascívia de hera.
> Sobre o tijolo ser um lábio cego.
> Tal um verme que iluminasse. (Barros, 1989, p.34)

A arquitetura regionalista da região de Dourados apresenta fortemente a presença da construção de terra nas edificações rurais e do início da cidade, assim como é apresentado na figura 1.

Figura 1: Fazenda Amparo, propriedade de Francisco Xavier Pedroso, 1885
Fonte: Acervo fotográfico do Museu Dourados

Durante a I Mostra UNIGRAN DECOR, propôs-se construir uma parede de pau a pique na sala principal da mostra, visando a mensagem que ela pode transmitir. A parede representa uma manifestação da cultura local, e sua construção, com participação coletiva e com utilização de recursos locais, narra o processo e a história local.

[1] Manoel Wenceslau Leite de Barros, poeta mato-grossense, nascido em Cuiabá, 19 de dezembro de 1916 e falecido em Campo Grande, 13 de novembro de 2014.

2 OBJETIVO

Os objetivos do projeto da I Mostra UNIGRAN DECOR foram:

- permitir a prática dos participantes em todos processos, do projeto a execução, remetendo a experiência de um canteiro experimental;
- homenagear o poeta Manuel de Barros, oportunizando um contato mais íntimo dos visitantes com sua obra.

Os objetivos do uso do pau a pique como elemento regionalista na sala principal foram:

- construir de maneira colaborativa um elemento instrutivo e disseminador da técnica por meio da execução e visitação;
- romper barreiras e pré-conceitos de pessoas que associam tal técnica às construções em áreas rurais ou para habitação de interesse social;
- fomentar a disseminação de seu uso de maneira variada;
- experimentar uma proposta para construção de menor impacto ambiental.

3 DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

Para este trabalho, participaram 15 acadêmicos do curso de Arquitetura e Urbanismo (4° e 6° semestre) sob orientação de dois professores[2] do mesmo curso. O trabalho iniciou em julho de 2015, com reuniões para desenvolvimento da proposta arquitetônica, e a partir do fim de agosto de 2015 com atividades práticas na obra.

Para execução da parede de pau a pique, foram feitos teste de identificação da terra no laboratório de Mecânica dos Solos da UNIGRAN[3].

3.1 Identificação da terra

Para identificação da terra, adotaram-se os procedimentos descritos em Seleção de solos e métodos de controle na construção com terra – práticas de campo da Rede PROTERRA, (Neves et al, 2010), cujos resultados são apresentados na tabela 1.

Garzón (2011) recomenda para construção de pau a pique (técnica mista) utilizar terra com 50% de areia para dar estabilidade à parede; silte não superior a 30%; e menciona que a argila é o principal elemento de coesão do solo, o que permite aderência a fibras, sendo importante selecionar terras com aproximadamente 20% de argila.

Assim sendo, observa-se que a terra selecionada apresenta valor mais elevado de argila e menos presença de areia, sendo necessário então adicionar areia e palha para obter maior estabilidade na construção.

[2] Prof. Msc. Karin Fernanda Schwambach e Prof. Esp. Milton Capetta Jr.

[3] Sob supervisão do Prof. Dr. Mateus Secretti, responsável pela disciplina de mecânica dos solos.

Tabela 1: Identificação da terra

Nome da amostra		Dourados 1
Localização		Dourados/MS
Data de coleta		02/09/2015
Data de execução		25/09/2015
Teste		Interpretação
Tátil-visual	Tamanho de partículas	Terra argilosa
	Cor	Cor escura voltada ao vermelho
	Brilho	Brilhante
	Tato-textura	Ao esfregar na mão umedecido, não se escuta som, é suave
Identificação da terra por inspeção tátil-visual		Terra argilosa - Textura fina. Quando está seca, se fratura em pedaços resistentes; em estado úmido, é plástico e se agarra aos dedos. É difícil de pulverizar.
Queda da bola		Ficou intacta – argiloso
Vidro - % de areia, silte e argila		20% areia; 20% silte; 60% argila
Indicação de técnicas construtivas pelo teste do vidro		
Cordão		Cordão longo sem rompimento
Fita		Fita longa – muita argila, terra de alta plasticidade
Exsudação		Muito lenta – não houve mudança notável
Resistência seca		Grande resistência – não se pulveriza – solo inorgânico de alta plasticidade
Identificação da terra e de técnicas construtivas		Possível usar para fabricação de adobes com adição de fibras e barreamento de técnicas mistas
Identificação da terra e de técnicas construtivas		Argila e argila plástica. Técnica recomendada: apropriado para adobe e técnicas mistas Estabilizante mais apropriado: palha ou outro tipo de fibra
Rolo		Não foi realizado
Caixa		Não foi realizado

3.2 Técnica mista

De acordo com Garzón (2011), as técnicas mistas são técnicas construtivas que envolvem um sistema estrutural: estrutura mestra portante e auxiliar, também denominada entramado; e o preenchimento destes com terra. A autora também ressalva a importância de conhecer as propriedades dos materiais a serem utilizados.

Para construção da parede interna da sala em pau a pique, partiu-se da solução adotada no projeto da Casa Suindara (Perrin, Ferreira, 2014) que utilizou painéis de paletes de madeira de descarte industrial como estrutura mestra auxiliar para receber o preenchimento em terra.

Propôs-se um sistema de estrutura fixo na parede, porém distante aproximadamente 15 cm, a fim de evitar umidade com a alvenaria existente. Os painéis formam a estrutura mestre e a trama para preenchimento da massa. Para isolá-los da parede, foi necessário vedar

completamente os fundos da estrutura mestre desmontando e reposicionando as ripas de palete (figuras 2 e 3).

Com a finalidade de tornar-se um elemento instrutivo, optou-se por deixar o testemunho de cada parte da execução, incorporando no projeto decorativo e tornando-o um quadro com moldura.

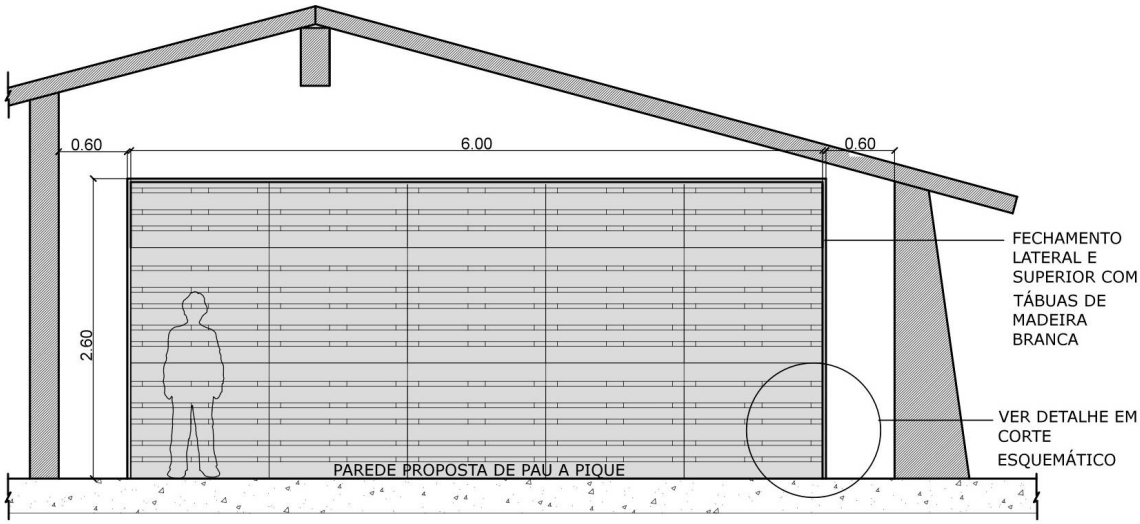


Figura 2: Vista frontal da parede proposta para o pau a pique.

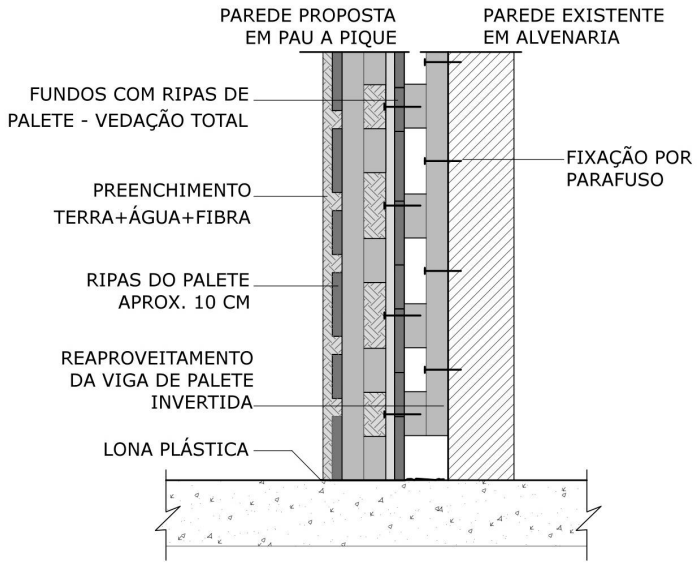


Figura 3: Corte esquemático da fixação da estrutura de palete para o pau a pique.

As etapas para a execução da parede foram:

- Etapa 1 – preparo estrutura com reaproveitamento de palete. Processo: despregar ripas, montar painéis e prender na parede. (figura 4)
- Etapa 2 – preenchimento com a mistura de terra, areia, palha e água. A mistura foi preparada com os pés, e, a seguir, procedeu o barreamento, que corresponde ao preenchimento da estrutura com o barro (a mistura). A proporção da mistura utilizada foi de 3:1:4 (terra:areia:palha). Utilizou-se o carrinho de mão como medida (44L), e para preencher por completo a primeira camada, foram usados 6 receitas e 4 dias de mutirão com seis acadêmicos do grupo presentes. Ao secar, notou-se o aparecimento de

rachaduras, com aproximadamente 3 mm, que seguiam longitudinalmente as vigas de madeira. (figuras 5 e 6)

- Etapa 3 – aplicação do reboco grosso de terra, areia e palha, na proporção de 1:3:1/4. Foi adicionado baba de cactos (1kg:4L de água), 1/2 balde de cinza e 1/2 balde de cal. Para melhor aplicação desta etapa, foi contratado um pedreiro. Como a superfície da parede estava irregular devido o barreamento, ele buscou nivelar a parede aplicando um camada de 1,5 cm à 2 cm de espessura, dando acabamento com a régua niveladora. Na secagem surgiram outras fissuras no sentido longitudinal, mesmo das ripas de madeira. (figura 7)
- Etapa 4 – Para o preenchimento das fissuras, foi feito uma mistura de terra e areia na proporção de 1:1. Este trabalho resultou uma parede totalmente riscada com duas cores das misturas. Buscando a uniformização da cor, preparou-se outra massa, mais líquida (nata), com terra, areia, cal e água. Após secagem, observou-se ainda as variações de cor. Visando clarear e uniformizar o tom da cor da parede, foi aplicada uma segunda demão, de terra e areia, na proporção 1:1, e foi adicionado 25 kg de cal (figuras 8 e 9)
- Etapa 5 – O acabamento foi feito com tinta de terra: terra, cal, água com baba de cactos, pigmento preto na proporção 8:8:3 (terra:água:cola PVA), e pigmento adicionado até obter a cor desejada. Foram aplicadas duas demãos, e sobrou aproximadamente quatro litros de tinta preparada (figura 10)

Figura 4: Etapa 1 - Estrutura em paletes de madeira fixada na parede de alvenaria.

Figura 5: Etapa 2 - Preparo da mistura com os pés

Figura 6: Etapa 2 – Barreamento - preenchimento da estrutura com massa de terra.

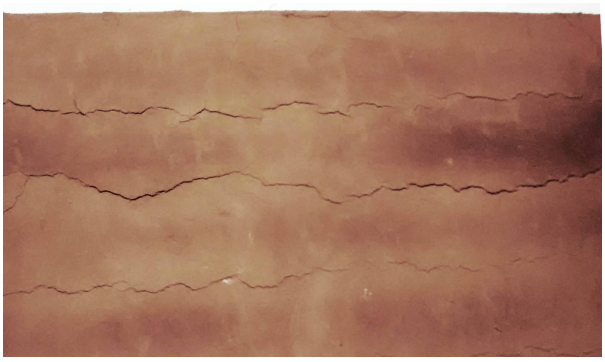


Figura 7: Etapa 3 – Fissuras do reboco pós-secagem.

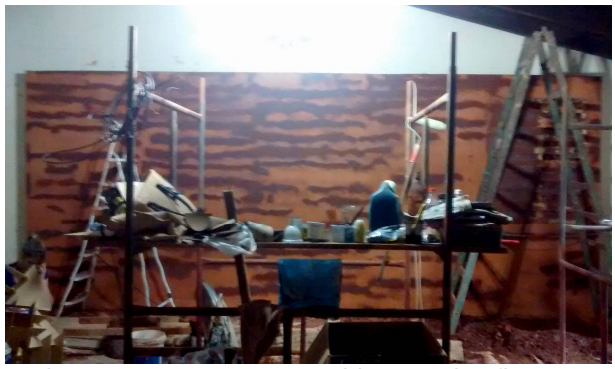


Figura 8: Etapa 4 - Preenchimento das fissuras

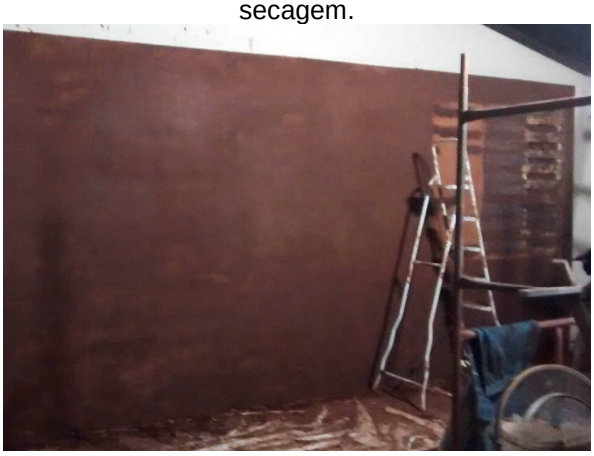


Figura 9: Etapa 4 – Uniformização da cor

Figura 10: Etapa 5 – Pintura final

Figura 11: Ambiente finalizado (Crédito: Punto Aureo Fotografia)

Figura 12: Ambiente finalizado (Crédito: Andressa Pontes Fotografia)

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O reaproveitamento de paletes, por um lado economizou gastos com estrutura, por outro utilizou mais material para ser preenchido, uma vez que, para agilizar o trabalho, optou-se por não modificar a forma do palete, montando somente os fundos. Assim, criou-se uma caixa com aproximadamente 12 cm de largura de vão interno para ser preenchido com o barro, que exigiu mais material e mais dias de trabalho.

Conclui-se que houve um desperdício de material, tempo e mão de obra. Recomenda-se que, ao utilizar paletes, convém desmontá-los e utilizar as peças de madeira para criar novos painéis, mais finos e estreitos para o preenchimento.

Além disso, outra decisão para agilizar o processo foi o de utilizar as ripas disponíveis no mercado, que tem largura aproximada de 10 cm. No resultado final, observa-se a uniformidade visual, porém ao bater com a mão fechada no reboco, é possível escutar um som oco. Estima-se que este som é devido a largura das ripas de madeira, que prejudicam adesão da mistura. Segundo Garzón (2011), no pau a pique, o entramado não tem função de vedação, mas a de segurar e estruturar o barro. Assim sendo, finas mais ripas atenderiam mais adequadamente essa função, permitindo maior distribuição da madeira no entramado.

Outro fator que gerou tal resultado foi que na tentativa de nivelar a parede de uma só vez, a dimensão do primeiro reboco grosso, atingiu de 1,5 cm a 2 cm, dificultou a secagem e contribuiu para surgimento de rachaduras na parede. Criaram-se fissuras com abertura de 3 mm no sentido longitudinal da madeira. Para evitar esta situação, é recomendável aplicar camadas mais finas de reboco, alterando a granulometria dos materiais do mãos grosso para mais fino até o acabamento desejado.

Devido a alta umidade consequente do período chuvoso, o testemunho das etapas desenvolveu fungo, um mofo superficial na palha que ficou aparente. Para eliminar, foram

feitos dois testes: a) borrifar água sanitária diluída em água, na proporção de 2:1; b) borrifar vinagre (ácido acético) diluído em água, na proporção de 2:1. Ambas soluções exterminaram os fungos. No restante da parede que recebeu o reboco com cal, não houve indícios de fungos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho contribuiu com as práticas de ensino na formação acadêmica, uma vez que não é usual canteiros experimentais neste curso. Além disso, proporcionou a oportunidade do ensino de técnicas de construção com terra, não inclusas nas grades curriculares. Contribuiu com o entendimento global de construção para o meio acadêmico.

Em depoimentos dos alunos que participaram, a aceitação da atividade foi muito positiva, apesar de perceberem da falta de suporte da própria instituição em material, ferramentas, água, banheiros, e falta de flexibilidade para conciliar esta atividade extra com as demais disciplinas do curso.

Ainda segundo os alunos, esta experiência ampliou a visão deles na construção civil, identificando oportunidades de se trabalhar com outros materiais além dos usuais, alvenaria e concreto, estudados com mais profundidade no curso.

Durante a exposição, era notável a identificação dos visitantes com a técnica construtiva, uma vez que muitas pessoas têm antepassados que moravam na região em casas de pau a pique. A mostra permitiu que o público diversificado visualizasse a experiência oferecida pela academia, contribuindo para resgatar essa técnica e romper com preconceitos de assimilação ao passado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barros, M. (1989). Seis ou treze coisas que eu aprendi sozinho. p.34. In: O guardador de águas. São Paulo: LEYA, 2013.

Garzón, L. E. (2011). Técnicas mistas.. In: Neves, C.; Faria, O. B. (Org.). Técnicas de construção com terra. p. 62-71. Bauru, SP: FEB-UNESP/PROTERRA. Disponível em http://www.redproterra.org. Acessado em 20/5/2016.

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. Acessado em 10/5/2016.

Perrin, A. G.; Ferreira, T. L. (2014). Casa Suindara. Sobre seus materiais e sistemas construtivos. Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 5, Viçosa. TerraBrasil 2014: Anais ... Viçosa: Rede Terra Brasil; UFV, 1 CD-ROM

AGRADECIMENTOS

Agradeço a coordenação do curso de Arquitetura e Urbanismo da UNIGRAN, aos colaboradores que estiveram diretamente relacionados a este trabalho; ao Prof. Msc. Mateus Luiz Secretti do Laboratório de Solos da UNIGRAN pela orientação dos ensaios de solo; ao Prof. Esp. Milton Capetta Jr; e especialmente aos acadêmicos que abraçaram esta causa Andressa P. Cardoso; Ariela C. da Silva; Camila S. Guimarães; Giovana Menezes; Gislene D. B. de Almeida; Henrique R. Batista; Jéssica D. Santos; Leonardo C. L. Dias; Naiara D. C. Cruz; Patricia T. Sarabia; Patricia T. Osaku; Paula L. P. Reis; Paulo S. Q. Sobrinho; Renan S. de Aquino; Waldir N. Sell

AUTORA

Karin Fernanda Schwambach, mestre em planejamento urbano e regional pela Bauhaus Weimar Universität; arquiteta urbanista graduada na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul; trabalha com projeto e execução de arquitetura de baixo impacto ambiental (ATC arquitetura e construção com terra, bambu, reuso de materiais descartados). Currículo completo em http://lattes.cnpq.br/1588418664703791.

Trabalhos relacionados com a prática da construção com terra. As informações são basicamente as visuais (croquis, desenhos técnicos, fotografias, etc) e as descritivas dos materiais e técnicas utilizados.

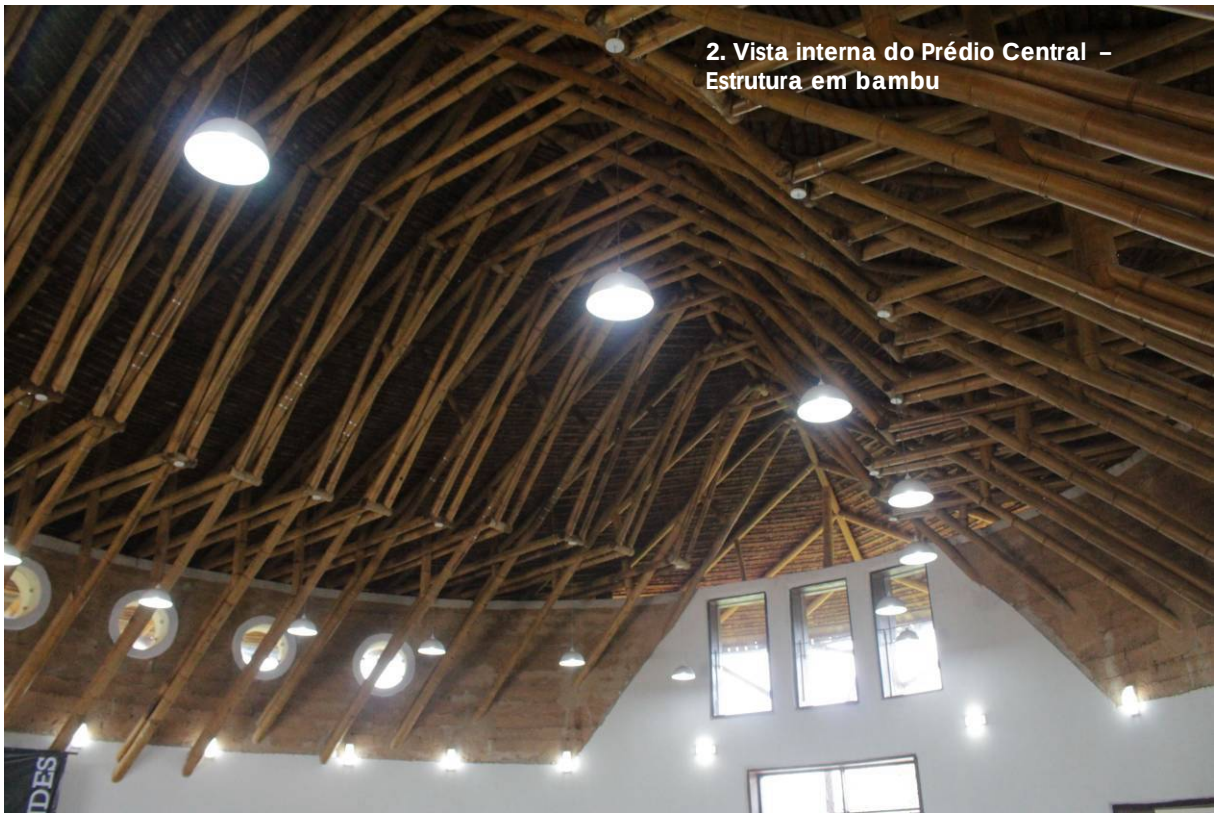
Projetos & Obras

1. Vista da entrada principal do Prédio Central

CENTRO DE REFERÊNCIA EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL DO SINPRO-DF

Uso da terra em múltiplas formas

Sérgio Pamplona
Frederico Rosalino



2. Vista interna do Prédio Central – Estrutura em bambu

Centro de Referência em Educação Ambiental do Sindicato dos Professores do Distrito Federal, Brasília, DF. Um projeto ousado que utiliza materiais naturais em sua máxima eficiência, viabilizando uma obra de baixo impacto ao meio ambiente, porém, com alto impacto positivo na comunidade.

Arq. Sérgio Pamplona
Eng. Civil Frederico Rosalino
Brazlândia – DF

As obras do Centro de Referência em Educação Ambiental do Sindicato dos Professores do Distrito Federal - SINPRO-DF, conta com a maior área de cobertura construída simultaneamente utilizando estruturas em bambu, tendo, no salão principal, o maior vão livre entre apoios já edificado no Brasil até a data de sua conclusão.

O Centro foi projetado para ser um local destinado à capacitação de professores e a comunidade em geral. O projeto teve como partido a sustentabilidade. Para tanto, foi utilizado o conceito de bioarquitetura para o desenvolvimento do projeto, além de diversas técnicas construtivas sustentáveis, entre elas, técnicas de construção com terra.

3. Vista da construção do Prédio Central – Paredes em taipa de pilão

O projeto completo conta com uma área total de coberturas executadas com estruturas em bambu e paredes estruturais em terra de 1011 m², sendo composto por quatro edificações.

O prédio principal (central) conta com paredes estruturais em Taipa de pilão (4) e algumas vedações em pau a pique (5). Foram utilizados os bambus que sobraram das coberturas para armar a taipa de mão.

As vigas de amarração e fundações em concreto armado.

A estrutura da cobertura é em bambu da espécie *Dendrocalamus asper* com vão livre de 17 metros. As telhas utilizadas nesta cobertura são de madeira do tipo cavaco tendo uma área de projeção de cobertura de 460 m². O edifício conta ainda com uma parte das coberturas do tipo verde.

Este bloco é destinado a reuniões e eventos ligados à sustentabilidade. Conta ainda com sanitários e cozinha

4. Detalhe das formas da taipa de pilão

5. Detalhe da armação da taipa de mão

6. Vista da entrada principal do Prédio Multiuso

O Prédio Multiuso é destinado a apoio do Prédio Central para a realização de reuniões e capacitações.

O bloco conta com paredes estruturais em terra ensacada (7) e paredes de vedação em pau a pique.

Tanto as vigas de amarração quanto as fundações são em concreto armado. Parte da estrutura é em madeira de reflorestamento, neste caso, o eucalipto.

A estrutura da cobertura principal é em bambu segue a mesma linha do prédio central, onde foi utilizado bambu da espécie *Dendrocalamus asper* com vão livre máximo de 9,50 metros.

As telhas da cobertura principal são em madeira do tipo cavaco e uma parte é em cobertura verde.

Em algumas vedações foram utilizados brises de bambu que sobraram na construção das coberturas.

7. Detalhe da execução da terra ensacada

8. Vista superior do Prédio Multiuso

9. Vista do prédio de sanitário

O Complexo conta com um prédio de sanitários (9) onde os vasos são de câmaras de compostagem, conhecidos como sanitários secos, o que proporciona ao usuário do Centro a vivência com este tipo de tecnologia onde não se utiliza água para a descarga dos vasos.

A estrutura do sanitário são paredes estruturais em terra ensacada apoiada sob fundação em concreto armado (10 e 11).

A estrutura da cobertura em bambu da espécie *Dendrocalamus asper* sendo que as telhas assim como nos outros prédios são em madeira do tipo cavaco, e cobrem uma área de 116 m² (4)

10. Execução e detalhe da parede de terra ensacada

11. Vista da Oca

Para completar o complexo, uma cobertura com o nome de "Oca" (11), foi construída com o objetivo de abrigar eventos e reuniões quase que ao ar livre.

Com pilares em eucalipto e estrutura da cobertura em bambu da espécie *Dendrocalamus asper*, com vão livre máximo de 14 metros, telhas de madeira do tipo cavaco, com uma área de cobertura de 260 m² (11).

Todos os bambus utilizados na construção são coletados na região e tratados de modo a garantir vida longa ao Centro. Parte do eucalipto utilizado foi extraída da mata ao lado do terreno, minimizando, assim, o gasto energético com transporte de materiais.

12. Detalhe da cobertura da Oca

O complexo conta ainda com sistemas de tratamento de esgotos por evapotranspiração. Está localizada em um sítio cercado por riquíssimas agroflorestas onde o visitante pode ter o prazer de desfrutar de um cultivar orgânico.

13. Detalhe da cobertura da Oca

Sergio Pamplona *é bioarquiteto e permacultor. Trabalha com projetos de casas ecológicas, planejamento sustentável de propriedades, dá cursos e capacitações. Mora em Brasília, DF*

Frederico Rosalino é engenheiro civil, professor de estruturas na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Católica de Brasília e especialista em construções sustentáveis. Mora em Brasília, DF

frederico.rosalino@gmail.com

FICHA TÉCNICA

FUNÇÃO DA OBRA/PROJETO

Local: **Brazlândia/DF**

Data de início do projeto: **2012**

Data da conclusão da obra: **2013**

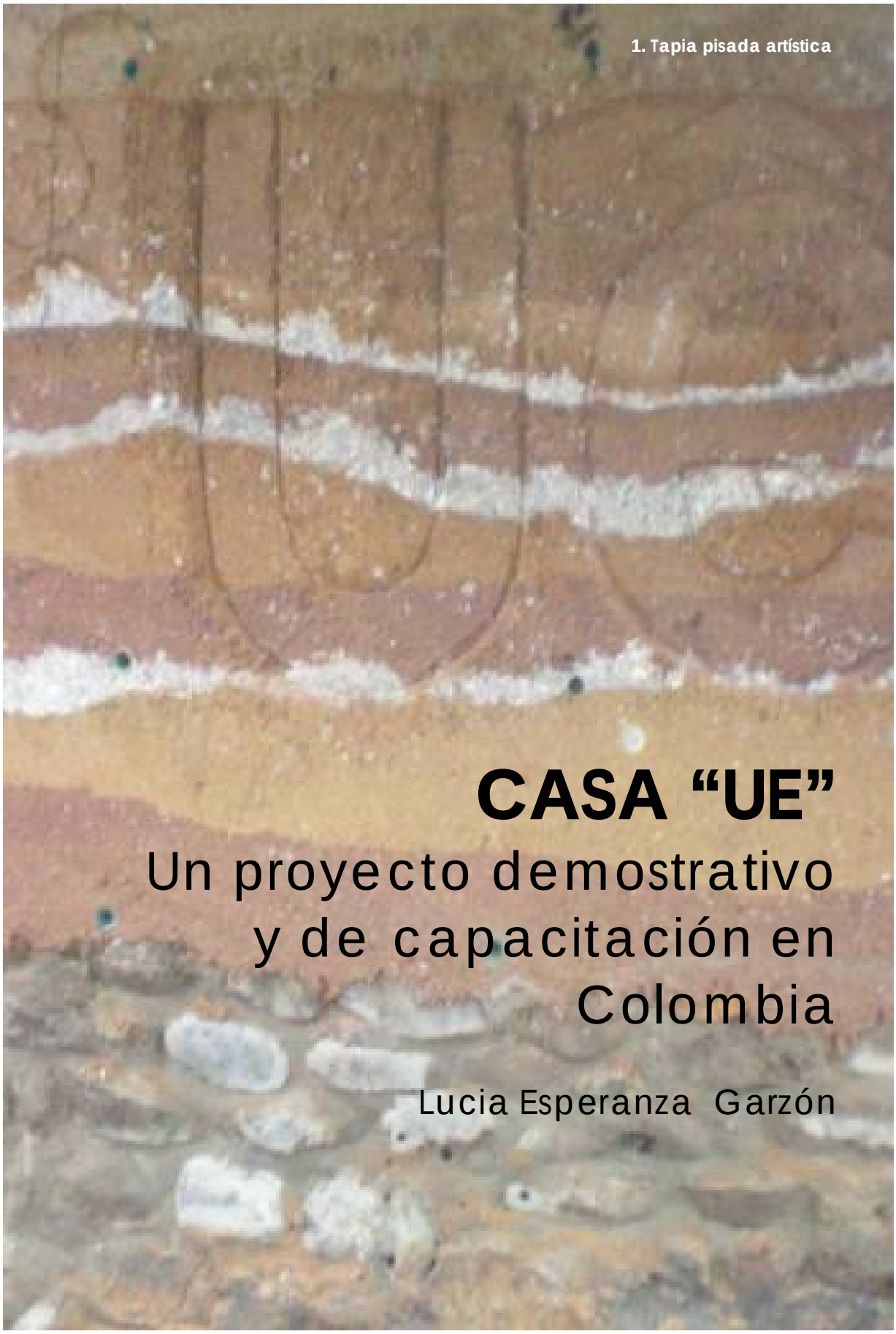
Área construída: **1.600 m²**

Arquitetura: **Sérgio Pamplona**

Construção: **Bioestrutura Engenharia e Barberatto Engenharia**

Estruturas em Bambu: **Eng. Frederico Rosalino**

Fotos: **Frederico Rosalino**

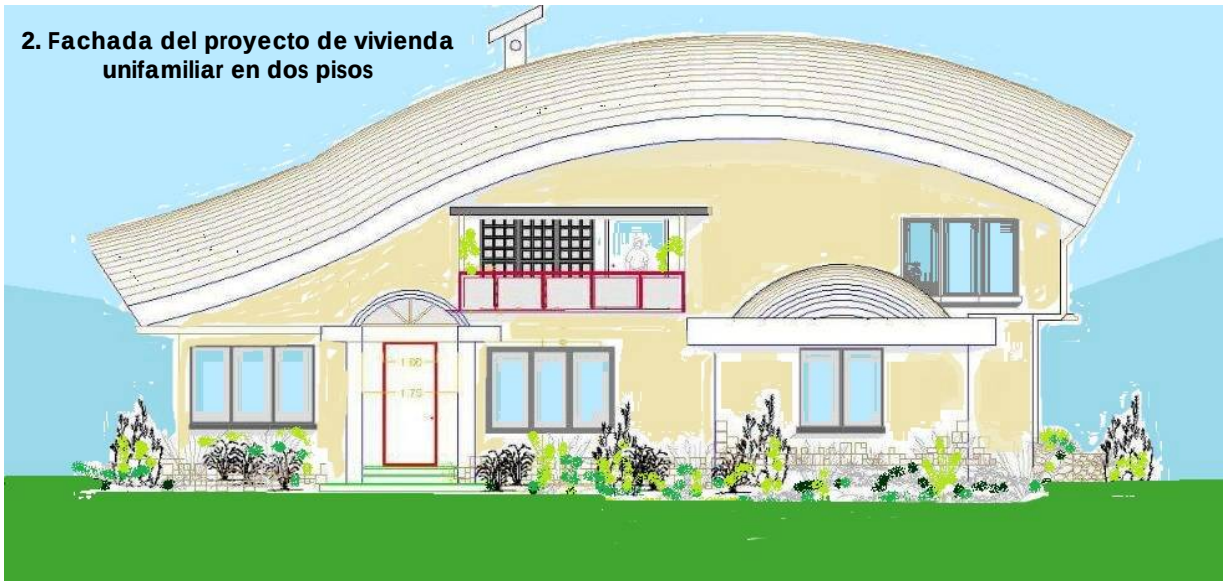


1. Tapia pisada artística

CASA "UE"

Un proyecto demostrativo y de capacitación en Colombia

Lucia Esperanza Garzón



2. Fachada del proyecto de vivienda unifamiliar en dos pisos

Casa "UE" es un proyecto de vivienda unifamiliar en el área rural de la región andina, localizada en 4° 56´ 04" N y 73° 50´04" O. La obra es proyectada con tres habitaciones, sala comedor, cocina, tres baños y está construida con envoltura de paredes dobles tipo estiva, o también denominado en México colonial de aparejo real. Las paredes están hechas con BTC, elaborados in situ, y con tapia pisada artística; tiene cubiertas de ladrillo cocido recargado, con la técnica mexicana. Adicionalmente se aplicaron principios ecológicos como el reciclaje con ventanas y doble vidrio templado y térmico, extraídas de neveras comerciales.

Lucía Esperanza Garzón
Residencia, vereda Monquentiva, municipio de Guatavita, Colombia

Después de 25 años de experiencia profesional, al diseñar proyectos con arquitectura de tierra y cubiertas alternativas ecológicas, el camino profesional permite visualizar el potencial para explorar una nueva arquitectura contemporánea con materiales y técnicas ecológicas.

3. Sensación espacial de la obra, vista interior desde la sala al estar

Todo inicia con los diez principios de diseño sostenibles:

1. Planificación Sustentable de la Obra

Desde que el cliente entra en contacto que realizo por vía internet, busco un arquitecto colombiano y fui seleccionada entre varios profesionales para ejecutar un diseño con principios sostenibles y bioclimáticos.

El diseño desde el inicio se proyectó con técnicas de arquitectura con tierra.

Estructuras convencionales para cumplir con las normas de sismo resistencia, y por propuesta personal, le ofrecí alternativas de cubiertas con bóvedas y cúpulas, recurso que permite por su forma, disminuir los costos energéticos, brindar mayor espacialidad y disminuir uso de materiales y costos para la obra.

2. Aprovechamiento pasivo de los recursos naturales

Energía solar - La localización del proyecto está con dirección oriente/ occidente para absorber la energía solar en un lugar con bajas temperaturas (promedio de 3ºC a 15ºC). Las paredes más largas en esta dirección son colectores energéticos. Así mismo se integran paneles para el lámparas exteriores y calentamiento del agua.

Agua lluvia – es un lugar de páramo y el promedio de pluviosidad esta entre 2.500 y 2.800 mm anuales. En el proyecto, el agua será recogida a través de canales para ser aprovechada en el consumo de la vivienda.

3. Eficiencia energética

Casa "UE" es una vivienda con un análisis del ciclo de vida – ACV, que disminuye el consumo energético, pensando el proyecto desde la "cuna a la sepultura", con el principio de alta eficiencia.

Las paredes dobles de BTC con muros en "estiva" crean un espacio de aire al interior que amortiza la diferencia térmica con el exterior con convección lenta y permite absorber la energía solar y transmitirla al interior.

Todo el proyecto se planifica con suficiente luminosidad para economizar energía, con luz cenital, para no incurrir en gastos energéticos durante el día; el proyecto eléctrico está construido con materiales de alta eficiencia, y en la noche el sistema eléctrico es integralmente con luces *Led*.

4. Gestión y ahorro del agua

Casa "Ue" separa las aguas negras, y las aguas grises que van a un filtro y tanque depurador que permite el reciclaje para el uso en los inodoros.

Las aguas lluvias se mantienen en un tanque que será usado en labores domésticas donde no se requiera la potabilización. Las aguas negras se tratan a través de filtros anaeróbicos y aeróbicos, para pasar a un humedal artificial.

5. Gestión de los residuos

Desde el inicio de obra hasta la etapa de habitabilidad de la vivienda, los materiales de desecho y los residuos líquidos y sólidos están proyectados selectivamente y todo desecho natural y orgánico se procesa de forma biológica y ecológica, y los no orgánicos, se canalizan y remiten por la vía más racional de re uso, reciclaje, y tener el mínimo de impacto.

4. Elaboración de los bloques de tierra comprimida con el recurso local

6. Calidad del aire y del ambiente interior

El proyecto desde la construcción uso la cal como material cementante, que tiene efectos colaterales positivos como la absorción de bióxido de carbono y la limpieza del aire en el entorno y al interior de los que la habitan. Adicionalmente se usan materiales de consumo industriales que garantizan la calidad y no contaminación en el tiempo. Por ello la vivienda es un espacio libre de gases, y de materiales nocivos para el ambiente.

Por las características de las paredes y cubiertas, la vivienda ofrece una mejoría en temperaturas con aumento de 5ºC a 6ºC de forma pasiva y, adicionalmente, se colocara una losa radiante de bajo consumo energético, y una estufa o chimenea para la cocina, localizada estratégicamente en el centro del espacio vacío de integración entre el segundo y primer piso que mejorara las condiciones térmicas espaciales.

7. Confort térmico acústico

Las características de la tierra como material y las paredes dobles ofrecen una alta calidad acústica en la Casa "UE"

8. Uso racional de materiales

Desde el inicio fue objetivo realizar un proyecto que racionalice todos los recursos, y por ello se optó de hacer un lago para extraer la tierra de la construcción, creando un espacio paisajístico complementario y usar unos 60% de recursos locales.

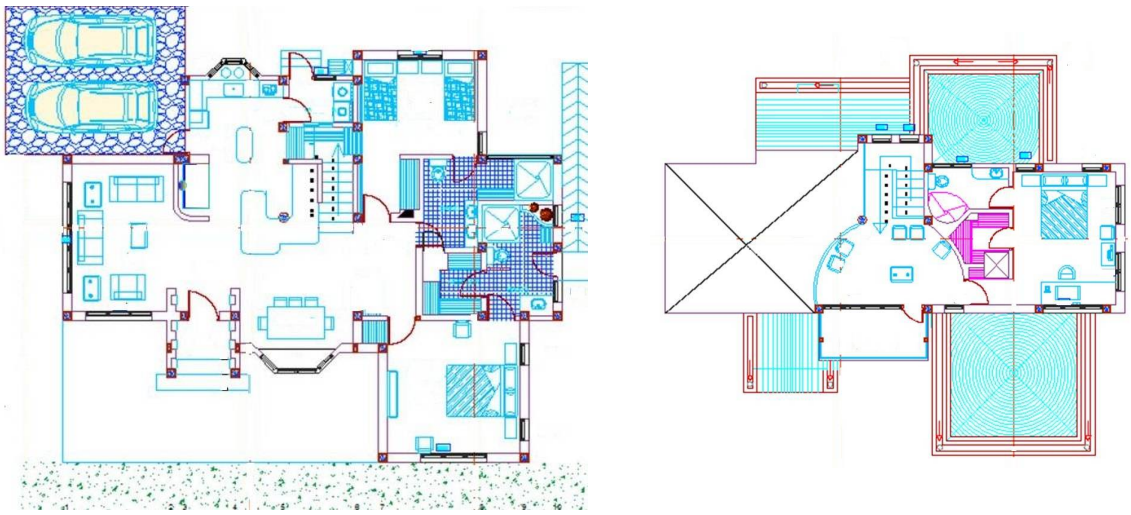
9. Uso de productos y tecnologías ambientalmente amigables

La empatía entre el cliente y la arquitecta, permitió tener claro el uso en el consumo y compras de los materiales que fueran sanos, ecológicamente de bajo costo ambiental, nacionales en su prioridad y con una relación ecológica más humana en el equipo de trabajo.

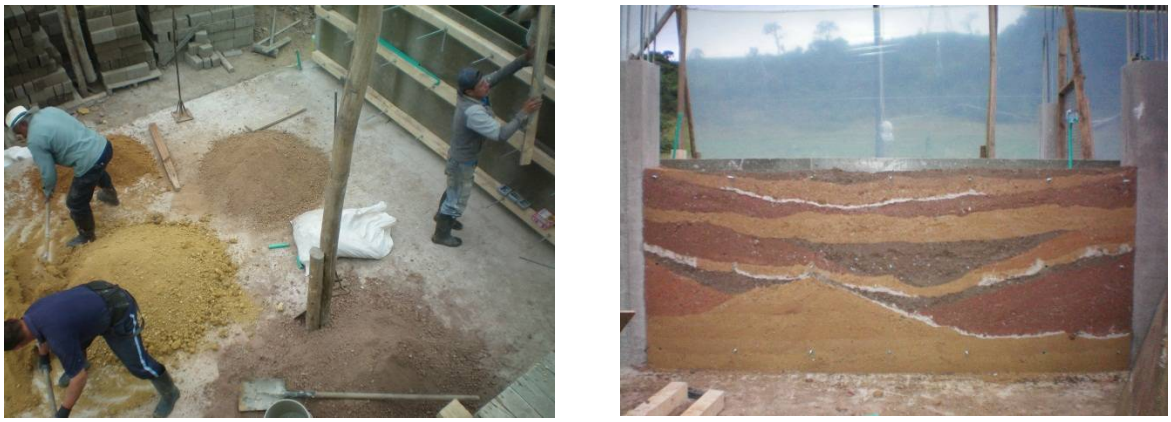
10. Reciclaje de los residuos de demolición y construcción

La principal actividad de obra que se aprovechó para el proyecto es el uso de las ventanas dobles, térmicas extraídas al ser recicladas las neveras de los refrescos nacionales. Son 100 ventanas con vidrio templado, marcos plásticos y térmicas, que se le ofrecen al propietario para ser usadas, y que acepta este material, que, desde el diseño, implico dejarlas modulado el plano para aprovechar este residuo de esta industria de refrigeración y disminuir costos.

La proporción de una vivienda de 198 m^2 da la sensación espacial de mayor espacio, con volúmenes en m^3 generando una amplitud que cambia y enriquece el proyecto.

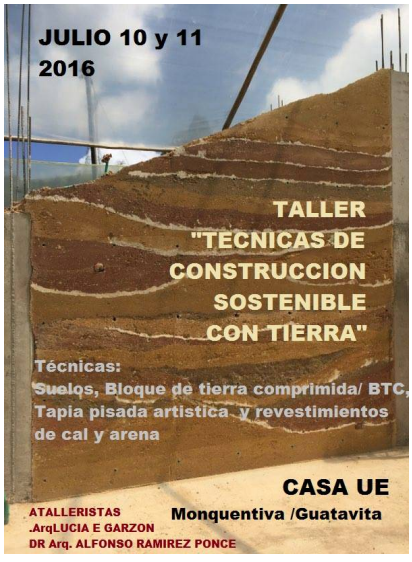


5. Planta arquitectonica Casa UE – primero y segundo piso



6. Elaboración de la tapia artística de 4 m x 3,50 m confinada entre columnas

Las innovaciones en el proyecto están desde el uso del material de tierra, como principal recurso para la envoltura, el uso y diseño de paredes con BTC producidos en obra. En segunda instancia, están las cubiertas, con la elaboración de bóvedas de ladrillo recargado, tradicionales en México. Estas bóvedas, bajo geometrías y directrices ortogonales y planas, o sea cuadrados o rectángulos a nivel sobre las vigas de amarre, son hechas con la asesoría del Dr. Arq. Alfonso Ramírez Ponce, quien, a través de su investigación por 40 años, viene ampliando las posibilidades de esta técnica. En este proyecto se aplicaron novedosos diseños y se realizó un proyecto integral con todas las cubiertas con formas orgánicas, con curvas que integran los volúmenes en la composición del proyecto y, al interior, crean espacios más "humanizados", y por qué no, más "femeninos", que permiten brindar espacios acogedores y ecológicos.



Un tópico interesante y de aporte para la arquitectura y la ecología humana como proceso de la obra es la capacitación de la comunidad local al tener por el laboratorio de la obra, un espacio de enseñanza/ aprendizaje y también por estar participando 5 personas locales como obreros contratados.

Se realizó un taller con el fin de sensibilizar la comunidad, y en este espacio aprovechar y colectivizar los conocimientos aplicados.

La transferencia tecnológica se brindó en el mes de julio durante 16 horas, asistiendo los propietarios, algunos vecinos y la comunidad rural y, de esta forma, como intención profesional, continuar con la Escuela de Bovederos en Colombia, un espacio de capacitación que permitió acercar a 16 personas para conocer el valor de la tierra y de algunas de las técnicas sostenibles de construcción, para ser aplicadas en la solución de sus viviendas rurales, que son precarias y de muy bajo confort térmico y ambiental.

7. Grupo asistente del taller de técnicas de construcción sostenibles con tierra

El uso de la tierra cruda y cocida, aplicada con los parámetros exigidos por la normatividad, Norma ICONTEC 5324 (Instituto colombiano de normas técnicas), que regula el uso del BTC en paredes confinadas entre columnas, permite acercar a la población a una arquitectura contemporánea.

Espacialmente la bóveda central integra el primer y el segundo piso a través de un balcón que se abre a la sala, que tiene una función bioclimática al ascender el calor a la habitación y el estar, y dejar que el "hogar" con la producción de calor de la cocina, este centrado y al medio del volumen central y de mayor proporción.

8. Vista sur del proceso constructivo de la Casa "UE" en Agosto de 2016

Lucía Esperanza Garzón, arquitecta colombiana independiente egresada de la Universidad Piloto de Colombia en 1985, miembro de la red PROTERRA. Diseña, construye, investiga y capacita desde hace 25 años con materiales naturales y específicamente con tierra y otros recursos sostenibles y ecológicos. Actualmente realiza proyectos de diseño y construcción de arquitectura con tierra en diferentes regiones del país.

bioarquitecturatierra@gmail.com

FICHA TÉCNICA

CASA "UE"

Vivienda unifamiliar

Local: **Vereda Monquentiva, Guatavita, Cuninamarca, Colombia**

Data de início do projeto: **2016**

Data da conclusão da obra:

Área do terreno**: 10.000 m²**

Área construída: **198 m²**

Arquitetura e construção: **Arq. Lucia Esperanza Garzón C., Colombia**

Asesor en cubiertas: **Dr. Arq. Alfonso Ramírez Ponce, México**

Estrutura: **Ing. Cesar Alberto Cruz**

Fotografía: **Lucia Garzón, Sebastián Lugo y David Ayala**

Elaboración de bóvedas: **Ignacio Dorantes, padre e hijo, México**

Materialidad de la obra:

Estructura de concreto

Envoltura de paredes con BTC y tapia pisada

Cubierta: bóvedas de ladrillo cerámico recargado sin cimbra

Escalera: catalana

Ventanearía: material de reciclaje de neverasn.

Carpintería de madera

Instalaciones sanitarias y eléctricas con tubería de PVC

Casa Curva

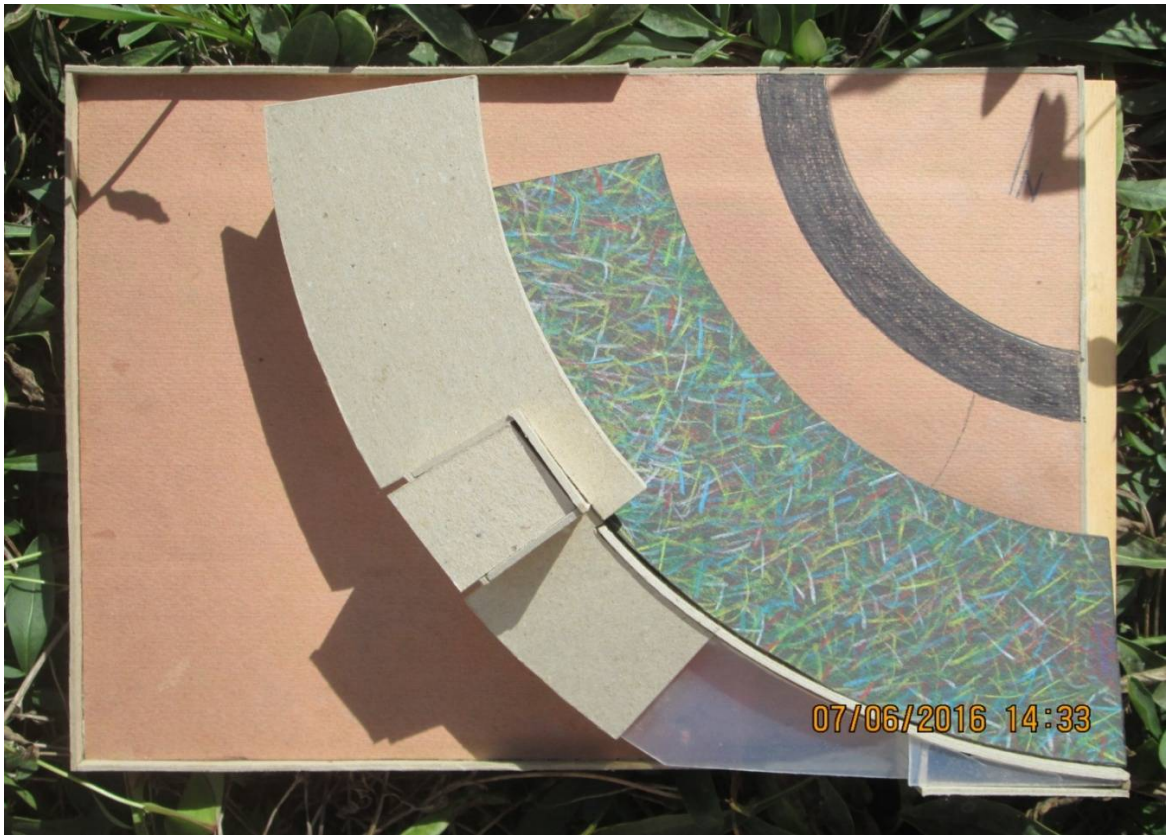
Privacidade e conforto

Ricardo Piva

2. Angulações inusitadas na fachada principal da residência, i

Localizada em um loteamento fechado, a residência situa-se no último lote da rua, ao lado da área verde. A frente do lote acompanha a curva do *cul de sac*, definindo assim o partido da construção. São dois semicírculos ligados, porém desencontrados, para melhor aproveitamento do terreno e possibilidadede localizar a varanda voltada para a área verde e não para a rua. O semicírculo frontal é coberto por teto verde e o posteriorem cobertura convencional com telha cerâmica. As paredes são de tijolos cerâmicos maciços assentados com argamassa de cal, areia e terra, e uma parede de taipa de pilão.

Ricardo Piva
Residência, Caçapava, SP



1. Vista aérea da maquete ilustrando os dois semicírculos desencontrados e a varando ao lado da área verde. A faixa preta representa a calçada da rua.

Residência unifamiliar para um jovem casal sem filhos e com três gatos. Os gatos são dado importante, pois definiram os tipos de janelas, uma vez que era preciso colocar telas protetoras em todas elas. Além das telas, o programa pedia três dormitórios, sendo um suíte, outro para hospedes/escritório e o outro, com a parede de taipa de pilão, para meditação/yoga. Os dois dormitórios são servidos pelo outro banheiro da casa; não há lavabo ou WC de serviço. O casal também queria uma sala de estar ampla ligada à cozinha com possibilidade de isolar uma da outra. O teto verde e a parede de taipa de pilão foram itens pedidos.

Na verdade o jovem casal queria a casa inteira de taipa de pilão, mas as regras do loteamento não permitiam construções em terra! Conseguiu-se fazer uma parede interna, localizada na sala. Com função estrutural e ornamental, é a única parede que não é branca. A ideia era fazer uma construção o mais ecológico e natural possível, daí a forma, a escolha dos materiais e métodos construtivos.

A planta circular da casa, acompanhando o desenho do terreno, otimizou a ocupação do mesmo, liberando o máximo de área livre. Os dois semicírculos desencontrados permitem uma abertura da sala para a área verde vizinha, emoldurada pela varanda voltada para dentro do terreno.

2. Corredor de acesso aos quartos, com iluminação e ventilação permanente

3. Fundação em sapata corrida executada com pedra rachão ou pedra de mão

Todos os ambientes têm iluminação e ventilação natural, inclusive o corredor de acesso aos quartos (2). A cobertura do semicírculo posterior, de telha cerâmica, tem uma inclinação de 30% e o teto verde, do semicírculo frontal, tem inclinação de 15%. O espaço criado entre as coberturas foi fechado com elementos vazados de vidro com ventilação permanente. Essas peças, bem como todas as portas de madeira, são de demolição.

Cozinha, área de serviço e banheiros estão lado a lado concentrados na área central posterior da casa. A caixa d'agua fica em cima da área de serviço.

O terreno era quase plano, exigindo pouca intervenção, apenas um corte de aproximadamente 70 cm e aterro com a mesma terra, sem arrimos.

As fundações são em sapata corrida de pedras rachão (ou de mão), encimada por uma viga chata em concreto, para nivelamento e distribuição de cargas das paredes.

As paredes são de alvenaria de tijolos cerâmicos maciços, assentados com argamassa de cal, areia e terra, sem reboco, pintadas com cal branca internamente e tingido com terra externamente. As paredes onde se apoia o teto verde são de tijolo inteiro, 26 cm de espessura, as outras são de meio tijolo, 13 cm. Em cima das janelas e vãos maiores foram instaladas vergas de concreto armado, embutidas na alvenaria. Uma parede de taipa de pilão separa a sala do quarto

4. Estrutura do teto verde em madeira. Tesouras invertidas e cobertas com OSB, fazendo o fundo do teto e servindo de forro

Toda a madeira da obra, batentes, vigas, caibros e ripas, foi retirada do sitio do proprietário, tudo eucalipto, além de uma árvore amendoim, já morta, com a qual se fez as bancadas da cozinha e banheiros.

As madeiras foram serradas com motosserra, no sitio, e o acabamento foi feito na obra.

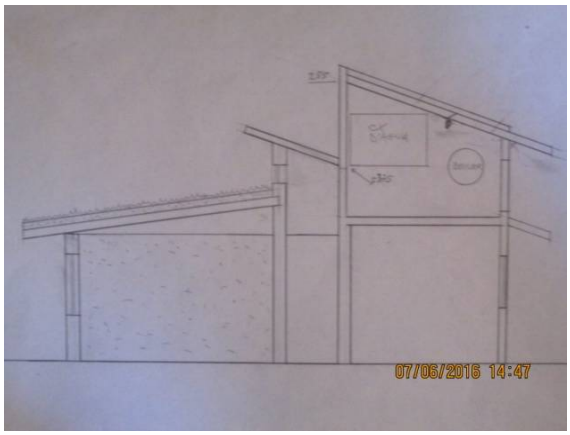
A estrutura do teto verde é em madeira e a base para receber a terra é de OSB Home de 18 mm, impermeabilizada com manta asfáltica no local. São 15 cm de terra e as plantas são espécies resistentes ao sol e exigem pouca água de modo a não precisarem de irrigação.

O teto verde cobre a sala de estar e dois quartos, conferindo excelente conforto térmico à casa. O piso dos quartos é de tacos de ipê, comprados de segunda mão.

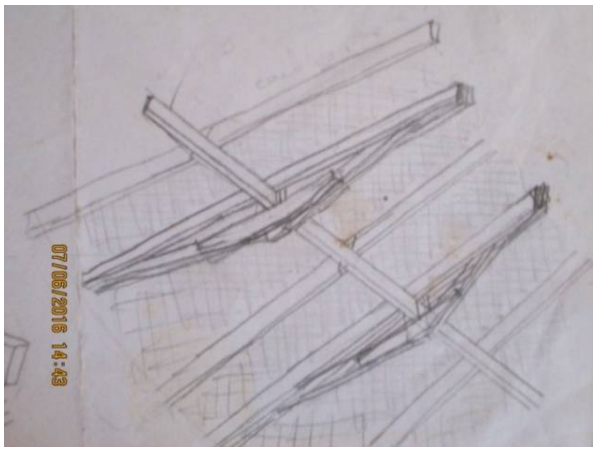
Como não se tem nenhuma parede paralela à outra nem ângulos retos, optou-se por um piso monolítico, de cimento queimado, no restante da casa, inclusive banheiros.

As únicas peças cerâmicas são os revestimentos nas áreas frias, somente onde estritamente necessário, ou seja, dentro do box, atrás dos vasos sanitários, lavatórios e bancadas. Nas outras paredes, mesmo nos banheiros, é só pintura de cal virgem sobre tijolo.

A casa é uma construção, sem excessos, solar, lúdica, essencialmente confortável



5. Corte passando pela área de serviço, caixa d'água e dormitório



6. Croquis das tesouras invertidas do teto verde

Ricardo Piva, arquitetoformado em 1980 pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Mackenzie, SP. Trabalha com arquitetura e construção com terra desde 2000. Reside e trabalha como autônomo, na cidade de São Jose dos Campos, SP

rjpiva2@gmail.com

FICHA TÉCNICA

CASA VIVA

Residência unifamiliar

Local **Caçapava, SP**

Data do início do projeto **2015**

Data da conclusão da obra **2016**

Área do terreno **515,20 m²**

Área construída **193,63 m²**

Arquitetura **Ricardo Piva**

Fotos **Ricardo Piva e Raymundo Rodrigues**

Construtores **Sr Pedro, Sr Faustino e seus dois filhos.**

A TERRA
como herança

Maria Cristina Erdelyi
José Mateus Braganholo

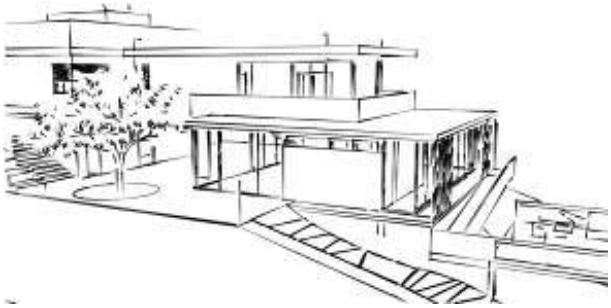
A terra como material construtivo faz parte da história e cultura da humanidade nos mais diferentes continentes e seu valor é inestimável.
A técnica da taipa de pilão dominou as construções em São Paulo por mais de 250 anos.
Integrante do projeto da residência, no Condomínio Fazenda do Porto, em Atibaia, resgata essa técnica milenar dialogando com materiais da atualidade, estruturas de concreto e painel de vidro.

Maria Cristina Erdelyi
José Mateus Braganholo

Residência, Condomínio Fazenda do Porto, Atibaia, SP

Os arquitetos José Mateus e Cristina, em seus projetos, procuram organizar espaços, integrando a paisagem ao projeto, desenhando a morada do homem - um lugar que proporcione paz, segurança e conforto.

Buscam materiais alternativos que diminuam as agressões ao meio ambiente e o descarte no canteiro de obras. Esse projeto partiu destas prerrogativas



O projeto nasceu do abrigo de autos que integra os serviços, com o convívio e o estar, a pedido dos proprietários. Terreno em aclive, que, para atender as exigências do cotidiano, requer facilidades de acesso.

A previsão de término da obra é para 2017.

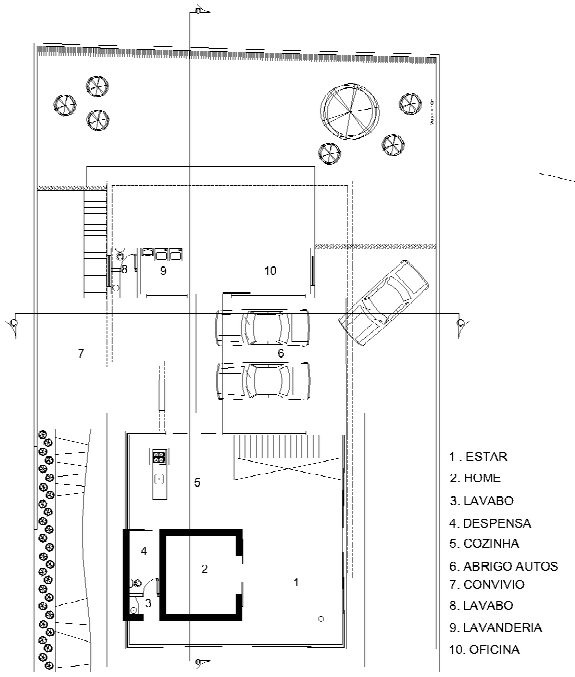
Com colunas de concreto aparente, calculadas para suportar os painéis de vidro, e a leveza do desenho, privilegiando a vista e integrando a paisagem. Vedações de alvenaria com bloco cerâmico e de concreto.

O terreno foi respeitado, com pequenos cortes seguindo o perfil natural. Uma parte da residência ficou em balanço, sustentada por pilares, proporcionando a vista do local.

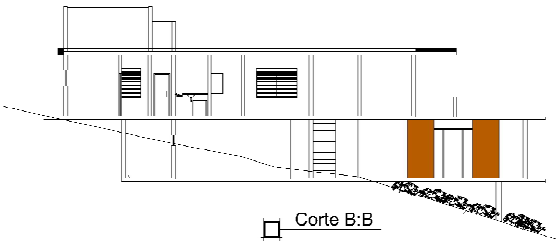
Um espaço de lazer – sala de televisão e cinema (*home*) – foi construído com taipa de pilão, técnica milenar que antigamente para a sua construção entre o preparo da terra, transportar e apiloar eram necessários aproximadamente 20-30 horas/m³.

Atualmente constrói-se com mais rapidez, utilizando guias verticais metálica que apoiam as formas de madeira, apiloando a terra com compactador pneumático, em um tempo de 2h por m³. Todo material usado para a realização das paredes é reutilizável.

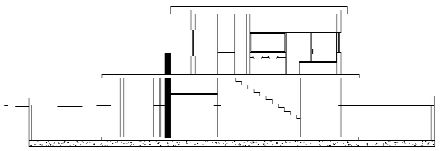
A Taipal, empresa dos arquitetos Márcio Hoffmann e André Heise, foi a responsável pelas belas paredes de terra.



1 . ESTAR
2. HOME
3. LAVABO
4. DESPENSA
5. COZINHA
6. ABRIGO AUTOS
7. CONVIVIO
8. LAVABO
9. LAVANDERIA
10. OFICINA

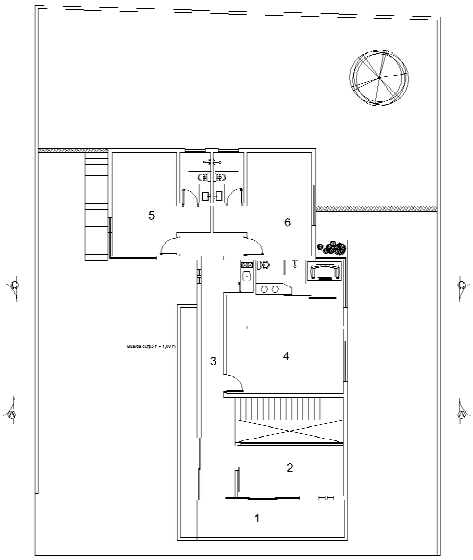


Corte B:B

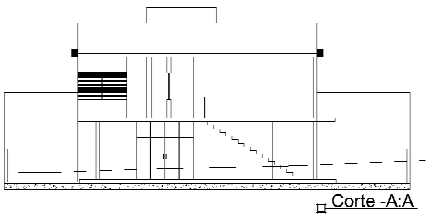


Corte -C:C

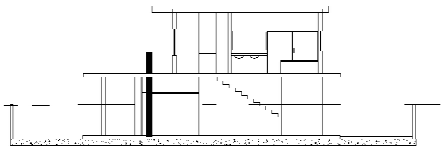
Planta térreo



1 . TERRAÇO
2. ESCRITÓRIO
3. CIRCULAÇÃO
4. SUITE
5. SUITE II
6. SUITE III



Corte -A:A



Corte -C:C

Planta Superior

Sequência de imagens da execução das paredes de taipa de pilão

As paredes de taipa dão um destaque especial à obra. A terra, com sua riqueza cromática e textura, proporciona um toque de cor e luz.

Maria Cristina Erdelyi, arquiteta e urbanista pela USF, Campus de Itatiba, membro da Rede TerraBrasil. Participou de diversos cursos de arquitetura com terra e de bambu. Trabalhou em oficinas de BTC para trabalhadores em vulnerabilidade social.
criserdelyi.arq@gmail.com

José Mateus Braganholo, técnico de edificações, arquiteto e urbanista, concebe projetos através de oficinas, trata cada projeto de forma única baseado em conceito, origens e costumes. O estético funcional adequado ao cotidiano e a sustentabilidade

FICHA TÉCNICA

FUNÇÃO DA OBRA/PROJETO

Local: **Condomínio Fazenda do Porto, Atibaia, SP**

Data de início do projeto: **2015**

Data da conclusão da obra: **2017**

Área do terreno**: 874,55 m²**

Área construída: **352,87 m²**

Arquitetura: **Cristina Erdelyi e José Mateus Braganholo**

Construção: **Taipal – Construções com Terra**
Élcio Antônio de Oliveira

Estrutura: **Pedro Paulo Maciel Engenharia Estrutural**

Hidráulica: **RM Engenharia – Engº Renaldo M. do Nascimento.**

Luminotécnica: **José Mateus Braganholo**

Fotos: **Cristina Erdelyi**

REFÚGIO NA MATA,
vernáculo contemporâneo.

Márcio Holanda

1. Perspectiva de maquete eletrônica mostrando a volumetria acompanhando o declive do terreno

Implantação em harmonia com o terreno e busca de conforto bioclimático foram máximas que definiram a forma particular desta casa de 95m², na zona rural do município de Paulo Lopes, Santa Catarina.
Atendendo ao sossego e privacidade do casal de moradores, o programa foi solucionado em três pisos com meio nível de diferença, para melhor integração com o relevo.
A construção associa a arquitetura contemporânea e o rigor tecnológico nas soluções construtivas com uma atmosfera vernácula da alvenaria de adobe, madeira de demolição e cobertura ajardinada.

Arq. Márcio Holanda
Casa de campo, Paulo Lopes, SC

A busca por uma morada simples, mas que agregasse a essência de um refúgio na montanha integrado à abundancia da vida natural, guiou os clientes desta casa a escolherem a terra como técnica construtiva.

Consciente do desempenho higrotérmico e da sustentabilidade das paredes de adobe, o jovem casal procurava profissionais que realizassem uma construção com este aspecto vernáculo, mas que ao mesmo tempo garantisse a qualidade técnica da execução.

A sustentabilidade da construção está presente em todas as diretrizes deste projeto:

* Conforto bioclimático e eficiência energética: sombreamento e ventilação cruzada no verão, inércia térmica e aquecimento solar passivo de inverno;

* Materiais saudáveis, de alto desempenho e de baixo impacto ambiental: paredes de terra com rebocos e tintas naturais, madeiras de demolição (pisos, tetos e esquadrias) e cobertura ajardinada;

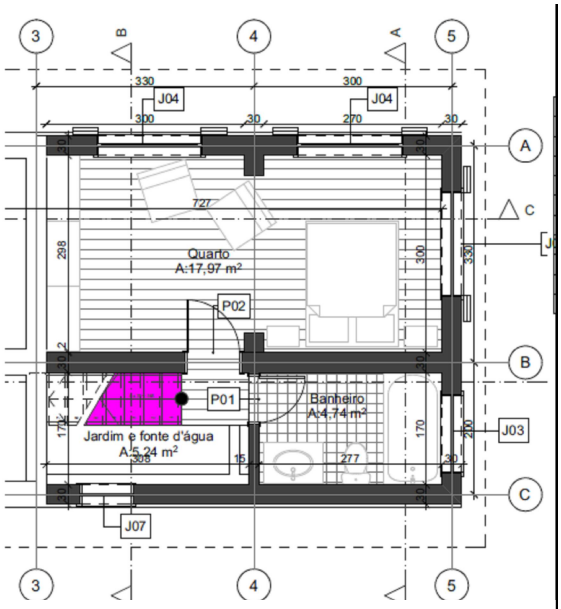
* Água de nascente, aquecimento de água

no fogão à lenha e saneamento ecológico.

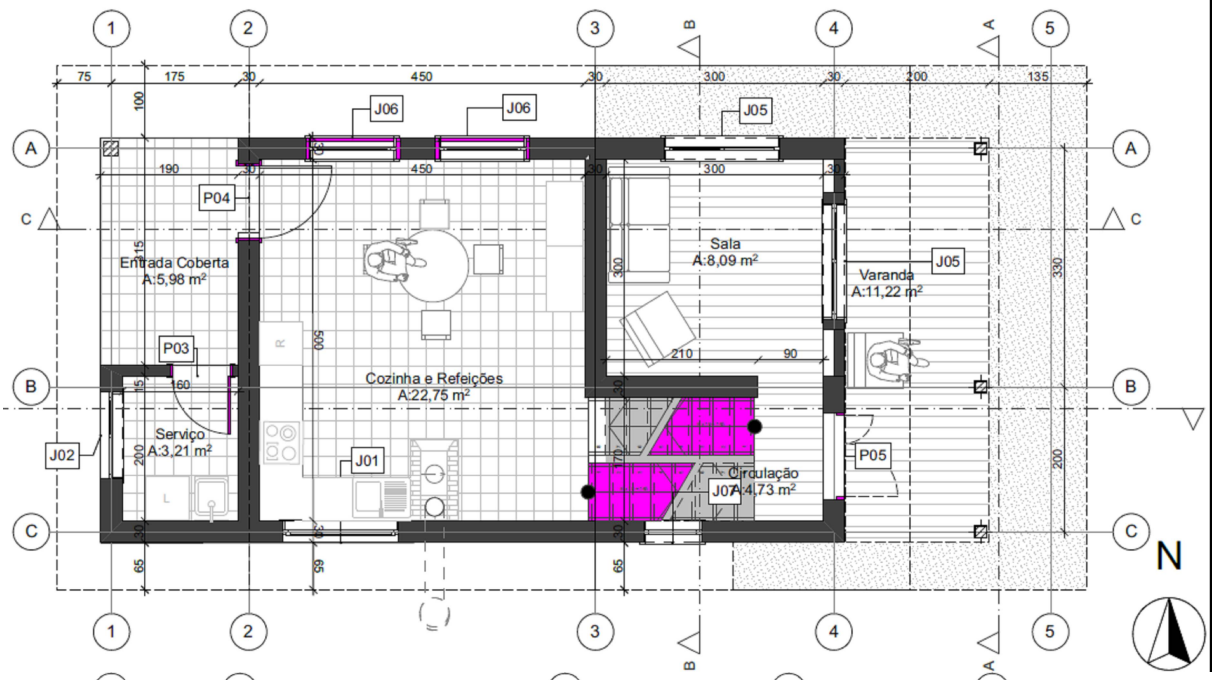
Implantada num terreno em declive com orientação leste, esta edificação foi planejada em três pisos com meio nível de diferença, sendo dormitório, vestir e banheiro no piso inferior; refeições e cozinha, acesso e lavanderia no piso intermediário; e um superior com sala/mezanino e terraço jardim.

A figura 2 apresenta as plantas e um corte longitudinal do Projeto Básico, com seus eixos construtivos.

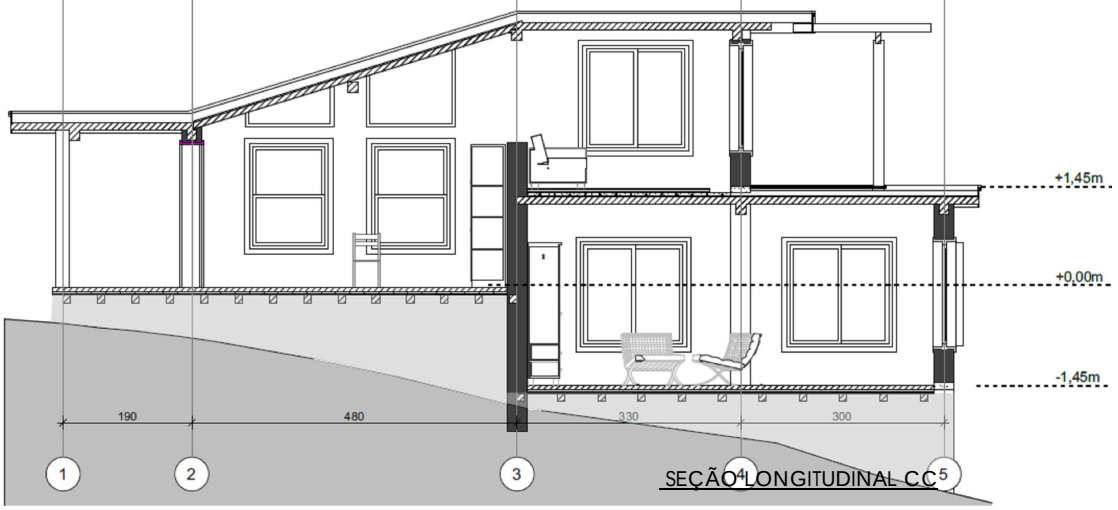
1. Plantas e corte do
Projeto Executivo de Arquitetura



PLANTA BAIXA NÍVEL INFERIOR (-1,45m)



PLANTA BAIXA NÍVEL ACESSO (0,00) E SUPERIOR (+1,45m)



SEÇÃO LONGITUDINAL CC

A obra foi concebida conforme o seguinte esquema construtivo:

FUNDAÇÕES e vigas baldrame em concreto armado.

LAJE DE PISO pré-moldada de concreto em dois níveis, com um balanço perimetral de 15 cm para que a alvenaria abrace a estrutura de pilares e vigas.

PILARES de concreto 15x15 cm, para apoio das vigas de madeira da cobertura.

PAREDES duplas de adobe *(*fornecidos pela empresa Adoberia – Paredes artesanais de terra crua), com cinta base em concreto, vergas e contravergas nas esquadrias, amarrações entre fiadas e nos cantos e cintas superiores de travamento.

ESTRUTURA DA COBERTURA (vigas, caibros, assoalho base do teto jardim) em madeiras recicladas, oriundas de construções antigas.

COBERTURA ajardinada, nos tetos inclinados e no terraço.

Detalhando a técnica da alvenaria de adobe, podem ser destacados os seguintes elementos:

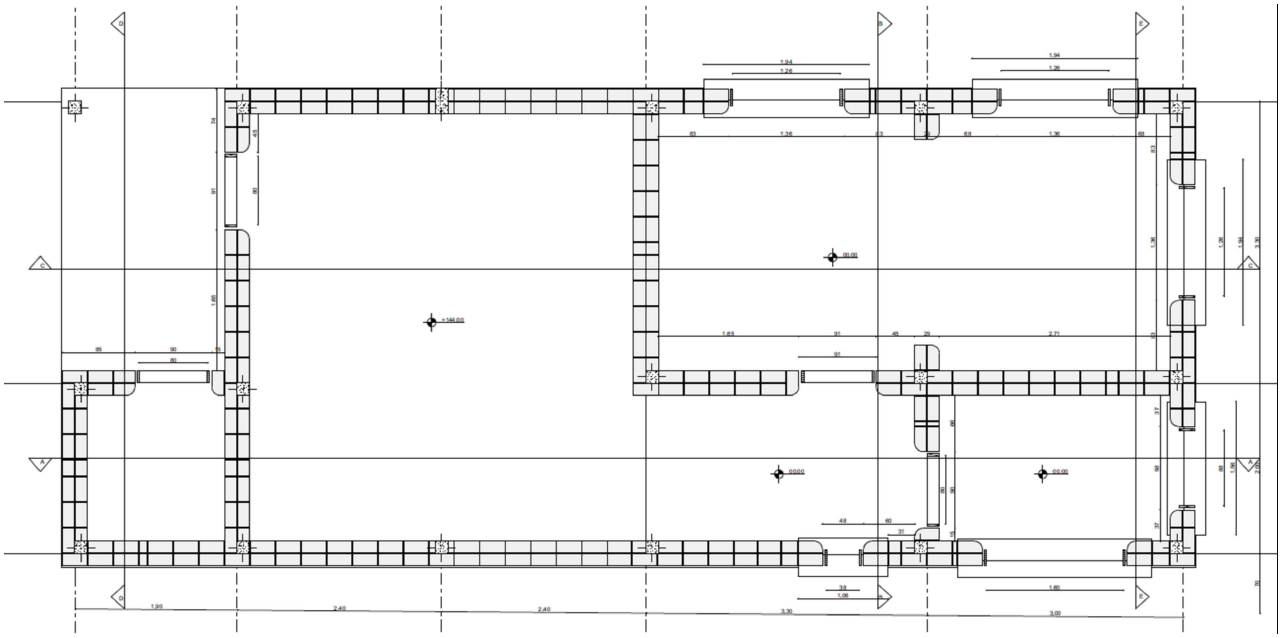
As paredes estão integradas aos pilares de concreto de forma tal que estes ficam alinhados na prumada interna da alvenaria, onde estão também as cintas superiores de travamento e distribuição de cargas. Esta estratégia construtiva de fazer uma estrutura de suporte do telhado independente da alvenaria de adobe, que poderia ser estrutural, é devido ao regime de chuvas na região que atrapalha o processo de execução das paredes, além de possibilitar um desenho contemporâneo, com mais liberdade para as soluções arquitetônicas. Outro aspecto a ressaltar sobre o fato de o esqueleto estrutural estar na prumada interior é a criação de uma envoltória unificada em adobe, sem pontes térmicas que reduzem o desempenho térmico e provocam dilatações nos encontros de diferentes materiais expostos às intempéries.

3. Sistema estrutural, lajes, pilares e cobertura

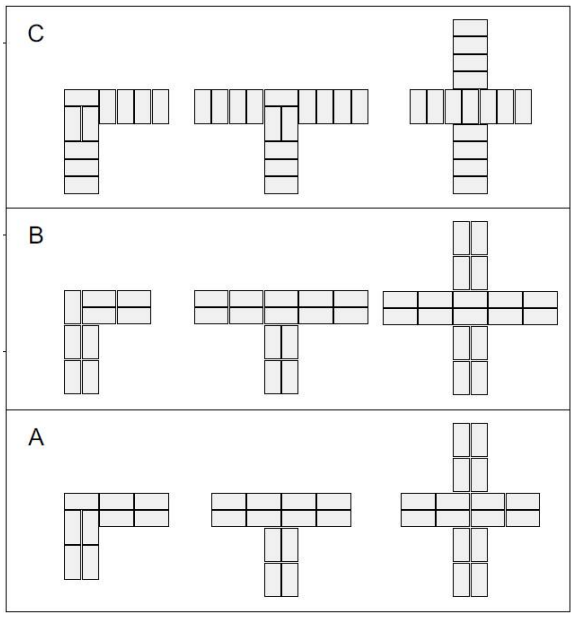
4. Primeira fiada sobre a cinta base

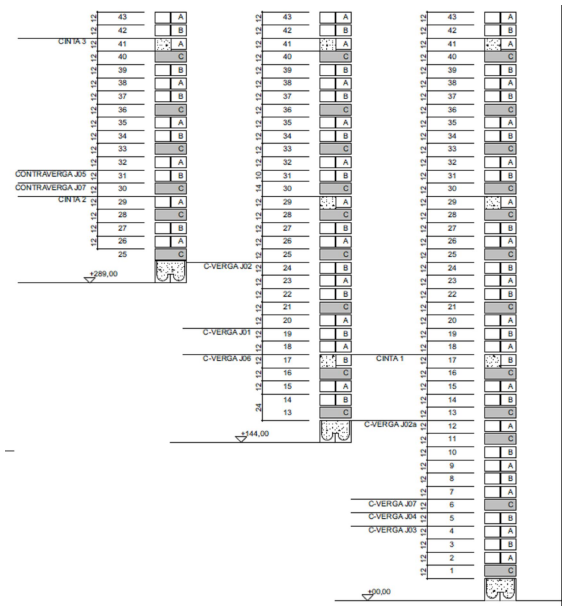
5. Prumada externa envolvendo os pilares

6. Cinta base, feita com canaleta "J" de concreto



7. Planta baixa com detalhamento de fiadas

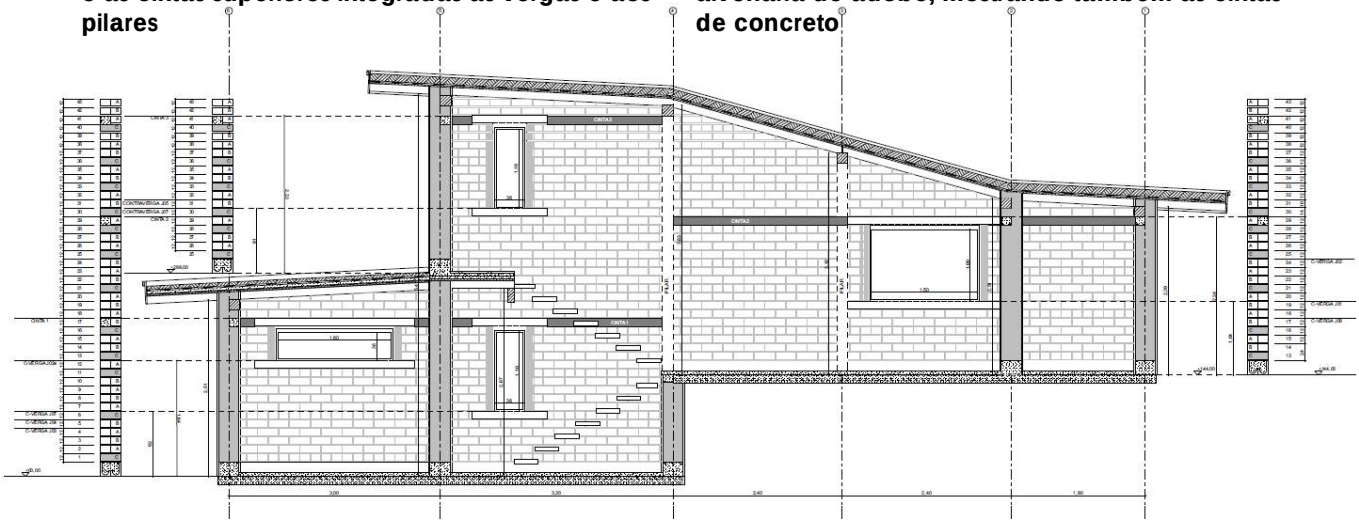


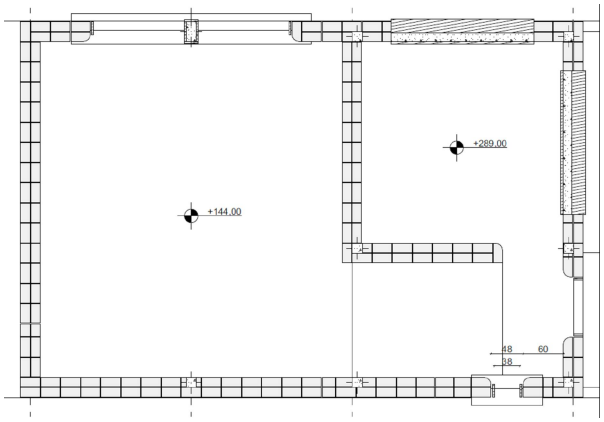


8. Tipos de fiadas e junções para amarração horizontal e vertical da alvenaria de adobe

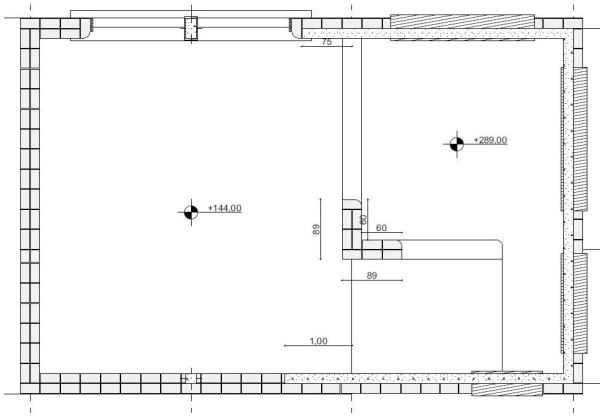
9. (abaixo) Corte em detalhe mostrando as fiadas e as cintas superiores integradas às vergas e aos pilares

Figura 10. (acima) Esquema de fiadas da alvenaria de adobe, mostrando também as cintas de concreto





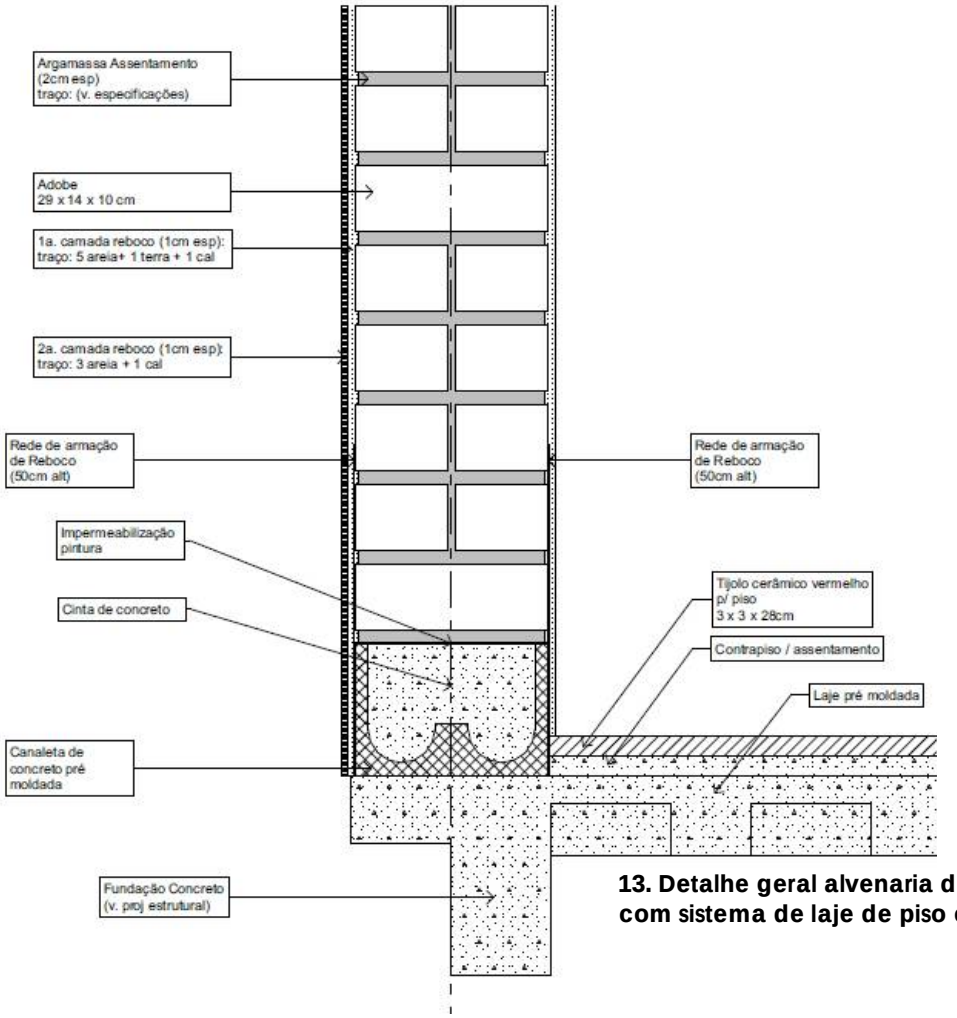
11. Fiada mostrando contravergas sob as janelas



12. Fiada mostrando vergas de portas e janelas integradas à cinta superior de amarração e distribuição de cargas

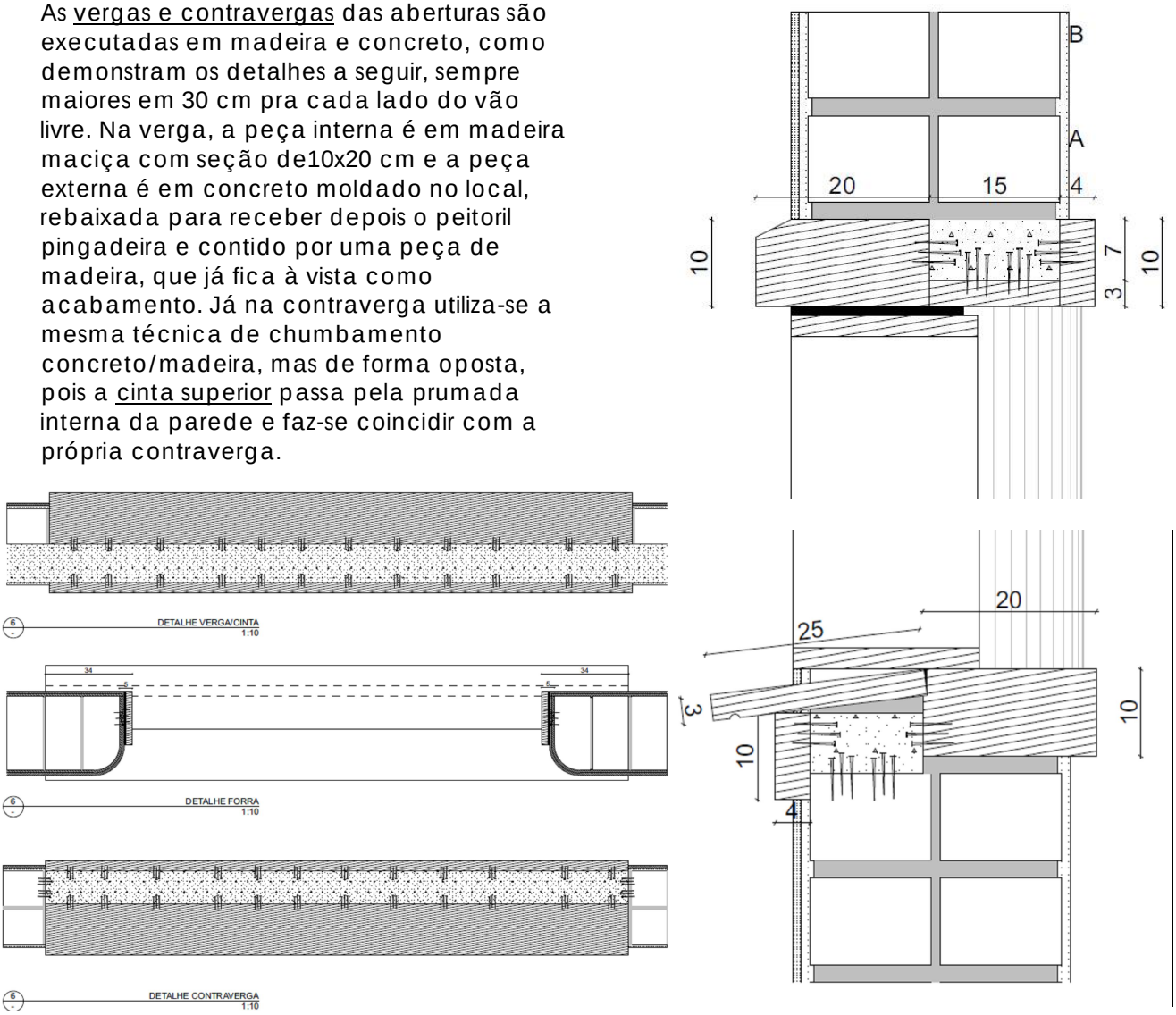
A cinta base de concreto, com 20 cm de altura, foi executada com canaleta "J" pré-moldada de concreto, que agiliza o processo e evita desperdícios com madeira de caixaria.

As fiadas da alvenaria são detalhadas em planta e em corte, mostrando as amarrações horizontais e verticais. Sempre se faz a planta da primeira fiada após a cinta base e a cada contraverga e verga de janelas e portas, onde se faz coincidir a cinta superior de cada nível.



13. Detalhe geral alvenaria de adobe e interface com sistema de laje de piso e acabamentos

As vergas e contravergas das aberturas são executadas em madeira e concreto, como demonstram os detalhes a seguir, sempre maiores em 30 cm pra cada lado do vão livre. Na verga, a peça interna é em madeira maciça com seção de10x20 cm e a peça externa é em concreto moldado no local, rebaixada para receber depois o peitoril pingadeira e contido por uma peça de madeira, que já fica à vista como acabamento. Já na contraverga utiliza-se a mesma técnica de chumbamento concreto/madeira, mas de forma oposta, pois a cinta superior passa pela prumada interna da parede e faz-se coincidir com a própria contraverga.



14. Detalhes em plantas e corte das vergas (coincidindo com a cinta superior em concreto) e contravergas das esquadrias, as quais integram a aplicação de madeira e concreto

As imagens seguintes mostram as etapas do processo construtivo e da obra recém-habitada.

15. Fotos de detalhes das contravergas e das vergas (coincidindo com a cinta superior em concreto) e um exemplo de uma grande esquadria possível com esta tecnologia (direita)

16. Junção de madeiras das contravergas

17. Mão francesa de madeira apoiada no pilar de concreto

18. Junção verga/cinta superior com pilar de concreto

19. Pingadeira da contraverga

20. Tela metálica no reboco da junção entre concreto e adobe

21. Junção viga/adobe antes do reboco

22. Encontro da impermeabilização do terraço jardim com a parede de adobe

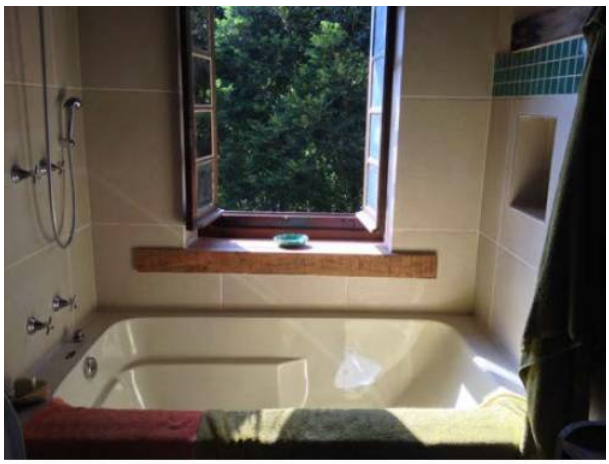
23. Terraço jardim estabelecido. Rufo de alumínio na junção com a parede de adobe

24. Fachada sul com adobes à vista

25. Fachada sul rebocada, com primeira demão de pintura à base de cal

26. Contraste adobe à vista e pintura de cal

27. Arremate da bancada em pedra e a contraverga em madeira. Prateleiras fixadas no adobe



28. Escada e banheiro. Piso de madeira e cimento queimado

29. Fachada Norte. Pintura à base de cal

30. Carregamento dos adobes na empresa Adoberia – Ecotijolos e Paredes Artesanais de Terra Crua.

31. Entrega na obra, com caminhão munk, dos adobes paletizados e embalados com plástico filme

Márcio Holanda Cavalcante
Arquiteto e Urbanista pela Universidade Federal do Ceará – UFC em 2001
Especialização em Permacultura pelo IPEC e pelo Instituto de Permacultura da Bahia no ano 2000, especialização em Bioconstrução pelo Instituto de Tecnologia Intuitiva e Bioarquitetura - Tibá no ano 2000.
Trabalha com técnicas de bioarquitetura desde 2003. Desde 2008 desenvolve bioconstruções no escritório Baixo Impacto Arquitetura. Atualmente também é produtor de adobe e presta serviço de construções em terra com a empresa Adoberia.

marciohbioarq@gmail.com

FICHA TÉCNICA

Casa de Campo
Local: **Paulo Lopes, SC**
Data de início do projeto: **2014**
Data da conclusão da obra: **2015**
Área do terreno**:**
Área construída: **95,00 m²**
Arquitetura: **Escritório Baixo Impacto Arquitetura Márcio Holanda, Paulo Rodrigues e Ana Ruivo.**
Construção:
Estrutura:
Hidráulica:
Fotos:
Fornecedores:
ADOBES: **Adoberia – Paredes Artesanais em Terra Crua** (Florianópolis).
http://adoberia.wixsite.com/adoberia

MADEIRAS DE DEMOLIÇÃO: **Madeiras do Sul**
https://www.facebook.com/madeirasdosul/?fref=ts
Escada, assoalhos de piso e forro, estrutura.

1.Brises do prédio principal

CENTRO DE PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS

Obra com uso de terra com certificação de construção sustentável

Thiago Pratto
Frederico Rosalino

O Centro de Práticas Sustentáveis foi o primeiro projeto no Brasil totalmente projetado e construído atendendo aos preceitos da bioarquitetura e bioconstrução a ser certificado como construção sustentável. O projeto recebeu o selo AQUA.

Arq. Thiago Pratto
Eng. Civil Frederico Rosalino

O Centro de Práticas Sustentáveis é o primeiro projeto edificado no Brasil, desenvolvido de acordo com os preceitos da bioconstrução, certificado pelo selo AQUA. Seu partido arquitetônico fundamentou-se na sustentabilidade. O cliente demandou uma obra sem resíduos, utilizando materiais naturais de baixo impacto.

O projeto conta com diversas técnicas construtivas sustentáveis, entre elas podem-se destacar as de execução de paredes de alvenaria com tijolos de solo-cimento e de taipa de mão.

Madeiras de reflorestamento principalmente as de eucalipto foram utilizadas nas estruturas dos prédios. Na cobertura do salão foi utilizado bambu da espécie *Dendrocalamus asper* como material estrutural.

Coberturas verdes foram implantadas em dois prédios do Centro.

O complexo conta com sistema de tratamento de águas servidas do tipo *wetland* (zona de raízes). Quatro tanques para reservar a água da chuva captada nas calhas das coberturas dos prédios foram construídos com a técnica de ferrocimento.

O Centro utilizou resíduos da demolição do Estádio Nacional de Brasília para a pavimentação dos estacionamentos (4).

Todas estas práticas possibilitaram que o projeto se tornasse referência em construção ecológica em Brasília, visitado por estudantes, profissionais e curiosos a fim de conhecer as interessantes e adequadas técnicas de construção utilizadas.

O Centro é composto por três edificações e um viveiro para a produção de mudas de plantas.

O prédio principal, com área total de 875 m², possui salas de capacitação, cozinha e sanitários, além da área administrativa para a gestão do Centro.

As fundações são em concreto armado e, sobre elas, uma trama de eucalipto tratado compõe a superestrutura do prédio.

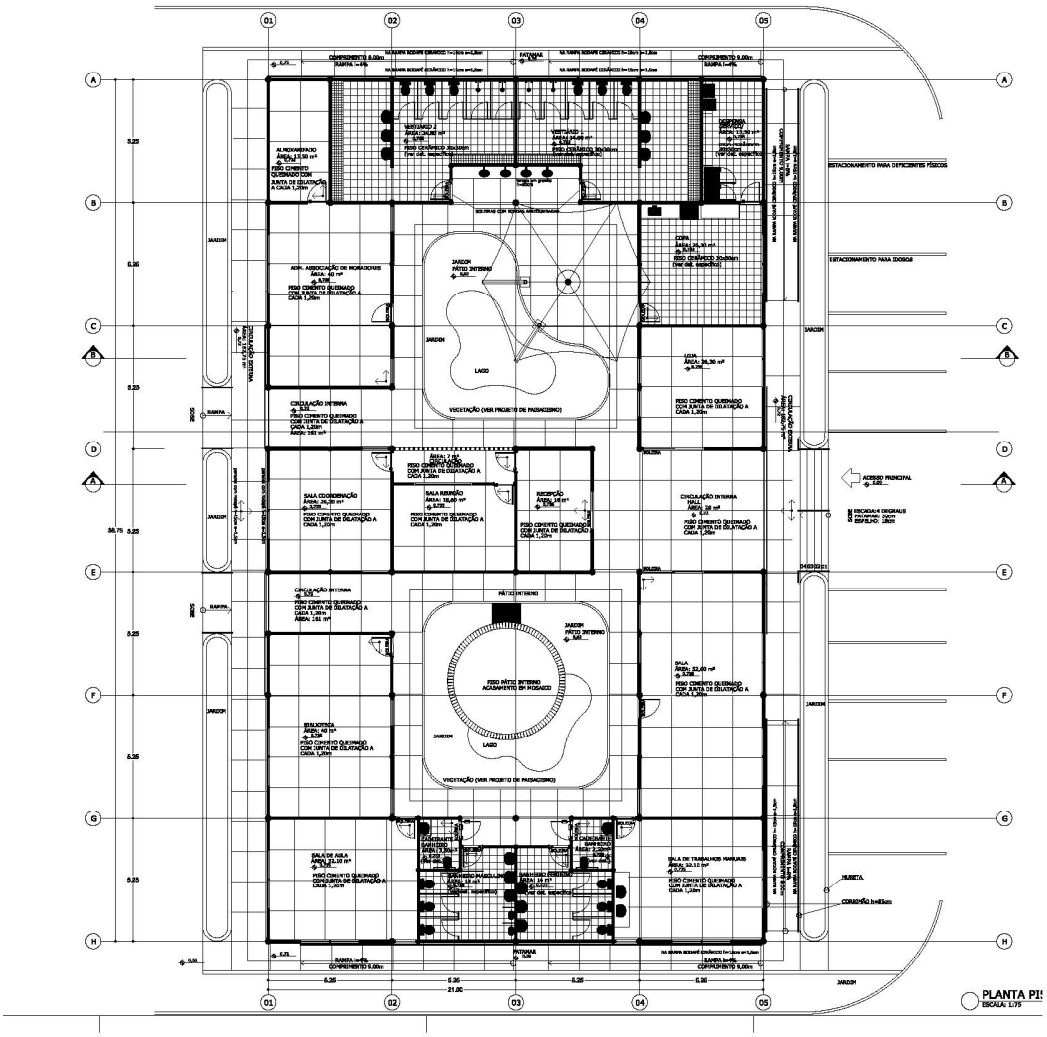
Paredes de tijolos de solo-cimento foram utilizadas na vedação do edifício que contou também com vedações em taipa de mão.

As esquadrias, executadas a partir de madeira de reflorestamento, são fechadas por painéis de composto de serragem-cimento (5).

A cobertura é do tipo verde onde são utilizadas gramas do tipo amendoim para compor o telhado.

4. Vista do estacionamento

5. Detalhe da esquadria



6. Planta baixa do prédio da administração

7. Organização dos tijolos no canteiro

8. Assentamento da primeira fiada

9. Assentamento dos tijolos de solo cimento

10. Marcação do nível das fiadas

Nas paredes do prédio da administração optou-se pelo uso do tijolo de solo cimento, técnica bastante utilizada como alvenaria estrutural.

A escolha deste tipo de vedação deu-se pelo fato de ser um componente da alvenaria que não necessita da queima para sua fabricação, o que reduz significativamente a emissão de CO_2 na atmosfera quando comparado à alvenaria de tijolos cerâmicos.

Outro fator decisivo foi a possibilidade da racionalização do seu uso, uma vez que o assentamento exige uma paginação prévia, além de dispensar o reboco na maioria das paredes, reduzindo a geração de resíduos

Para maior proteção da parede foi aplicada uma resina própria para tratamento de superfícies.

Os tijolos de solo-cimento são fabricados utilizando a prensa pneumática, o que confere ao material maior resistência e homogeneidade. Os tijolos foram fornecidos em pallets, favorecendo a organização do canteiro de obras, ponto importante para atendimento dos quesitos de sustentabilidade para a obtenção do selo AQUA.

Os resíduos gerados na produção das alvenarias foram utilizados como filtros nos sistemas de tratamento de esgotos, as *wetlands*.

11. Ensaio empírico do solo para taipa de mão

12. Detalhe da trama da taipa de mão

Acima das vigas de eucalipto, as vedações foram em taipa de mão (pau a pique). A técnica foi denominada “bambu a pique”, uma vez que, para o entramado, foram utilizadas sobras dos bambus da cobertura do Galpão de reuniões.

As tramas eram formadas por montantes (verticais) a cada 40 cm e ripas (horizontais) a cada 20§cm.

O solo utilizado foi o do próprio local, conhecido como latossolo vermelho. Não houve adição de cimento ou areia na massa.

O solo era peneirado e misturado com água até formar o barro (por meio de ensaios empíricos era feita a verificação de sua consistência), para na sequencia ser aplicado.

Após a aplicação da última camada do barro, as superfícies eram desempenadas deixando-as lisas. Após a secagem completa das paredes foi aplicada uma resina própria para tratamento de superfícies (14).

A escolha por este sistema de vedação teve como objetivo principal demonstrar a sua viabilidade técnica e econômica, além de garantir um conforto térmico compatível com o uso da edificação.

Para efeito educativo, foi deixada uma parte da trama da taipa amostra (13).

13. Amostra da taipa de mão para fins educativos

14. Detalhe da taipa de mão acabada

15. Vista do prédio de apoio do viveiro

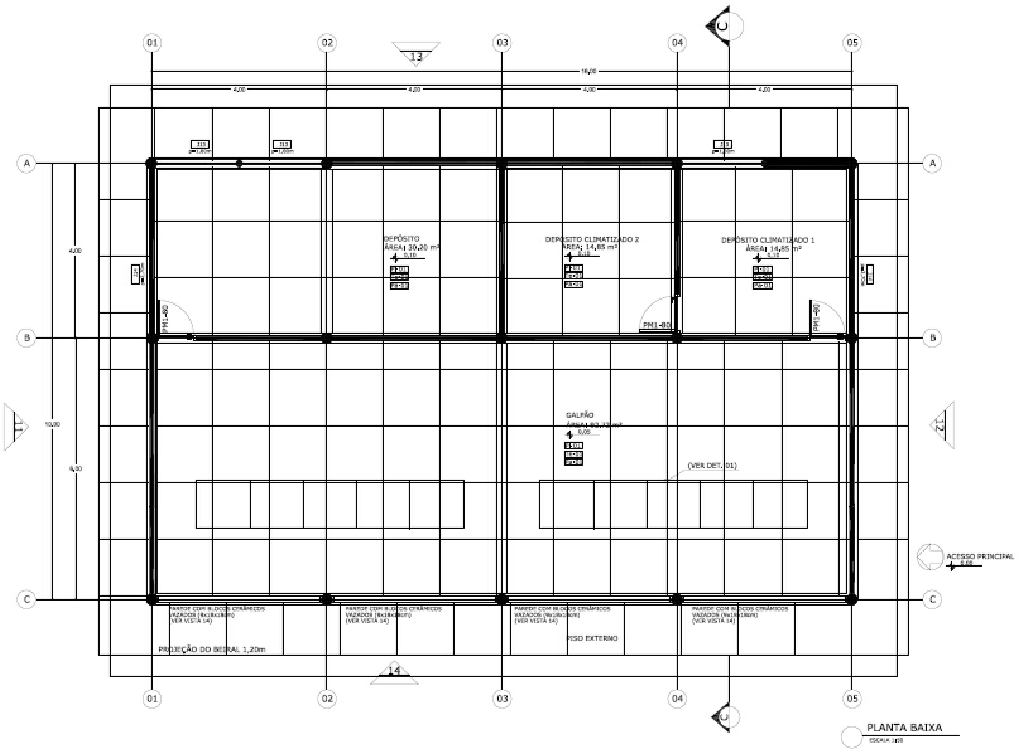
O Centro conta com uma área de viveiro para a produção de mudas para reflorestamento e um prédio de apoio para guardar equipamentos e preparo e plantio das sementes.

Com área total de 167 m² o prédio foi concebido com sistema estrutural semelhante ao do prédio da administração, fundação em concreto armado, estrutura em eucalipto, vedações em tijolos de solo-cimento e taipa de mão, além de partes em cobogó.

A cobertura do prédio é do tipo verde onde são utilizadas gramas do tipo amendoim.

16. Detalhe do Galpão de apoio ao viveiro

17. Detalhe do forro o prédio

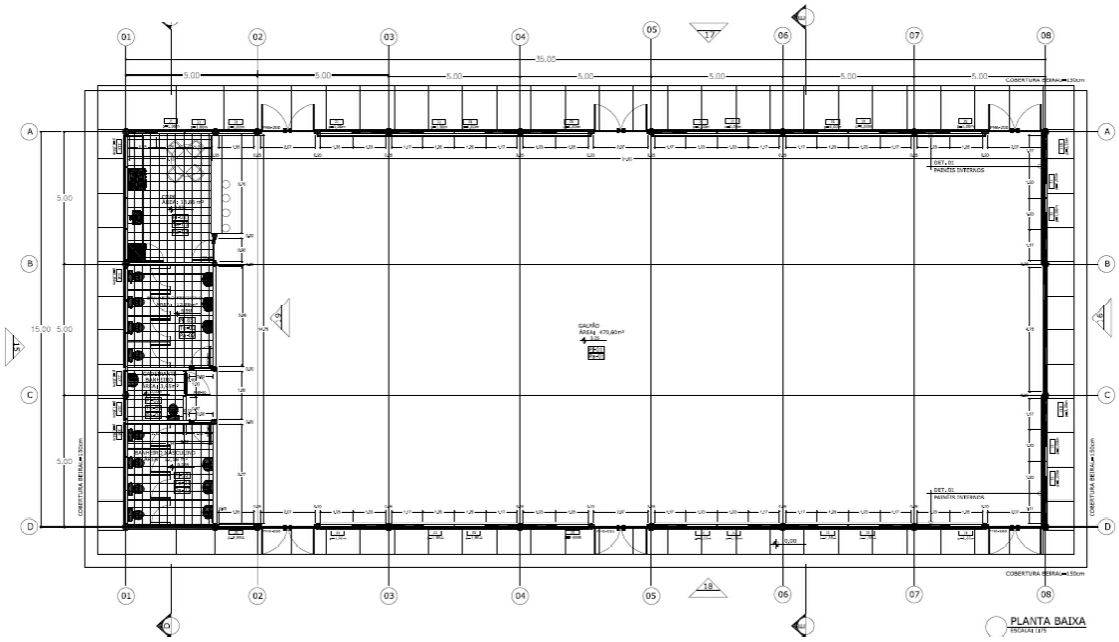


18. Planta do prédio de apoio do viveiro

Um Salão com área total de 537 m² equipado com cozinha e sanitários foi projetado para abrigar reuniões e eventos.

O sistema estrutural deste prédio também segue os mesmos dos descritos anteriormente, com a diferença que na estrutura do telhado foi utilizado bambus da espécie *Dendrocalamus asper* cujas tesouras pré-fabricadas vencem um vão livre de 15 metros.

A cobertura em telhas de resíduo de tubo de pasta de dente garantem o uso de materiais recicláveis, item importante para a certificação.



20. Planta baixa do Salão

21. Detalhe da cobertura do Salão

22. Detalhe da construção do Salão

23. Entrada do Salão

24. Detalhe da cobertura do Salão

Thiago Prato é bioarquiteto e paisagista. Trabalha com projetos de casas ecológicas, planejamento sustentável de propriedades. Mora em Jundiaí, SP

Frederico Rosalino é engenheiro civil especialista em construções sustentáveis. Mora em Brasília, DF
frederico.rosalino@gmail.com

FICHA TÉCNICA

FUNÇÃO DA OBRA/PROJETO

Local: **Brasília, DF**

Data de início do projeto: **2009**

Data da conclusão da obra: **2014**

Área do terreno**: 10.546 m²**

Área construída: **1.500,00 m²**

Arquitetura: **Thiago Prato**

Construção: **IPÊS CONSTRUTURA**

Projetos complementares:**BIOESTRUTURA ENGENHARIA LTDA.**

Fotos: **Frederico Rosalino**

1. Espiral de terra ensacada. Detalhe do muro da divisa

CASA VIVA.
Saúde e bem estar nos ambientes

Flávio Duarte

Casa projetada e construída para promover o bem estar e a saúde de seus moradores e do entorno imediato. Projeto e obra desenvolvidos com materiais locais e de baixo impacto. Durante o projeto, foram feitas avaliações sensíveis e prospecções geobiológicas para determinar a localização de cada função pretendida para o terreno, e sua relação com o programa de necessidades e condicionantes naturais do local. Para a obra propriamente dita foram usados: fundação de pedras, madeiras de demolição e reflorestamento, verniz natural, tinta natural e atóxica à base de argila, emboços e rebocos à base de terra e minerais, teto vivo produtivo, piso natado ecológico, estruturas de bambu para telhado do alpendre e varanda, saneamento ecológico com tratamento e reuso de efluentes, captação de água da chuva, composteira e geopuntura.

Flávio Duarte
Residência, Brumadinho, MG

Casa Viva

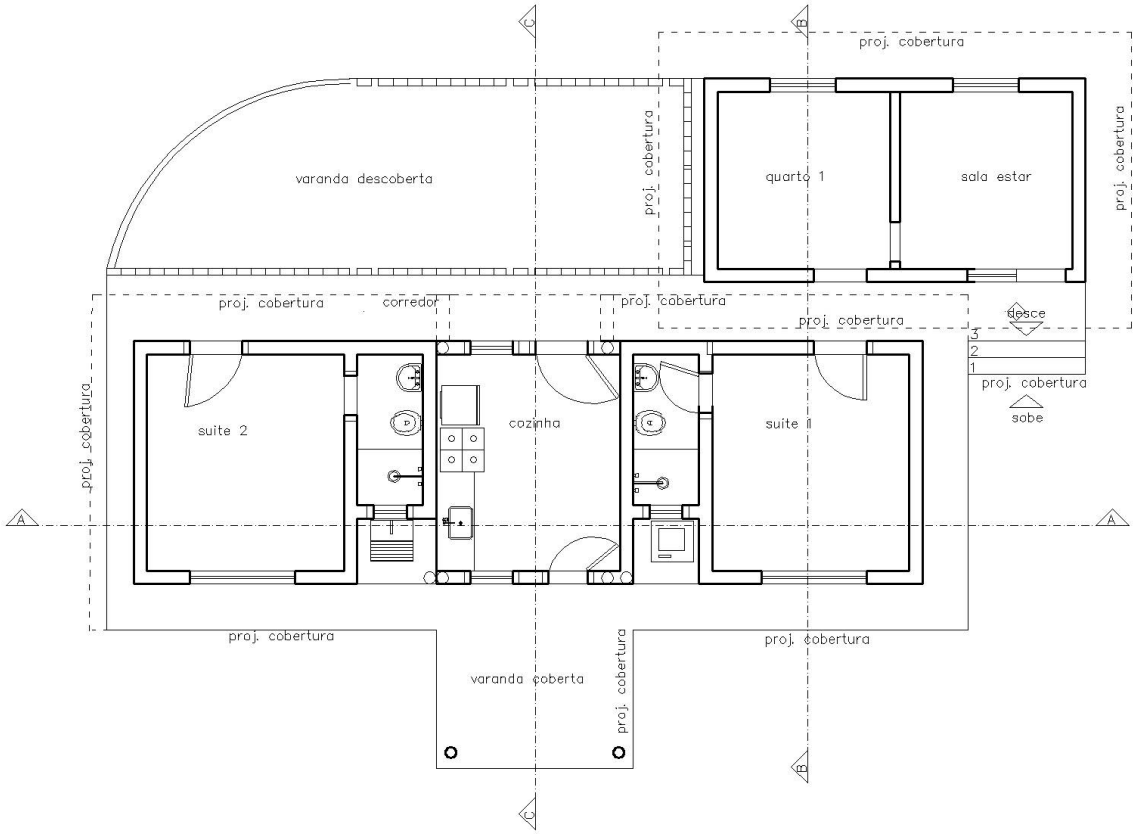
A residência foi projetada e executada em etapas. Na primeira, foram executados os dois quartos localizados nas laterais da cozinha, a cozinha e a varanda de bambu no fundo. As paredes desses cômodos foram executadas com adobe, reboco e tinta a base de terra e cal. A cobertura de cada quarto é do tipo teto vivo produtivo, que melhora o conforto dos cômodos e disponibiliza área ensolarada para plantio de alimentos, já que o terreno é bastante arborizado e sombreado.

Todas as técnicas abordadas e incorporadas ao projeto visam o bem estar e a saúde dos moradores e também do local onde a obra se encontra.

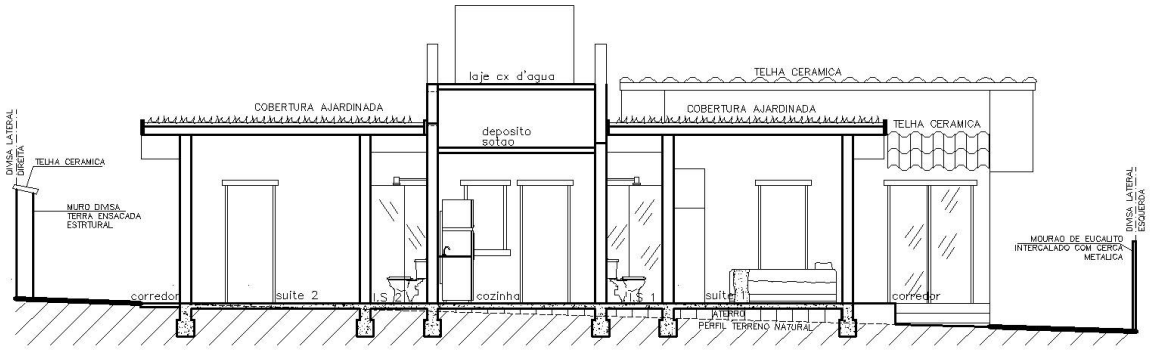
3. Entalhe na alvenaria para colocação da esquadria

4. Parede de adobe

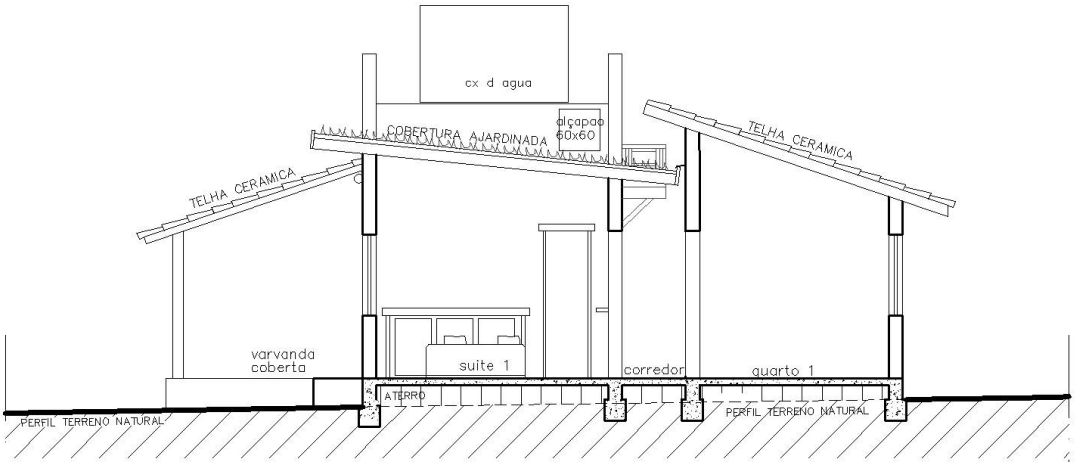
5. Parede de terra ensacada



6. Planta esquemática



7. Corte AA esquemático



8. Corte BB esquemático

9. Banheiro social – Revestimento cerâmico assentado nas paredes de terra ensacada, tela sacaria e argamassa CPII

A equipe formada por dois pedreiros e dois serventes foi capacitada pela Biohabitate. Além da própria função de pedreiro, utilização e domínio das ferramentas (prumo, nível, etc.) os funcionários da obra aprenderam a lidar com as técnicas de construção com terra e não convencionais.

Como a obra e projeto foram realizados em etapas, foi possível capacitar a mão de obra para execução das diferentes técnicas de maneira bem específica e de acordo com o desenvolvimento da obra.

10. Pedreiro Nilson assentando os adobes

11. Pedreiro Wanderley ajustando fiadas

12. Aplicação do emboço de terra

13. Aplicação do reboco mineral pigmentado

15. Fachada principal

16. Detalhes do acabamento interno – Sala de estar e copa

Flavio Duarte, arquiteto e urbanista. É fundador e diretor executivo da BIOhabitate, membro da rede TerraBrasil, parecerista dos periódicos semestrais de arquitetura da PUC-Minas, ex-diretor de arquitetura do Instituto Brasileiro de Geobiologia e Biologia da Construção, foi o responsável pela comissão de seleção de trabalhos para dois congressos internacionais de Bioarquitetura, ex-colunista do jornal Folha da Engenharia. Ver currículo - www.biohabitate.com.br/sobre-nos/flavio-duarte-2/
flavio@biohabitate.com.br

FICHA TÉCNICA

FUNÇÃO DA OBRA/PROJETO

Local: **Brumadinho, MG**

Data de início do projeto: **2012**

Data da conclusão da obra: **2013**

Área do terreno**: 1.000 m²**

Área construída: **140 m²**

Arquitetura: **Flávio Duarte**

Construção: **Biohabitate**

Estrutura: **Biohabitate**

Hidráulica: **Biohabitate**

Fotos: **Bruno Azevedo e Flávio Duarte**

Fornecedores: **Citropack** – Fornecimento das Sacarias de Polipropileno para a terra ensacada; **Italit** – Fornecimento de reboco mineral pigmentado

1 – Vão da escada de madeira que dará acesso ao 2º pavimento
SOL DA TERRA.
Terra ensacada em Parnaíba, PI
Bruno Azevedo e Flávio Duarte

2 – Execução da parede do 2º pavimento com 1,2 m de altura

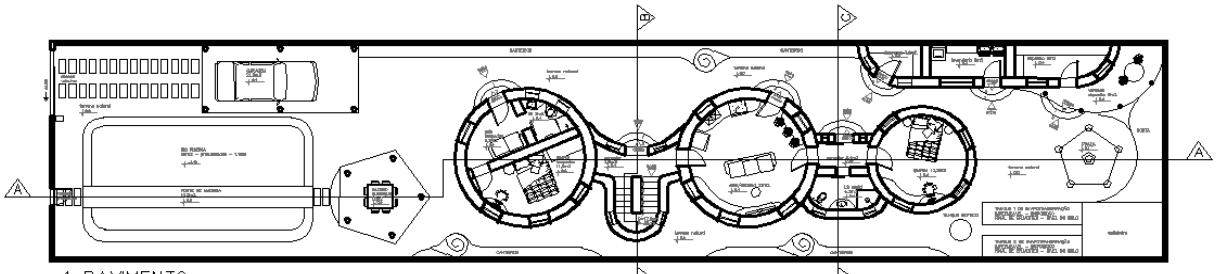
A terra ensacada é uma técnica que vem ganhando espaço dentre as opções de construção com terra, principalmente pela praticidade, resistência e flexibilidade na formação de suas formas. Em um contexto onde as dimensões do terreno (10 m x 50) e as condições climáticas eram desafiadoras, tanto para o projeto, quanto para a execução da obra, realiza-se uma obra que representa um exemplar raro da técnica, com paredes estruturais e o segundo pavimento. Na busca da compatibilidade com o meio ambiente, a residência conta com tetos vivos e produtivos, saneamento com responsabilidade ambiental (tanques de evapotranspiração).

Bruno Azevedo e Flávio Duarte
Residência, Parnaíba, PI

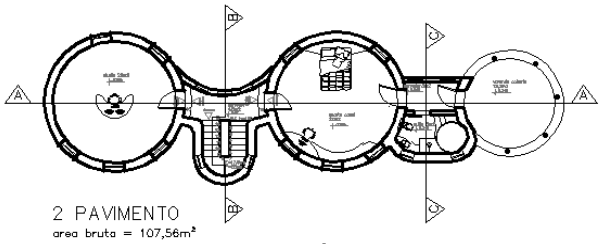
3 – Parede de terra ensacada – dois pavimentos

O resgate com a natureza e a busca de uma vida de bem estar foram os motivos que levaram um jovem casal do litoral do Piauí a buscar a Biohabitate para realização de um sonho. Com um terreno desafiador, com proporções difíceis, teve-se a tarefa de projetar uma casa de dois pavimentos de parede de terra ensacada, saneamento descentralizado e tratado no próprio local. Um apartamento para hóspedes com banheiro e cozinha próprios, e a cozinha conjugada com a sala e um quarto, compõem o primeiro pavimento. Uma suíte, um estúdio de música e uma varanda, que é um verdadeiro mirante, forma o segundo.

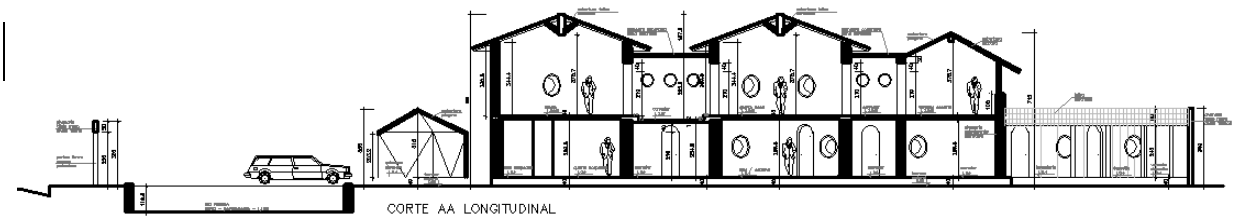
4 – Janela da sala conjugada à cozinha



1 PAVIMENTO
area bruta = 171,1m²
area a descontar varanda coberta = 42,38m²
area liquida = 128,72m²
ESTUDO LAYOUT - Esc. 1/100



2 PAVIMENTO
area bruta = 107,56m²
area a descontar varanda coberta = 13,3m²
area liquida = 66,26m²
ESTUDO LAYOUT - Esc. 1/100



CORTE AA LONGITUDINAL

5 – Quarto no 1º pavimento

6 – Paredes do estúdio no 2º pavimento

O desenho da casa foi proposto pensando em uma implantação que colocasse a maioria das suas aberturas protegidas do sol do norte e oeste. Assim abriu-se a maioria das janelas para as fachadas sul e leste.

O programa da casa é distribuído em 237,05 m² de área construída, composto por três quartos, sendo uma suíte para hóspedes e um quarto no primeiro pavimento, e a suíte do casal, no segundo pavimento.

A casa tem dois grandes volumes cilíndricos que abrigam dois pavimentos com plantas circulares.
Em um dos cilindros, tem-se, no primeiro pavimento, uma pequena sala e suíte para receber parentes e amigos. A suíte de hóspedes tem entrada independente do restante da casa, e pode ter atividades não conflitantes com a intimidade dos proprietários da residência. Logo após a suíte de hóspedes, ainda no primeiro pavimento, tem-se o hall de chegada, ou corredor de entrada para as demais dependências da casa. Esse hall de chegada dá acesso para o ambiente circular com sala e cozinha conjugadas. Também nesse hall tem-se a escada que dá acesso para o segundo pavimento.

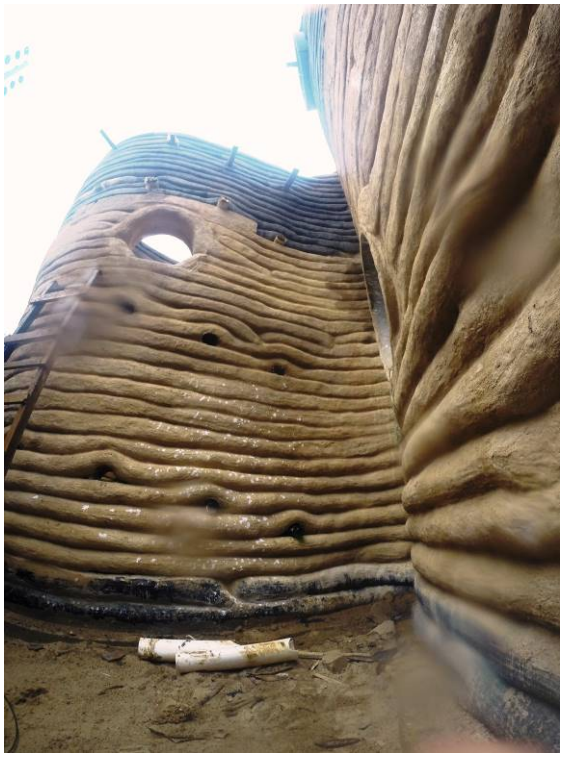
Ainda no primeiro pavimento, um corredor liga a sala e cozinha a um banheiro social e quarto.

Desse corredor tem-se acesso para o terreno natural e também para o volume descolado do corpo da casa, que abriga a área de apoio com despensa, lavanderia e depósito.

No segundo pavimento tem-se a suíte e a varanda reservada para o casal, além de um estúdio de criação e música para os trabalhos do casal.

Sobre a área da suíte do casal tem-se mais um volume que abriga o boiler do sistema de aquecimento solar da água e também abriga o barrilete da caixa d'água. Esse volume é coberto com estrutura de madeira e telhas cerâmicas.

7 – Panorâmica da sala conjugada à cozinha



8 – Parede externa do hall da escada

9 – Levantamento das paredes do 2º pavimento

Para o controle de qualidade da parede buscou-se um laboratório recomendado pelo calculista que realizara o projeto de fundação, o Eng. Iranildo Camapum, considerando o fato de não existirem normas técnicas brasileiras sobre procedimentos de ensaios de parede de terra ensacada. Foram realizados ensaios de resistência à compressão cujos resultados aproximaram–se aos dos testes realizados de campo. Uma resistência superior ao necessário para o bom desempenho da alvenaria. Os números alcançados foram de 4,7 MPa.

O valor do investimento dessa obra é de aproximadamente R$ 600,00/m², que contando com a mão de obra, materiais, projetos e assessoria técnica da Biohabitate, mas excluído o terreno urbano localizado em Parnaíba – Piauí

Em relação à média do mercado local da construção civil, o valor alcançado significa uma redução de pelo menos 50% dos custos de uma edificação do mesmo padrão.

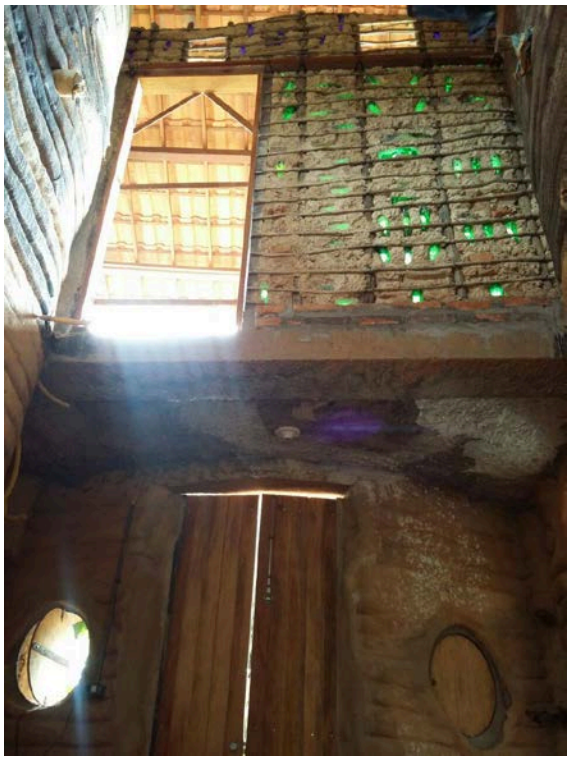
10 – Rompimento do corpo de prova

11 – Banheiro

Sol muito forte, ventanias diárias e um período de chuvas que apresentavam a força das tempestades tropicais formavam o clima desse cenário. Os arquitetos da Biohabitate, Bruno Azevedo e Flávio Duarte capacitaram a equipe composta por cinco trabalhadores, sendo um deles o mestre de obras responsável pelo andamento e outros quatro. Também fez o treinamento o casal, donos da obra.

Foram analisadas diversas amostras de solo e, por experimentação, foram selecionadas as amostras que demonstraram melhor desempenho. As fiadas de terra ensacada do primeiro pavimento foram estabilizadas com 8% de cimento e possuem 50 cm de largura, o que melhora significativamente seu desempenho.

No segundo pavimento, as fiadas de terra ensacada foram feitas apenas com o solo estabilizado com areia. Ainda foram feitos dois painéis de pau a pique para fechamento em locais onde paredes mais leves eram necessárias.



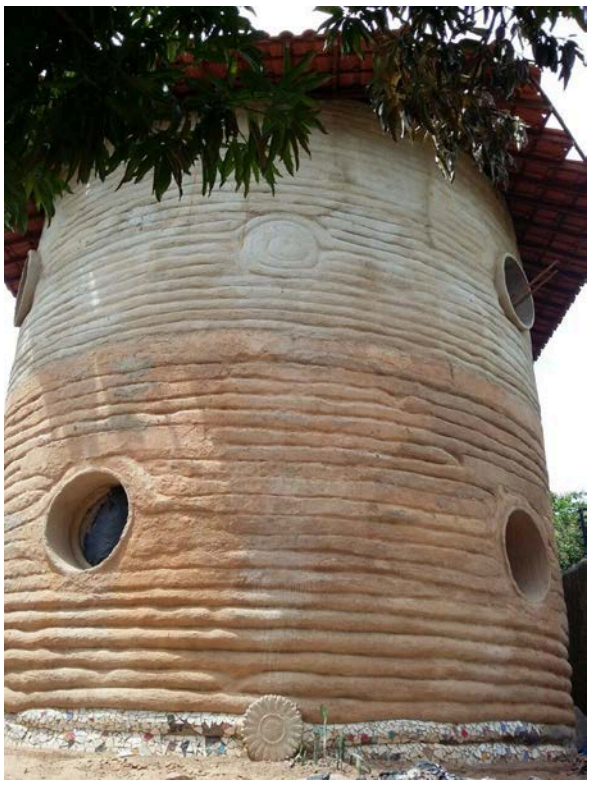
12 – Execução de parede de pau a pique

Durante a execução da obra foram realizadas oficinas de capacitação e apresentação de diversas técnicas que agregam valores ambientais à edificação.

13- Primeiro treinamento da equipe da obra

Foram realizadas quatro oficinas: 1 de terra ensacada, 1 de reboco e acabamento em terra, 1 de teto vivo e 1 de saneamento. Cada oficina teve o objetivo de aprimorar o conhecimento que os funcionários da obra receberam durante todo o processo e apresentar a um público diversificado, as técnicas citadas.

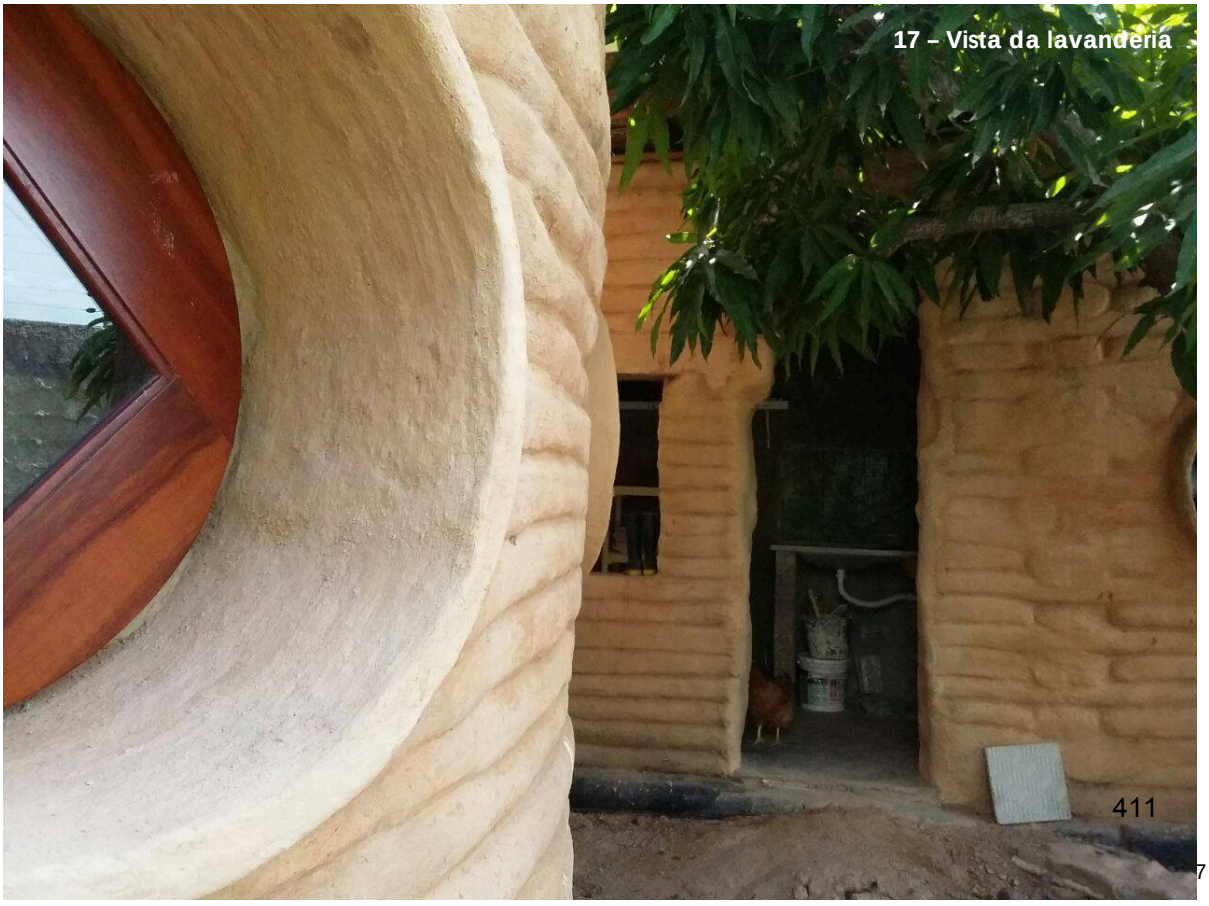
14 – Turma do curso de teto vivo e o protótipo



15- Fachada frontal adequada para ser resguardada do sol intenso do Piauí

16- Porta de entrada no 1º pavimento e parede de pau a pique no 2º pavimento

Os rebocos foram feitos com argamassa de terra, cimento, cal (hidradata, em pasta) e fibras orgânicas, denominada calfitice. Apresentaram excelente ancoragem nas paredes e resistência à abrasão.



17 – Vista da lavanderia

18 - Harmonia entre a mangueira e a casa – Todas as árvores foram preservadas

19 – Execução do telhado da varanda

20 – Cozinha

Atualmente a obra encontra-se em fase de finalização. O primeiro pavimento está totalmente concluído e os moradores já o estão ocupando. O restante segue naturalmente o seu curso

1

2

1. **Bruno Azevedo** é arquiteto e urbanista formado em 2008 no Centro Universitário Izabela Hendrix. Desde 2003 trabalha com projetos e obras de baixo impacto, cursos de capacitação de mão de obra para execução, conservação e restauro de construções com terra. Foi fundador e diretor da empresa Threna – arquitetura e construção desde 2003, onde hoje atua como consultor . No período de 2005 até julho de 2007, foi diretor do Departamento de Arquitetura da UNINCOR, Universidade do Vale do Rio Verde e diretor de obras da instituição CEFLUMARE nos anos de 2008 e 2009. Atualmente é sócio e diretor executivo da BIOhabitate.
bruno@biohabitate.com.br

2. **Flavio Duarte**, arquiteto e urbanista. É o fundador e diretor executivo da BIOhabitate, membro da rede TerraBrasil, parecerista dos periódicos semestrais de arquitetura da PUC-Minas, ex-diretor de arquitetura do Instituto Brasileiro de Geobiologia e Biologia da Construção, foi o responsável pela comissão de seleção de trabalhos para dois congressos internacionais de Bioarquitetura, ex-colunista do jornal Folha da Engenharia. Ver currículo - www.biohabitate.com.br/sobre-nos/flavio-duarte-2/
flavio@biohabitate.com.br

FICHA TÉCNICA

RESIDÊNCIA SOL DA TERRA

Local: **Parnaíba, PI**

Data de início do projeto: **2015**

Data da conclusão da obra: **em fase de finalização**

Área do terreno**: 500 m²**

Área construída: **237,05 m²**

Arquitetura: **Flávio Duarte e Bruno Azevedo**

Construção: **Mauricio Barbosa e Biohabitate**

Capacitação da mão de obra: **Biohabitate**

Estrutura: **Eng. Iranildo Junio Camapum Brandão**

Hidráulica / Elétrica: **Biohabitate**

Fotos: **Biohabitate**

Fornecedores: **Citropack** – Fornecimento da sacaria de polipropileno para a terra ensacada.

TerraBrasil 2016
VI Congresso de arquitetura e construção com terra no Brasil

No presente livro são apresentadas as seguintes oficinas realizadas durante o evento: *Comportamento de solos*; *Técnica mista*; *Adobe*; *Taipa*; *BTC*; *Revestimento*; e, *Tintas*.

Os 29 trabalhos acadêmicos aprovados, dentre *artigos científicos* e *informes técnicos*, são agrupados segundo os seguintes temas:

1. Materiais e técnicas construtivas;
2. Patrimônio: documentação, conservação e restauro;
3. Arquitetura contemporânea; e,
4. Ensino, capacitação e transferência de tecnologia.

Também são apresentados os 8 trabalhos relativos a *Projetos & Obras*, modalidade de artigo técnico instituída no TerraBrasil 2014, na qual são apresentados trabalhos profissionais relacionados às práticas da construção com terra.

Realizar o evento em uma universidade pública (UNESP-Bauru) na qual são ofertados cursos de graduação e de pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Civil e Ambiental, tornou-se uma excelente oportunidade para sensibilizar a comunidade acadêmica para a importância da incorporação do tema da arquitetura e construção com terra em seus currículos regulares, não somente por sua adequação atual como material sustentável, mas também pelo resgate de culturas construtivas de grande importância à história do país.

ISSN 2178-1729

Organização: Rede TerraBrasil; faac; PPGARQ Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo

Apoio: FEB Faculdade de Engenharia Bauru; PROTERRA; PROPG Pró-Reitoria de Pós-Graduação; CNPq Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico