Por que duas casas ficam em pé e uma cai?

Estudo multicaso do processo construtivo de 3 habitações sociais em adobe nos Assentamentos Rurais Pirituba II e Sepé Tiaraju - SP - Brasil

Mauricio Guillermo Corba Barreto

Dissertação de mestrado

Orientadora:
Profa. Dra. Akemi Ino

São Carlos, 2011

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

MAURICIO GUILLERMO CORBA BARRETO

Por que 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**

São Carlos

2011

Por que 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.

Mauricio Guillermo Corba Barreto

Dissertação para obtenção o título de Mestre em Arquitetura

Instituto de Arquitetura e Urbanismo
Universidade de São Paulo

Área de Concentração

Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia

Orientadora

Profa. Dra. Akemi Ino

São Carlos, 2011

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTES
TRABALHOS, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO,
PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

C789p	<p>Corba Barreto, Mauricio Guillermo.</p> <p>Por que 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. / Mauricio Guillermo Corba Barreto ; orientador Akemi Ino. São Carlos, 2011.</p> <p>Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo e Área de Concentração em Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia) – Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 2011.</p> <p>1. Arquitetura e construção com terra. 2. Habitação social rural. 3. Assentamento rural. 4. Processo construtivo em Adobe. I. Título.</p>
-------	---

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato: Arquitecto **MAURÍCIO GUILHERMO CORBA BARRETO**

Título da dissertação: "Por que 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."

Data da defesa: 02/12/2011:

Comissão Julgadora:

Resultado:

Prof.^a Associada **Akemi Ino (Orientadora)**
(Instituto de Arquitetura e Urbanismo/IAU)

APROVADO

Prof. Dr. **Obede Borges Faria**
(Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho/campus de Bauru)

APROVADO

Prof. Associado **João Marcos de Almeida Lopes**
(Instituto de Arquitetura e Urbanismo/IAU)

Aprovado

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo:
Prof. Titular **Renato Luiz Sobral Anelli**

Presidente da Comissão de Pós-Graduação:
Prof. Associado **Paulo Cesar Lima Segantine**

Dedico este trabalho a minha mãe Maria Cecilia Barreto, que me formou com muito amor e esforço para que eu sempre tivesse o valor de lutar por ser cada vez melhor comigo e com os demais.

Dedico também aos meus irmãos, Leo, Janny e Javier, que estiveram sempre me dando palavras alentadoras para afrontar o mestrado num outro país com muita dedicação e motivação.

À memória do meu pai José Guillermo Corba, que faleceu enquanto eu estava aqui no Brasil.

Dedico também à Cristal, minha companheira incondicional, que esteve sempre ao meu lado desde a distância, me dando seu amor, apoiando e ajudando neste longo caminho.

Por fim, dedico o trabalho a todas as famílias que não têm uma moradia digna e que lutam sempre para manter a felicidade das suas famílias!

Agradecimentos

À Akemi Ino, que desde o 2005 me proporcionou a oportunidade de fazer parte de um grupo maravilhoso como é o Habis e porque além de ser minha orientadora, me deu as condições e apoiou para eu me formar como um ser capaz de resolver qualquer problema tanto da vida quanto da minha profissão. Da mesma maneira, agradeço ao Ioshiaqui Shimbo pelas orientações metodológicas e a motivação para ser uma pessoa autogestionária e solidária.

Aos amigos do Grupo Habis que conformaram junto comigo a equipe de 2005-2006: Nagui, Fernando, Carol, Albenise, Ivan, Fernando, Leo, Lúcia, Marta, Tati, Thais, Chico, Andreia, Bia; e da equipe de 2009-2011: Rosana, Simone, Rafael, Rodolfo, Alexandre, Bruna, Tiliâno, Everton, Danielle, Guilherme, Calil, Marine, Angel e Profa. Simone. E a todos os que passaram pelo Habis enquanto eu estive participando.

À Rosana, Ana Lucia e Simone, que me auxiliaram na revisão da ortografia e melhoria da coerência gramatical desta dissertação.

À Cristal por ter me auxiliado na tradução de várias referências consultadas e citadas nesta dissertação.

À Shimbo, Maria, Ana Lucia, Diogo, Mariana, Ademir, Gloria, Sr. Eurides, Dona Maria e Gilda por terem sido uma extensão da minha família nos momentos que eu mais precisava.

Às famílias que fizeram parte dos projetos habitacionais nos Assentamentos Rurais: Pirituba II em Itapeva e Sepé Tiaraju em Serra Azul os dois no Estado de São Paulo, e especialmente às 2 famílias que viveram a experiência da técnica do adobe e construíram junto comigo este trabalho de mestrado.

À família da casa que colapsou por se dispor a me receber na sua nova casa, para que por meio das suas lembranças e vivências que tiveram na

construção e desconstrução da sua casa, eu pudesse coletar vários dos dados apresentados no trabalho.

Ao Convenio PEC-PG/Brasil-Colômbia, e suas entidades patrocinadoras CNPq e CAPES, por terem me dado a possibilidade de ter uma bolsa de estudo de dois anos.

Ao Instituto de Arquitetura e Urbanismo da EESC-USP, que me proporcionou todas as condições para o desenvolvimento da pesquisa.

Aos Laboratórios de Construção Civil e da Geotécnica junto com seus técnicos, que contribuíram com os ensaios tanto do adobe quanto do solo.

Aos professores João Marcos Lopez, Eulalia Portela, João Adriano, Francisco Liernur e Akemi Ino, pelas contribuições e reflexões em cada uma das disciplinas.

Aos Professores Hubert Guillaud (CRATerre-ENSAG) e Luis Fernando Guerrero (PROTERRA) pelas informações fornecidas no SIACOT de Uruguai. Da mesma maneira agradeço a Célia Neves (CEPED e PROTERRA) e o Prof. Obede Faria (HABIS-PROTERRA) pelas contribuições a minhas duvidas, enviadas por e-mail.

[...] durante anos, durante séculos, o camponês tinha sábia e tranquilamente explorado este óbvio material de construção, enquanto a nós com as nossas idéias modernas aprendidas nas escolas, nunca nos tinha passado pela cabeça que fosse possível utilizar um material tão insignificante como a terra numa criação tão séria como uma casa.

Mas por que não? Na verdade, as casas dos camponeses eram pequenas, escuras, sujas e pouco confortáveis, mas não por culpa do tijolo de terra. Naquelas casas não havia nada que não pudesse ser resolvido com um bom projecto e uma varridela. [...]

[...] Façam bons projectos e poderão oferecer aos seus proprietários beleza e conforto...

Hassan Fathy

RESUMO

CORBA BARRETO, M. G. **Por que 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.** 335 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em arquitetura e urbanismo da Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

No âmbito da Arquitetura e Construção com terra, a produção de habitação social rural, nos últimos 30 anos, tem começado a se posicionar como uma solução contemporânea e viável ao problema da necessidade habitacional no mundo. O adobe, apesar de ser uma das técnicas e tecnologias mais antigas, tem sido pouco praticado no Brasil para a construção de obras novas, em contextos como o da habitação social rural. No entanto, dentre outras iniciativas destacam-se as do Grupo de Pesquisa em Habitação e Sustentabilidade HABIS, vinculado ao Instituto de Arquitetura da Universidade de São Paulo IAU-USP, o qual promoveu a implementação do adobe para a produção de três habitações em dois Assentamentos Rurais, ambos localizados no estado de São Paulo. Este trabalho teve como objetivo investigar o processo construtivo em adobe de três habitações, sendo um no Assentamento Rural Pirituba II e dois construídos no Assentamento Rural Sepé Tiaraju, buscando identificar condições possivelmente relacionadas à conservação de duas destas casas e ao colapso da outra. O trabalho se desenvolveu por meio da pesquisa ação e o estudo de múltiplos casos, tendo como principais resultados a definição de etapas, variáveis e características do processo construtivo dos três casos, a partir de: **a)** um estudo independente, encontrando razões que levaram ao colapso de uma casa e aspectos das etapas construtivas que possibilitaram às outras duas ficarem em pé, em função do Assentamento Rural de que fazem parte; **b)** um estudo grupal, encontrando, por meio da criação de uma ferramenta de categorização, semelhanças, diferenças, problemas e avanços das etapas construtivas das habitações estudadas; **c)** uma análise integral considerando os seguintes aspectos do processo construtivo das habitações estudadas: projeto geral no âmbito do qual foram desenvolvidos, atores, tradição construtiva e o meio natural e climático. Com o estudo desenvolvido foi possível realizar um breve panorama, sobretudo internacional, de 16 exemplos similares ao objeto empírico desta pesquisa.

Palavras-chave: Arquitetura e construção com terra. Habitação social rural. Assentamento rural. Processo construtivo em Adobe

ABSTRACT

CORBA BARRETO, M. G. **Why two houses are standing and one fall? Multicase study of the construction process of three adobe social housing in Rural Settlements Pirituba II and Sepé Tiaraju - SP – Brazil.** 335 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em arquitetura e urbanismo da Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

The production of rural housing with earthen construction techniques, in the last 30 years, has represented a modern and viable solution to the problem of housing need in the world. The adobe, despite being one of the oldest earthen techniques, has been little used in Brazil for the construction of new houses, especially as rural social housing. However, among other initiatives, stands out the experience of the Research Group on Housing and Sustainability - HABIS, linked to the Institute of Architecture and Urbanism at the University of São Paulo (IAU-USP São Carlos), which promoted the implementation of adobe on the production of three houses in two rural settlements, both located in the state of São Paulo. This work aimed to investigate the construction process of these three adobe houses, one in the Rural Settlement Pirituba II and two built in Rural Settlement Sepé Tiaraju, and the conditions possibly related to the conservation of two houses and the collapse of another. The work was developed through the action research methodology and the study of multiple cases, and the main results was the definition of the steps, variables and characteristics of the construction process of the three cases, achieved from: a) an independent study, finding reasons that led to the collapse of a house and aspects of constructive steps that enabled the other two to be concluded, according to each Rural Settlement; b) a group of studies, which showed similarities, differences, problems and progress of the construction stages of the studied houses, through the creation of a tool for categorization; c) a comprehensive analysis considering the following aspects of the construction process of the studied houses: general project under which they were developed, actors, building tradition and the natural environment and climate. With this study it was also possible to conduct a brief overview, especially international, of 16 examples, similar to the empirical object of this research.

Keywords: Architecture and earth construction. Rural social housing. Rural settlement. Adobe construction process.

SUMÁRIO

Apresentação	21
--------------------	----

INTRODUÇÃO

VELHOS E NOVOS DISCURSOS DA ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO COM TERRA:
DA HISTÓRIA À PESQUISA

23

CAPÍTULO 1

O ADOBE NA HABITAÇÃO SOCIAL EM ÁREAS RURAIS:
PANORAMA NACIONAL E INTERNACIONAL

51

1.1. Projetos sociais e rurais em adobe: exemplos de habitações e equipamentos comunitários em Ásia, África e América Latina	53
1.1.1. Projeto “Um Milhão de Casas” no Sri Lanka – Sul da Ásia	54
1.1.2. Projeto de reconstrução da aldeia Ghandi Nu-Gam em Gujarat - Índia	55
1.1.3. Programa “Tetos de Terra” em Burkina Faso - África	57
1.1.4. Projeto “Construção sem Madeira” em Burkina Faso - África	59
1.1.5. Projeto de diagnóstico das habitações de adobe em Malawi - África	60
1.1.6. Construção de habitações e equipamentos comunitários em Malawi e África do Sul	61
1.1.7. Projeto piloto com adobe e outras técnicas em Uganda - África	64
1.1.8. Projeto de reconstrução habitacional após furacão na Nicarágua	67
1.1.9. Projeto de modelos melhorados de habitação rural em Salvador	70
1.1.10. O “adobe estabilizado” em Honduras	71
1.1.11. Protótipos de habitação rural em “Adobe Reforçado com Geomalla” no Peru	71
1.1.12. Projeto “Chagas2000” na Bolívia	72
1.1.13. Edifício do Centro Regional Integrado de Desenvolvimento Sustentável no Brasil	73
1.1.14. Proposta de habitação de interesse social em adobe em Ceará, Brasil	74
1.2. Considerações sobre o panorama internacional: aproximação ao objeto de estudo	76
1.2.1. Aspectos gerais dos projetos que ajudaram a torná-los viáveis:	76

1.2.2.	Aspectos referentes aos atores	81
1.2.3.	Aspectos referentes à tradição construtiva	83
1.2.4.	Aspectos referentes ao meio natural e climático	85
1.2.5.	Influência dos aspectos gerais do projeto, dos atores, da tradição construtiva e do meio natural e climático, sobre as etapas construtivas de uma habitação em adobe.....	85

CAPÍTULO 2

89

AS TRÊS CASAS NOS DOIS ASSENTAMENTOS RURAIS: CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE INDEPENDENTE

2.1.	O “CASO A” NO ASSENTAMENTO RURAL PIRITUBA II	91
2.1.1.	Produção de adobe do Caso A	96
2.1.2.	Elevação da parede do Caso A.....	100
2.1.3.	Interfaces da parede de adobe com outros subsistemas construtivos do Caso A.....	101
2.1.3.1.	Interface da parede de adobe com a fundação	102
2.1.3.2.	Interface da parede de adobe com as portas e janelas	102
2.1.3.3.	Interface da parede de adobe com a cobertura	106
2.1.3.4.	Interface da parede de adobe com as instalações	109
2.1.3.5.	Interface da parede de adobe com os revestimentos	111
2.1.4.	Sensibilização e educação da técnica do adobe	118
2.2.	OS “CASOS B1 e B2” NO ASSENTAMENTO RURAL SEPÉ TIARAJU	120
2.2.1.	o “CASO B1”	126
2.2.1.1.	Histórico da casa	127
2.2.1.2.	Considerações sobre os problemas básicos da arquitetura com terra	130
2.2.1.3.	Análise das fotografias como evidências e hipóteses do colapso	136
2.2.1.4.	Levantamento dos problemas: fluxograma de causas e consequências	147
2.2.1.5.	Questões e recomendações sobre o colapso da casa	149

2.2.2. o “CASO B2”	152
2.2.2.1. Produção do adobe Caso B2	152
2.2.2.1.1. Histórico e ensaios de resistência à compressão do adobe	152
2.2.2.1.2. Produção de adobe estabilizado com cimento	165
2.2.2.1.3. Adobes especiais	177
2.2.2.2. Elevação da parede Caso B2	180
2.2.2.3. Interfaces da parede de adobe com outros subsistemas construtivos do Caso B2	182
2.2.2.3.1. Interface da parede de adobe com a fundação	183
2.2.2.3.2. Interface da parede de adobe com as portas e janelas	184
2.2.2.3.3. Interface da parede de adobe com a cobertura	186
2.2.2.3.4. Interface da parede de adobe com a instalação elétrica	187
2.2.2.3.5. Interface da parede de adobe com as instalações hidrossanitárias	195
2.2.2.3.6. Interface da parede de adobe com os revestimentos	195
2.2.2.4. Sensibilização e formação da técnica e do canteiro da casa de adobe	197

3.1. Caracterização da etapa de produção de adobe dos três Casos	209
3.1.1. Caracterização da sub-etapa de avaliação do solo e do adobe dos três Casos	212
3.1.2. Caracterização da sub-etapa de preparação do canteiro dos três Casos	218
3.1.3. Caracterização da sub-etapa de obtenção da terra dos três Casos	222
3.1.4. Caracterização da sub-etapa de obtenção do estabilizante dos três casos	224
3.1.5. Caracterização da sub-etapa de obtenção da água dos três casos	226
3.1.6. Caracterização da sub-etapa de preparação do barro dos três casos	226

3.1.7.	Caracterização da sub-etapa de moldagem do adobe dos três casos	229
3.1.8.	Caracterização da sub-etapa de secagem do adobe dos três casos.....	231
3.1.9.	Caracterização da sub-etapa de transporte do adobe três casos	234
3.2.	Caracterização da etapa de elevação da parede dos três casos	234
3.2.1.	Caracterização da sub-etapa de execução da argamassa de assentamento dos três casos.....	237
3.2.2.	Caracterização da sub-etapa de execução das fiadas dos três casos	239
3.3.	Caracterização da etapa das interfaces da parede de adobe com outros sub-sistemas construtivos dos três casos	242
3.3.1.	Caracterização da sub-etapa da interface da parede de adobe com a fundação dos três casos	243
3.3.2.	Caracterização da sub-etapa da interface da parede de adobe com as janelas e portas dos três casos	244
3.3.3.	Caracterização da sub-etapa da interface da parede de adobe com a cobertura dos três casos	246
3.3.4.	Caracterização da sub-etapa da interface da parede de adobe com as instalações dos três casos	247
3.3.5.	Caracterização da sub-etapa da interface da parede de adobe com os revestimentos	247
3.4.	Resultados da categorização e reagrupamento das características da Tabela das etapas construtivas dos três casos	249
3.4.1.	AGRUPAMENTO 0: Grupo de características que diferenciaram 1 caso dos outros 2	251
3.4.1.1.	No caso A.....	251
3.4.1.2.	No caso B1.....	252
3.4.1.3.	No caso B2.....	253
3.4.2.	AGRUPAMENTO 1: Nos três casos as características foram iguais ou semelhantes	254
3.4.3.	AGRUPAMENTO 2: Em 2 casos as características foram iguais ou semelhantes	255
3.4.4.	AGRUPAMENTO 3: Nos três casos as características foram diferentes	257
3.4.5.	AGRUPAMENTO 4: Nos três casos as características significaram problema.....	264
3.4.6.	AGRUPAMENTO 5: Em 2 casos as características significaram problema.....	265

3.4.7.	AGRUPAMENTO 6: Em 1 caso as características significaram problema	267
3.4.8.	AGRUPAMENTO 7: Nos 2 casos as características significaram avanços.....	269
3.4.9.	AGRUPAMENTO 8: Em um dos 2 últimos casos as características significaram avanços	270

CAPITULO 4

273

CONSIDERAÇÕES SOBRE A INTEGRALIDADE DO PROCESSO CONSTRUTIVO EM ADOBE:
PROJETO GERAL, ATORES, TRADIÇÃO CONSTRUTIVA E CONDIÇÕES CLIMÁTICAS E NATURAIS

4.1.	Universo geral do projeto nos assentamentos rurais	274
4.2.	Atores	281
4.3.	Tradição construtiva	286
4.4.	Meio natural e climático.....	289

CONSIDERAÇÕES FINAIS	295
----------------------------	-----

REFERÊNCIAS.....	298
------------------	-----

APÊNDICES.....	304
----------------	-----

APÊNDICE A: Fluxogramas com etapas da produção do adobe e elevação da parede do Caso A	306
--	-----

APÊNDICE B: Planilha com questionário para coleta de dados dos Casos B1 e B2	312
--	-----

APÊNDICE C: Categorização de características segundo a resposta das 10 perguntas relevantes	318
---	-----

Apresentação

INTRODUÇÃO

VELHOS E NOVOS DISCURSOS DA ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO COM TERRA:
DA HISTÓRIA À PESQUISA

No presente trabalho, três casas de adobe são estudadas em um contexto temporal de oito anos, aproximadamente, em dois assentamentos rurais do estado de São Paulo, Brasil. Contrapondo a estes casos específicos, quase 50% da população mundial habita em espaço construído com terra ao longo de cerca de 11mil anos em 150 países do mundo (Informação verbal)¹. Estas são as duas questões que abrem este trabalho, sendo a última o discurso mais comum e usado para valorizar e mostrar a importância da arquitetura e construção com terra.

Dentro do Programa de Patrimônio Mundial de Arquitetura de Terra, atualmente (jan. 2011) está se atualizando um inventário mundial para identificar a situação atual dos bens patrimoniais que usam a terra em relação aos tipos e métodos de construção, assim como outros dados relevantes. Até agora se identificaram 135 de 936 bens da lista da UNESCO². Alguns resultados parciais desse inventário mostram que a técnica do adobe, em relação a outras técnicas com terra, é a mais freqüente nos sítios de

¹Informação fornecida pelo Prof. Arq. Hubert Guillaud (membro do CRATerre desde 1981) no 10º Seminário de Arquitetura e Construção com Terra realizado no Uruguai, em novembro de 2010, citando a ONU como referência para o dado de 50% da população que habita em casa de terra. Há uns anos atrás, o dado difundido sobre a população mundial que habita em casa de terra, se referia à terça parte, ou a mais, dos habitantes do planeta, cifras que têm sido atualizadas na última década. As outras informações também podem ser encontradas no site: <<http://craterre.org>>.

²Conferir:<http://www.unesco.org/new/es/media-services/single-view/news/twenty_five_new_properties_inscribed_on_unescos_world_heritage_list_which_now_number_936/>. Acessado 04 jul 2011.

patrimônio mundial com um total de 56% em relação a outras técnicas. Na África esta relação é de 50%, nos Estados Árabes é de 66%, na Ásia e no Pacífico é de 57%, na Europa e na América do Norte é de 27%; e na América Latina e no Caribe está em 79%. (CRATERRE-ENSAG, 2010,). A **Figura 1** apresenta o mapa com a distribuição das arquiteturas de terra e a distribuição dos bens patrimoniais construídos também com terra no mundo:

Figura 1 – Distribuição das arquiteturas e bens patrimoniais construídos com terra no mundo. Fonte: CRATerre-ENSAG

Alguns exemplos mundiais de construções em adobe (como técnica principal e como material complementar a outras técnicas que fazem parte da edificação) com valores históricos são encontrados nas cinco regiões definidas pela UNESCO. Região da África: Edificações Tradicionais de Assante em Gana; Grande Mezquita de Djenné em Mali, Tombouctou, Falaises de Bandiagara e Tombeau de Askia em Mali; Osun-Osogbo Sacred Grove na Nigéria; Koutammakou - Terra dos Batammariba em Togo. Região dos Estados Árabes: Valle do M'zab na Argélia; Qual'at-Bahrain em Bahrain; Ksar d'Aït-Bem-Haddou em Marrocos; Forte de Bahla em Omã; Antiga Cidade de Ghadamès em Libyan Arab Jamahiri; Medina de Sousse na Tunísia; Antiga Cidade Amurada de Shibam e Antiga Cidade de Sana'a no Iêmen. Região da Ásia e Pacífico: Paisagem Cultural e Ruínas Arqueológicas de Bamiyan Valley no Afeganistão; Igrejas e Conventos de Goa na Índia; Meidan Emam – Esfahan, Tchogha Zanbil e Ban e sua Paisagem Cultural no Irã; kathmandu Valley no Nepal; Ruínas Arqueológicas em Moenjodaro no Paquistão; Parque Nacional Histórico e Cultural da antiga Merv e Fortalezas de Nisa em Turquemenistão. Região da Europa e América do Norte: Centro Histórico de Cáceres na Espanha; Pueblo de Taos e Parque Nacional Mesa Verde nos Estados Unidos. Região da América Latina e do Caribe: Cidade de Potosí na Bolívia; Cidade Histórica de Ouro Preto, Centro Histórico da Cidade de Olinda, Centro Histórica de São Luis, Centro

Histórico da Cidade de Diamantina e Centro Histórico da Cidade de Goiás no Brasil; Centro Histórico de Santa Cruz de Mompox na Colômbia; Zona Arqueológica de Chan Chan e Cidade de Cuzco no Peru; Monumentos Históricos da Zona de Querétaro, Centro Histórico de Oaxaca e Zona Arqueológica de Monte Albán, Centro Histórico de Puebla, Cidade Histórica de Guanajuato e Minas Adjacentes, Centro Histórico de Morelia e Zona Arqueológica de Paquimé – Casas Grandes no México; Cidade de Quito e Centro Histórico de Santa Ana de los Ríos de Cuenca no Equador. As **Figuras 2,3,4,5 e 6** mostradas a seguir ilustram dois exemplos de cada região:

Esq. a dir. Grande Mezquita de Djenné em Mali (1905 dC). Zigurat de Chogha Zanbil em Irã (1250 aC)

Figura 2 – Exemplos de edificações com valor patrimonial usando adobe. Região da África. Fonte: *Figura izq.* CRATerre@Peeyush, *Figura dir.* CRATerre-ENSAG

Esq. a dir. Ksar d'Aït-Ben-Haddou em Marrocos (S. XVII dC). Antiga Cidade Amurada de Shibam (S. XVI dC)

Figura 3 – Exemplos de edificações com valor patrimonial usando adobe. Região dos Estados Árabes. Fonte: *Figura izq.* CRATerre@Sébastien Morrisset, *Figura dir.* <<http://inhabitat.com/files/shibam01.jpg>> acessado: 06 jul 2011

Esq. a dir. Meidan Emam, Esfahan em Irão (S. XVII dC). Parque Nacional Histórico e Cultural da Antiga Merv em Turkmenistão (2000 aC)

Figura 4 – Exemplos de edificações com valor patrimonial usando adobe. Região da Ásia e do Pacífico. Fonte: *Figura izq.* <http://lh4.ggpht.com/_eQsRy_oYRF8/S4TjJ6VQrkl/AAAAAAACck/_6HiTdEaz-Y/Isfahan_mezqlofollah1.jpg> acessado 06 jul 2011, *Figura dir.* <<http://i.images.cdn.fotopedia.com/>> acessado: 06 jul 2011.

Esq. a dir. Pueblo de Taos em Estados Unidos (S. XIII dC). Centro Histórico de Cáceres em Espanha (Fundada no ano 29 aC)

Figura 5 – Exemplos de edificações com valor patrimonial usando adobe. Região da Europa e América do Norte. Fonte: *Figura izq.* <<http://ih1.redbubble.net/work.1103239.2.flat,550x550,075,f.pueblo-de-taos.jpg>> acessado 02 jul 2011, *Figura dir.* <http://whc.unesco.org/uploads/thumbs/site_0384_0001-500-500-20090924134346.jpg> acessado: 01 jun 2011

Esq. a dir. Zona Arqueológica de Chan Chan em Peru (Máximo apogeu no S. XV dC). Cidade Histórica de Ouro Preto no Brasil (Fundada no S. XVII dC)

Figura 6 – Exemplos de edificações com valor patrimonial usando adobe. Região da América Latina e o Caribe. Fonte: *Figura izq.* <<http://img.globalexpresstours.com/wp-content/uploads/2011/02/chan-chan.jpg>> acessado 25 mai 2011, *Figura dir.* <http://www.happytellus.com/img/ouro-preto/novo---moderno--natural---arti_778.jpg> acessado: 22 mai 2011

Percorrer 11 mil anos de história do material terra na construção do espaço, onde o ser humano tem habitado, é um trabalho que está sendo amplamente pesquisado, registrado e divulgado em vários documentos e eventos, tanto de nível internacional quanto local, tanto na área da arquitetura quanto na arqueologia, engenharias, artes, etc. No entanto, existe uma parte da história que recupera e vislumbra os discursos como base fundamental dos desafios, avanços e dificuldades na atualidade da arquitetura e construção com terra, vinculada geralmente à habitação. Esta introdução ajudará a mostrar o universo de relações que já foram estabelecidas num passado não muito distante.

O discurso sobre a terra como material abundante e barato - Como exemplo, um dos primeiros discursos que aparece no pensamento da arquitetura e construção com terra se refere às idéias e técnicas trabalhadas e pesquisadas desde 1785 pelo construtor e mestre de obra François Cointeraux³, quem promovia o uso da técnica de origem vernacular como, por exemplo, a *nova taipa de pilão* e o *adobe*. O discurso desta notável pessoa se centrava principalmente no desejo de reviver a arquitetura rural, manifestando um interesse universal para adaptar a construção das habitações rurais ao material que François Cointeraux vislumbrava como o mais abundante e barato, seguindo o pensamento fisiocrata e das ações das sociedades agrícolas na França. A esta nova disciplina entre a arquitetura e o mundo rural, Cointeraux a chamava de *Agritecture* (Agritutura). Os seus trabalhos já começavam a sistematizar o processo construtivo das técnicas vernáculas com terra buscando os baixos custos na construção das edificações. Alguns dos seus escritos como, por exemplo, o *Ecole d'architecture rurale*⁴ (Escola de Arquitetura Rural) foram rapidamente traduzidos para oito idiomas (Alemão, Russo, Dinamarquês, Espanhol, Finlandês, Italiano e Português), chamando a atenção de vários arquitetos importantes da época como, por exemplo: Henry Holland (1745-1806) na Inglaterra; Thomas Jefferson (1743-1826) nos Estados Unidos; David Gilly (1748-1808) na Alemanha; e na Rússia o Nicolai L'vov (1751-1803) quem fundou uma escola de arquitetura de terra em Tiukhili, perto de Moscou, baseado nas idéias de Cointeraux. Apesar do esforço, o Cointeraux não conseguiu popularizar suas idéias por não conseguir legitimidade e ajudas das instituições públicas ao longo do tempo. Ele é representativo de uma cultura da invenção e inovação que

³O Laboratoire de Recherche Historique Rhône-Alpes (LARHARA, UMR-CNRS 5190) e o Institut National d'Histoire de l'Art, em Lyon na França, organizara em maio de 2012 a Conferência Internacional sobre François Cointeraux (1740-1830) como um pioneiro da arquitetura moderna com terra, buscando sintetizar as investigações feitas durante os últimos 20 anos, e assim, recuperar as idéias do Cointeraux no nosso contexto atual. Confira: <http://larhra.ish-lyon.cnrs.fr/Presentation/index_fr.php>. acessada em: 05 ago. 2011

⁴Confira: COINTERAUX, F. (1971). *Ecole d'architecture rurale*. Disponível em: <http://cnum.cnam.fr/CGI/redir.cgi?8LA18_4>. Acessado em: 20 ago. 2011

caracterizavam a primeira revolução industrial e o nascimento da arquitetura moderna junto ao concreto armado. (EUROPEAN ARCHITECTURAL HISTORY NETWORK. 2011)

Discurso sobre o momento chave da evolução tecnológica e o baixo custo da arquitetura e construção com terra - O bloco de terra compactada foi a evolução mais marcante do adobe nos inícios da arquitetura moderna da construção com terra. A compactação da terra já tinha sido trabalhada no século XVIII por François Cointeraux, que adaptou técnicas e instrumentos para a compactação do solo (chamada de nova taipa de pilão) a partir do funcionamento da prensa do vinho (GUILLAUD, H.; JOFFROY, T.; ODUL, P. 1995).

Mais tarde, na década de 1930, o uso do cimento como estabilizante do solo, começou quando a Portland Cement Association (PCA) iniciou um intenso programa de pesquisa visando a utilização do solo estabilizado com cimento para construção de rodovias. Alguns pesquisadores envolvidos no assunto foram Catton (1959)⁵ e Merrill (1941)⁶, antecipando a possibilidade de utilização do novo material para construção de casas (NEVES, C. 2006). Estes dois fatos anteriores fazem parte do histórico, que junto com o discurso sobre os *problemas da pobreza e a habitação na América Latina*⁷ em meados da década de 1950, repercutiram no desenvolvimento da máquina CINVA-RAM⁸, a qual marcou o começo de um novo sistema, processo e material construtivo baseado na compactação de um bloco de terra crua, posteriormente otimizado com a estabilização com materiais cimentantes. Desta forma, se contextualiza mais um discurso da arquitetura e construção com terra, que abre seu repertório à evolução das tecnologias com terra,

⁵ CATTON, M. D. *Early soil-cement research and development*. EEUU: ASCE, 1959

⁶ MERRIL, A. F. *Casas de tierra apisonada y suelo-cemento*. Argentina: Windsor, 1949

⁷ As Nações Unidas em 1952, através de uma resolução, estabeleceu a necessidade de fazer estudos e trabalhos sobre a habitação e a planificação rural, assim como várias instituições trabalharam neste mesmo propósito, como, por exemplo, os projetos de *Planificação e Habitação Nova* da UNESCO e outros programas da OEA, a OMS etc. Um dos programas das Nações Unidas teve como objetivo inicial fazer projetos experimentais como demonstração para estabelecer junto com a cooperação técnica internacional o custo de construção, sob recomendação de um grupo de *experts* que começaram a trabalhar no melhoramento das condições de vida da população que habitava em casas precárias (LIERNUR et al. 2009). Nesse cenário e junto com a realização dos Congressos Internacionais de Arquitetura Moderna (CIAM) e a atuação da União Internacional de Arquitetos (UIA), os quais visavam realizar estudos e articulações entre a questão da habitação e os arquitetos na América Latina, foi criado o Centro Interamericano de Vivienda (CINVA) na Colômbia com o propósito, entre outros, de realizar estudos de pré-fabricação de materiais para produção de habitação de baixo custo.

⁸ O projeto do CINVA-RAM era um projeto apoiado pela OEA (1951-1961) em convênio com a Universidade Nacional da Colômbia, onde era promovido o intercâmbio científico e a capacitação de profissionais. Construíram-se, na Colômbia, escolas e casas com a mão de obra dos camponeses (SANCHEZ 2008). Com a chegada de dois arquitetos estrangeiros a Colômbia, em meados do século XX, foi retomada a terra como material a trabalhar em zonas urbanas e rurais. O primeiro foi o arquiteto Suíço Victor Schmid a quem se pode considerar como um dos precursores da arquitetura em terra, tendo trabalhado em vários projetos na Colômbia. O segundo arquiteto chegou em 1956. Era o engenheiro Chileno Raúl Ramirez, que trabalhava no Centro Interamericano de Vivienda CINVA da Universidade Nacional de Bogotá. Este engenheiro Chileno Desenvolveu a CINVA-RAM, uma máquina para a produção de blocos de terra prensada promovendo o desenvolvimento em escala (LÓPEZ 2007)

ligadas à racionalização, à pobreza e à produção habitacional de baixo custo. Esta máquina foi usada no mundo todo e na década de 1970 e 1980 dá lugar ao desenvolvimento de uma nova geração de prensas manuais, mecânicas e hidráulicas, provocando a inclusão do material terra no mercado da construção, e também o desenvolvimento de estudos para a construção de habitações de interesse social estabilizando o solo por cimentação. Um exemplo disso foi a proposta do Bloco Mattone⁹ desenvolvido na Itália. Atualmente existem também, outras máquinas que otimizam o trabalho, sobretudo, da taipa de pilão e do adobe.

O discurso do uso do material terra como uma tecnologia apropriada - Conforme Barbosa (2005), as “tecnologias apropriadas são aquelas que fazem uso de ferramentas e equipamentos simples e podem ser facilmente transferidas mesmo para populações de pouca ou nula instrução. Grande parte dos materiais não convencionais é adequada para esses tipos de atividade”.

O discurso das tecnologias apropriadas não nasce somente como um instrumento de produção habitacional de baixo custo, mas também se relaciona às outras necessidades básicas dos seres humanos, como por exemplo, na agricultura, na obtenção da água, no transporte, na energia, no artesanato e na atenuação dos desastres naturais.

Um exemplo dos primeiros trabalhos sobre as tecnologias apropriadas no mundo se remete a 1966 quando Fritz Schumacher funda junto com outros colegas o *Intermediate Technology Development Group* (ITDG) no Reino Unido, para demonstrar sua filosofia de contribuir ao melhoramento da qualidade de vida das populações mais pobres com o desenvolvimento de tecnologias apropriadas. Mais tarde em 2005, este grupo muda de nome e passa a se chamar Practical Action, desenvolvendo trabalhos na América Latina, no leste e sul da África, no da Ásia. Schumacher foi reconhecido pelo discurso da necessidade da implementação das tecnologias intermediárias e as causas ecológicas no terceiro mundo (PRACTICAL ACTION, 2011).

Como outro exemplo, em 1973 foi criado o Centro para as Tecnologias Alternativas (CAT) no país de Gales. Este centro concentrava seu discurso nas idéias e tecnologias segundo os princípios ecológicos,

⁹ É um bloco de terra comprimido e estabilizado, cuja forma do bloco foi pensada para encaixar um com o outro. Esta proposta foi desenvolvida pelo professor Roberto Mattone da Faculdade de Arquitetura do Politécnico di Torino na Itália, contribuindo ao desenvolvimento de projetos de habitação social na Argentina, Cuba e Burkina Faso. No Brasil foram feitos vários projetos junto com a Universidade Federal de Paraíba (sede João pessoa). Atualmente existe uma associação chamada “Mattone su Mattone” (tijolo por tijolo) que objetiva contribuir com a solução dos problemas da habitação social nas zonas pobres do mundo, estimulando a autoconstrução como uma expressão cooperativa e solidária, sem ser por caridade.

tratando temas como a compostagem, a eco-construção e as energias renováveis (CENTRE FOR ALTERNATIVE TECHNOLOGY, 2011).

Em 1978 foi fundado o Centro Suíço de Tecnologia Apropriada (Skat) com o objetivo de dar apoio e assistência técnica para melhorar as condições de vida em relação à água potável, às técnicas de construção, ao transporte e à gestão dos resíduos. O Skat intervém para melhorar uma técnica, adaptar um processo aos materiais locais e facilitar a manutenção de algum aparelho ou máquina. Após o término do trabalho com as comunidades, o Skat reorienta a mobilização das comunidades para que elas construam suas próprias soluções. O Skat trabalha em mais de 80 países seguindo a articulação de redes com a metodologia da pesquisa-ação (THE SWISS CENTRE FOR APPROPRIATE TECHNOLOGY, 2011).

Um ano depois, em 1979, é fundado o Centro Internacional de Construção com Terra, vinculado à Escola Nacional Superior de Arquitetura de Grenoble (CRATerre-ENSAG)¹⁰ na França, que ia além das tecnologias apropriadas com terra. O Craterre-Ensag se baseava na pesquisa científica de três eixos principais: 1) Matéria e Materiais (matérias primas, materiais e técnicas de construção); 2) Patrimônio (inventário de arquiteturas e culturas construtivas, recuperação, conservação e gestão do patrimônio cultural da humanidade) e 3) Hábitat (desenvolvimento econômico e ecológico do hábitat, gestão de riscos, economia de produção dos lugares). A partir do trabalho do CRATerre, os discursos sobre a arquitetura e construção com terra se tornaram mais científicos, mostrando o uso do material terra como uma ciência baseada em fundamentos tradicionais e ao mesmo tempo de maior complexidade. O CRATerre tem sido uma referência reconhecida mundialmente por consolidar seus discursos em relação ao enfrentamento dos desafios do meio ambiente, da diversidade cultural e da luta contra a pobreza, tendo como objetivos: melhorar o uso dos recursos locais, humanos e naturais; melhorar as condições de vida e da habitação; e, promover a diversidade cultural dentro de um contexto de cooperação científica e acadêmica, articulando os diferentes atores como as instituições, os profissionais e a comunidade em quatro etapas: diagnóstico, pesquisa, experimentação e aplicação.

O CRATerre-ENSAG tem desenvolvido novos métodos de ensino que vão desde a manipulação da matéria até a capacitação no próprio canteiro de obras. Atualmente continua desenvolvendo projetos em parceria

¹⁰ O engenheiro belga: Hugo Houben, foi um dos principais agentes para a consolidação do grupo CRATerre. Além do Engenheiro Hugo Houben, antes da década de 1950, arquitetos, engenheiros e missionários belgas já realizavam alguns projetos isolados em pequena escala na África. Não tem ficado vestígios dessas primeiras tentativas. “[...] na década de 1980 a Bélgica desempenhava avanços no âmbito do financiamento de projetos, ajudas concedidas aos bancos de desenvolvimento local, acesso ao crédito, sensibilização e capacitação de gestores em relação à oferta das ações construtivas com terra assim como as várias atividades de pesquisa nos centros universitários” (VERSCHURE, H. et al. 1985, p.19, tradução do autor).

com vários países do mundo, especialmente na África, assim como a implementação da Cátedra UNESCO de 2009 intitulada: *Arquitetura de Terra, Culturas Construtivas e Desenvolvimento Sustentável*. Por meio desta cátedra o CRATerre-ENSAG apóia o desenvolvimento da educação especializada nas universidades e centros de formação profissional a nível internacional. Um exemplo das primeiras construções habitacionais mais destacadas do CRATerre-ENSAG, que demonstrou a sua capacidade de *saber-fazer*, se refere ao projeto de 72 habitações construídas no período de 1982-1985, tanto com técnicas tradicionais como outras mais novas. Este projeto foi desenvolvido na nova cidade de l'Isle d'Abeu, com articulação de órgãos públicos, arquitetos e empresários.

No final da década de 1970, como exemplo de um cenário brasileiro simultâneo ao citado anteriormente, o Centro de Pesquisa e Desenvolvimento (CEPED) no Brasil, inicia em 1975 e 1976, um projeto de pesquisa financiado pelo Banco Nacional da Habitação (BNH) chamado Projeto THABA – Tecnologias de Habitação de Baixo Custo¹¹ finalizado em 1995, sob a coordenação da Engenheira Célia Neves¹². O discurso do Projeto THABA se focava na necessidade do desenvolvimento de materiais e sistemas construtivos para a habitação de baixo custo, tomando como base o material de solo-cimento, aplicando o sistema de taipa de pilão e reduzindo a espessura das paredes estabilizando-as com cimento. Segundo Neves (informação pessoal)¹³

[...] naquela época não existia o compromisso para o desenvolvimento de tecnologias nem de técnicas construtivas com o foco da sustentabilidade, mas o THABA já falava e praticava esse sentimento, avaliando o custo energético das técnicas construtivas e explorando a vantagem do uso de materiais regionais e a valorização e melhoria de técnicas regionais e tradicionais.

Após os estudos sobre os sistemas construtivos, o THABA investiu na transferência da tecnologia através de cursos de capacitação, assessoria técnica e construção, e finalmente, na avaliação pós-ocupação do produto (parede de solo cimento). No final de 1990, o Brasil contava com mais de 100.000 m² de área construída com parede de painéis monolíticos de solo-cimento, sendo que cerca de 75% aconteceu devido ao projeto de transferência de tecnologia realizado pelo programa THABA. Enquanto se levava adiante este programa, iniciavam outros com a utilização de materiais regionais, sendo o mais importante o estudo

¹¹ Nesta época ainda não se falava de habitação de interesse social, pois este termo surgiu a partir de finais de 1990.

¹² A Engenheira Célia Neves trabalhou mais de 30 anos no CEPED, sendo a coordenadora do projeto THABA durante 10 anos aproximadamente (1985-1995). Após a extinção do projeto THABA do CEPED, a engenheira ficou como responsável do Laboratório de Engenharia Civil do CEPED e pelo Centro tecnológico das Argamassas em parceria com a Universidade Federal da Bahia até 2008, época em que se aposentou. A Engenheira Célia coordenou o projeto de pesquisa Proterra e a Rede ibero-americana PROTERRA, também até 2008. Desde 2007 coordena a Rede TerraBrasil.

¹³ Mensagem recebida por cneves2012@gmail.com em resposta a perguntas realizadas pelo autor, em 22 jul. 2011.

sobre o uso de fibras vegetais para a produção de componentes habitacionais de baixo custo, projeto pioneiro no Brasil. O melhor período de trabalho do projeto THABA foi de 1975 a 1985, porque naquela época o BNH - Banco Nacional de Habitação, tinha muito interesse em suas pesquisas. A partir de 1985 (ano em que o BNH foi extinto por decreto governamental) até 1990 ainda foram desenvolvidos alguns projetos de pesquisa financiados pela Caixa Econômica Federal e depois pelo PNUD em relação à transferência de tecnologia. Depois, os recursos para pesquisas foram diminuindo e também o CEPED foi modificando suas metas em que a prestação de serviços de laboratórios de análise química e outros ensaios eram mais importantes que o desenvolvimento de projetos de pesquisa. Atualmente existe um projeto de incubação de associações voltadas ao aperfeiçoamento e uso de materiais regionais e outro projeto de apoio às comunidades [...] (NEVES, Informação pessoal) ¹⁴.

A pesar do cenário positivo apresentado anteriormente até finais da década de 1970, a visão mundial, segundo Verschure et al. (1985, p.10, tradução do autor) indicava que “até o ano de 1981, a terra não era considerada como uma alternativa viável. A situação mudou rapidamente no ano de 1982 com o aumento exagerado do preço do cimento, quando as atitudes dirigidas aos materiais de construção evoluíram. Os argumentos a favor da construção com terra foram levados a sério”. Desta maneira se recuperaram e apareceram novos discursos de instituições mundiais querendo minimizar a falta de habitações para as comunidades mundiais mais carentes, incentivando o uso de materiais locais.

As Nações Unidas declara em 1987 o ‘ano da habitação para os sem teto’, um pouco mais de dez anos após a conferência de Vancouver em 1976, quando a atenção mundial estava sobre o problema da habitação, declarando que toda a população mundial tem direito a condições de habitação digna. Esta conferência foi o ponto de partida para a nova agência das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos, que apóia e organiza uma série de atividades para fomentar o uso de materiais de construção locais e técnicas familiares para a população local que estiverem economicamente ao seu alcance (VERSCHURE, H. et al. 1985, p.3, tradução do autor).

Discurso da necessidade da capacitação e formação técnica de obras novas a partir da recuperação do patrimônio arquitetônico com terra - Simultaneamente a esses esforços direcionados à falta de habitação das comunidades mais carentes, a valorização e conservação do passado arquitetônico construído com terra também se vislumbrava como um fator determinante para o resgate e implementação necessários das técnicas construtivas com terra.

¹⁴ Idem, 2011.

Apesar da falta de compromisso e cooperação institucional, a partir da década de 1980, graças a eventos internacionais e criação de comitês nacionais, as redes dos especialistas no tema da conservação e construção da arquitetura com terra se fortaleceram de tal forma que reverberaram mais tarde em outras iniciativas como, por exemplo, os PATs¹⁵, - um dos programas com resultados muito positivos onde foram capacitados e formados técnicos de vários lugares do planeta, para a utilização destas técnicas também em obras novas sobretudo nas de interesse social.

Com a experiência adquirida no PAT de 1996, o CRATerre-ENSAG, o GCI e o ICCROM, começaram os diálogos de cooperação para definir um programa conjunto de colaboração entre estas entidades, cujo objetivo principal seria o estudo e conservação da arquitetura e construção com terra. Esta iniciativa foi chamada de *Projeto Terra*, o qual foi alimentado por um projeto anterior (Projeto Gaia) iniciado também pelas mesmas instituições. O discurso naquela época se centrava na conservação do patrimônio arquitetônico de terra como uma ciência, um campo de estudo, uma prática profissional e um esforço social mediante a cooperação institucional que se concentrava: na *pesquisa* [pesquisas de campo e no laboratório, levantamento das iniciativas e tendências mundiais da pesquisa da arquitetura e construção com terra em três fases (caracterização dos materiais de construção com terra e suas propriedades; análise dos fatores de decadência e; o desenvolvimento e evidências de alternativas de conservação); *educação* (arquitetura e construção com terra como um campo de estudos universitários) e; *promoção e extensão* (exposições internacionais focando a história, a conservação e a continuidade no futuro)¹⁶(ABRAMI, 1999).

Pode parecer que o patrimônio arquitetônico e as novas construções com terra são temas que devem ser trabalhados separadamente, mas não tem como desvincular uma da outra. As duas dialogam constantemente para poder encontrar as respostas dos discursos atuais da arquitetura e construção com terra, seja numa intervenção de uma edificação patrimonial seja numa nova.

¹⁵PAT era um curso para a Preservação da Arquitetura de Terra. O PAT96 foi realizado em Trujillo, Peru por CRATerre-ENSAG e ICCROM como o Projeto Gaia e o Instituto Nacional de Cultura, tendo posteriormente também o PAT99. Alguns outros foram: PAT89, PAT90, PAT92 e PAT94 em Grenoble – França.

¹⁶Em 1981 foi inaugurada a exposição “Des Architectures de Terre: Tradition et Modernité” no Centro Georges Pompidou, que mostra diversos exemplos de construção com terra de 34 países. Posteriormente a exposição foi levada a mais de 14 países. Disponível em: <http://bibliotheque-angouleme.eesi.eu:81/pmb/opac_css/index.php?lvl=author_see&id=5881> acessado em 15 jul. 2011. Pode-se encontrar mais informação em: DETHIER, J. **Des architectures de terre ou l’avenir d’une tradition millénaire**. Centre Georges Pompidou: Paris, 1981. Jean Dethier foi o arquiteto belga que organizou esta exposição.

O discurso que ajuda a entender a essência desta relação se refere à produção dos materiais e os processos construtivos originais contidos nas construções com valores patrimoniais, pois, como poderia se conservar ou restaurar as técnicas de construção com terra se o conhecimento do manejo delas tivesse se perdido? Por isto se torna necessário reaprender sobre estas técnicas e, além de formar pessoas aptas para a intervenção nestas edificações patrimoniais, também capacitar pessoas para produzir e construir uma edificação nova como, por exemplo, suas próprias habitações.

Um exemplo dessa estratégia de capacitação foram os PATs, mencionados anteriormente, e como continuidade a esses objetivos pode-se citar, como outro exemplo, a atuação do Comitê do Patrimônio Mundial, que faz parte da Organização das Nações Unidas pela Educação a Ciência e a Cultura, o qual aprovou a implantação do Programa de Patrimônio Mundial de Arquitetura de Terra na reunião número 31 de 2007, na Nova Zelândia¹⁷. Tal Programa se centrava na pesquisa científica, no desenvolvimento de métodos e técnicas adequadas para melhorar a sustentabilidade da conservação e gestão das diferentes técnicas de arquitetura e construção com terra, sobretudo nas comunidades locais por meio de capacitações, além de assegurar que as melhores práticas fossem amplamente difundidas garantindo sua reaplicação. Este programa está ainda se desenvolvendo (período de 2007 a 2017) e foi dividido em quatro fases: a primeira foi a fase de preparação, concluída em 2008; a segunda foi uma fase piloto na África e nos Estados Árabes no decorrer de 2010; a terceira é a consolidação do Programa na América Latina e Ásia Central no período de 2011 a 2014; e, a última será desenvolvida na Europa e na Ásia no período de 2015 a 2017. Instituições internacionais como ICCROM (International Center for the Study of the Preservation and Restoration of Cultural Property), ICOMOS (International Council on Monuments and Sites) e CRATerre-ENSAG (International Center for Earth Construction - School of Architecture of Grenoble), assim como instituições regionais como EPA (Ecole du Patrimoine Africain) em Benin, CHDA (Center for Heritage Development in Africa) no Quênia e CERKAS (Centre de Conservation et de Réhabilitation des Kasbahs) em Marrocos e a UNIUD (Universidade de Udine) na Itália, têm sido parceiros e prestado assistência técnica a este programa que foi apresentado pela primeira vez na “Terra2008: 10a Conferência Internacional sobre o Estudo e a Conservação da Arquitetura de Terra” realizada em fevereiro de 2008 em Bamako, Malí (UNESCO 2011).

¹⁷ Conferir: Documento de trabalho 31 COM 21C, disponível em <<http://whc.unesco.org/archive/2007/whc07-31com-21Ce.pdf>>. Acessado em 25 mai. 2011

Discurso a partir da necessidade de melhorar os sistemas construtivos com terra por causa dos terremotos

- Enquanto se estudavam os comportamentos das técnicas com terra, mais se entendiam suas vantagens e debilidades. Em vários lugares do mundo onde existiam casas construídas com terra e aconteceram terremotos, aumentaram consideravelmente os preconceitos e a desistência do material, acreditando-se que a casa de terra não resistia aos abalos sísmicos. A partir disto, as soluções começaram a aparecer e com isto o argumento em defesa da necessidade do melhoramento dos sistemas construtivos, processos construtivos e materiais com terra, para aumentar sua resistência aos desastres naturais e assim ter um melhor planejamento frente às condições climáticas.

As Nações Unidas declararam a década de 1990 como o “Decênio Internacional para a Redução de Desastres Naturais”. Este fato promoveu o desenvolvimento de um projeto de pesquisa com a participação do Centro Regional de Sismologia para América do Sul (CERESIS) e a Pontifícia Universidade Católica do Peru (PUCP), com o financiamento da Cooperação Técnica Alemã (GTZ), que buscasse uma solução prática ao problema do colapso súbito das construções tradicionais de adobe durante os terremotos, que muitas das vezes ocasionaram perdas humanas e danos materiais, tendo como objetivo mais importante o melhoramento da *resistência sísmica suficiente*, para que, ante um terremoto, os moradores possam sair das suas casas antes do colapso. O projeto teve três grandes etapas: 1) trabalho experimental desenvolvido no laboratório de estruturas da PUCP; 2) projetos piloto em diversos povoados no Peru (executados entre 1998 e 1999); e 3) Avaliação pós-sismo do comportamento estrutural dos projetos piloto. (QUIJUN, D. et al. 2006).

O discurso do preconceito da terra como material construtivo - O preconceito do uso da terra como material de construção, não está somente relacionado ao seu desempenho frente aos desastres naturais. Discursos populares relacionando estas técnicas com a pobreza, a estagnação, o atraso (em termos de não progresso), doenças, sujeira, etc., permanecem ainda na percepção cotidiana das pessoas. No entanto, apesar desses preconceitos, a construção com terra mantém viva a construção informal em vários países do mundo, pois, cultural e tradicionalmente, a habilidade de construir com terra não tem se perdido, mas, em vários casos, perderam-se os cuidados básicos que garantem a sua durabilidade. Os discursos em favor dos materiais industrializados, amplamente divulgados e caracterizados pelo capital, o consumo e o mercado, têm se espalhado de maneira voraz no mundo todo, implicando numa competição desequilibrada e as vezes injusta com a material terra.

Discursos sobre a necessidade de mostrar as vantagens do material terra - Apesar das afirmações sobre os problemas derivados e característicos do próprio sistema construtivo das técnicas com terra (a falta de recursos físicos, humanos, financeiros, de experiência técnica, da capacidade de gestão dos atores, os preconceitos, a perda da tradição construtiva), existem aqueles que contra argumentam destacando as qualidades deste material. Anger et al. (2001, p.18) encontram-se entre eles quando afirmam que 1) o uso da terra dispensa processos industriais complexos e onerosos; 2) é uma opção para promover o crescimento da economia local usando ao máximo os materiais também locais; 3) é acessível às organizações sociais, fortalecendo tanto suas estruturas econômicas em relação ao custo dos edifícios convencionais, assim como a sua participação em todos os processos; 4) quando são escolhidos os materiais locais, incluindo a terra, os métodos de produção baseados no tecido empresarial local, não entram em conflito com os objetivos quantitativos ambiciosos; 5) pode ser usado tanto de maneira rústica quanto em soluções técnicas mais sofisticadas; 6) permite outros tipos de usos como na produção de artesanato; 7) permite uma ampla flexibilidade na escolha das soluções técnicas, assim como a distribuição dos investimentos; 8) coloca o ser humano no centro da economia; 9) está disponível localmente; 10) não precisa de transportes complexos; 11) não precisa de energia para queimar; 12) as reparações são simples de executar; 13) ao final da vida do edifício ou caso seja destruído, a terra pode ser utilizada ou voltar à própria terra; 14) é reciclável e não gera resíduos; 15) a pegada ecológica é perto de zero, representando uma grande vantagem ao problema do aquecimento global e à necessidade de diminuir o consumo de energia; 16) a terra pode substituir as estruturas de concreto de cimento em vários casos; 17) economiza a energia necessária para a calefação no inverno e a do resfriamento do ar condicionado no verão; 18) as paredes de terra regulam as diferenças de temperatura entre a noite e o dia, o que ajuda a manter o espaço mais estável e agradável, devido à inércia térmica favorecida pela alta densidade do material terra; 19) em climas quentes, a terra provê o frio natural, pois quando a temperatura aumenta, o água é condensada na superfície das argilas e posteriormente se evapora, o que significa que a parede se esforça para ficar mais fresca. Pode-se comparar ao suor como a água que evapora para ajudar o corpo a manter sua temperatura constante; 20) nas regiões frias e temperadas, a terra armazena e distribui o calor transmitido pela luz do sol; 21) a terra absorve as trocas de temperatura; 22) pela capacidade de absorção e evaporação das argilas, a umidade do ar é regulada. O excesso da umidade é absorvido e liberado quando o ar fica mais seco. Esta regulação não existe com o concreto de cimento.

Discurso da padronização e normatização das técnicas com terra - A necessidade de normatizar as técnicas com terra surge principalmente para: facilitar sua implementação na vida cotidiana da construção;

garantir a qualidade e desempenho tanto do material como da edificação; diminuir os riscos de colapsos; minimizar a necessidade constante de manutenção; dialogar com os outros materiais; ser aceita legalmente pelas instituições que outorgam as permissões de construção; e, também, ser uma maneira de reivindicação¹⁸ do direito de seguir sendo implementada após 11mil anos de uso na construção do habitat mundial. A pesar desta necessidade de normatização, defender o discurso de uma padronização, pode levar a exclusão de métodos tradicionais desenvolvidos em contextos específicos. Embora o mundo, para funcionar, precise destas regulamentações, as normas devem corresponder às várias realidades culturais da construção com terra encontrada em cada local.

Vários outros discursos têm surgido no final do século XX, e começos do século XXI, onde o uso da terra como material de construção é usado como uma resposta aos impactos contemporâneos da vida econômica, social e natural, se relacionando profunda e principalmente com o mundo da sustentabilidade, como uma alternativa à crise energética, ao déficit habitacional, e ao resgate das habilidades tradicionais.

Discurso da necessidade de criação de redes, grupos, expansão e formação sobre a arquitetura e construção com terra: *aproximação ao objeto de pesquisa* - Outra ação que surge a partir da necessidade de difundir os conhecimentos gerados até finais do século XX, se refere à criação de redes e formação de grupos que dêem continuidade à evolução das técnicas com terra. Nos parágrafos anteriores foram nomeados vários grupos, agentes, instituições, que têm buscado a articulação entre si, para aumentar as forças de reaplicabilidade e expansão da arquitetura e construção com terra. Como um exemplo importante, a nível ibero-americano, se destaca a criação da Rede Ibero-americana PROTERRA que iniciou em outubro de 2001 com a criação do Projeto de Pesquisa temporário do sub-programa XIV HABYTED (Tecnologia para habitação de interesse social que vem desenvolvendo atividades desde 1987) do programa Ibero-americano de Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento (CYTED). Após o término desse projeto de pesquisa, o PROTERRA passa a ser, em 2006, uma rede independente de cooperação. Esta rede objetivava incentivar o uso da terra como material de construção na produção massiva de habitações de interesse social através da realização de projetos demonstrativos, publicações, cursos e outros eventos (NEVES; GUERRERO, 2010).

¹⁸ As revistas *Ecologik* e *Architectures à Vivre*, associaram-se com o CRATerre e à sua Cátedra UNESCO, para lançar manifesto pelo direito a construir com terra crua reivindicando o valor universal das arquiteturas de terra em relação ao patrimônio mundial e como uma solução contemporânea iniludível para um futuro eco-responsável. Conferir: <<http://www.manifesterre.net/?petition=2>>. Acessado em 17 mar. 2011

Para atender a necessidade da existência de redes locais, nacionais e mundiais têm se criado vários grupos tanto físicos quanto virtuais. Dois exemplos virtuais a destacar são: o projeto *research.terra*¹⁹ criado em 2010 em Portugal, é um portal eletrônico que está sendo construído com o objetivo de criar uma base de dados mundial sobre o estado da arte da arquitetura e construção com terra; e, o grupo *arqui-terra*²⁰ criado em 2000 na Espanha tendo por objetivo fomentar o contato entre os interessados pela arquitetura de terra de vários países do mundo. Apesar de, ainda não existirem tantos grupos e até empreendimentos que promovam, pesquisem e introduzam a arquitetura e construção com terra em cada região do mundo, existem alguns grupos, geralmente vinculados a Universidades, dedicados à pesquisa e formação deste tema em alguns países de cada continente. A seguir são apresentados alguns exemplos:

Na Austrália: o *Earth Building Research Forum* da *University of Technology* em Sydney; o *Australian Stabilised Earth Group* (ASEG); e o *Earth Building* (EBAA). **Na Nova Zelândia:** o *Earth Building Association of New Zealand* (EBANZ). **Em Burkina Faso:** a *Association de la Voûte Nubienne* (AVN). **No Egito:** a *Federal University of Technology* (Akure). **Na China:** o *Department of Civil Engineering* do *Xiamen University*. **Na Coreia:** o *Department of Architecture* do *Mokpo National University*; o *Institute of Earthen Architecture of Korea* (Terra Korea); e o *Ewha University* em Seoul. **Na Índia:** o *Auroville Building Centre*; e o *Indian Institute of Science*. **No Japão:** o Laboratório Serufubirudo da Faculdade de Engenharia de Kobe. **Na Turquia:** a *Istanbul Technical University*. **No Nepal:** o *Adobe and Bamboo Research Institute*. **Na Suécia:** o *Swedish Earth Building Organisation* do *Lerbyggeföreningen i Sverige*. **Na Suíça:** o *IG Lehm*. **Na Romênia:** o *Grup Arhiteria*. **Na República Tcheca:** o *Sdružení Hlininého* (HLÍNA); e a *Faculty of Architecture Department of Engineering* da *University of Technology*. **No Reino Unido:** o *Centre for Innovative Construction Materials* (BRE) do *Department of Architecture and Civil Engineering* da *University of Bath*; a *School of Engineering* da *Durham University*; o *Centre for Earthen Architecture - School of Architecture Design & Environment* da *University of Plymouth*; o *Earth Architecture & Conservation in East Anglia* (EARTHA); o *Earth Building U.K.* (EBUK); e o *Devon Earth Building Association* (DEBA). **Em Portugal:** o Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro; a Escola Superior de Gallecia; e o Centro da Terra. **Na Noruega:** a *Earth and Strawbuilder Organisation*. **Na Itália:** a *University of Chieti*; o *Dipartimento di Scienze e Tecniche per i Processi di Insediamento* da *Facoltà di Architettura* do *Politecnico di Torino*; a *Università di Firenze*; a *Associazione Nazionale Città della Terra Cruda*; e o *Centro di Documentazione Sulle Case di Terra*. **Na Irlanda:** o *Centre for Irish Earthen Architecture* (CIEA). **Na**

¹⁹ O site está disponível em: <<http://www.research-terra.com/>> acessado em 23 jul 2011

²⁰ O site está disponível em: <<http://elistas.egrupos.net/lista/arqui-terra>> acessado em 21 jul 2011.

França: a *Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble* (CRATerre); e a *Association Nationale des Professionnels de la Terre* (ASTERRE). **Na Espanha:** a *Escuela Politécnica Superior de Ingeniería y Gestión de la Edificación* da *Universidad de Alicante*; a *Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona* da *Universitat Politècnica de Catalunya*; o *Collegi d'aparelladors, arquitectes tècnics i enginyers d'edificació* de Barcelona (RehabiMed); a *Universitat de Girona*; a *Escuela de Arquitectura* da *Universidad de las Palmas de Gran Canaria*; o *Centro de Investigación de Arquitectura Tradicional* (CIAT) da *Universidad Politécnica de Madrid*; a *Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos* (ConstruTIERRA) da *Universidad Politécnica de Madrid*; o *Instituto de Cooperación en Habitabilidad Básica* (ICHAB) de Madrid; *Departamento de Construcciones Arquitectónicas* da *Escuela Técnica Superior de Arquitectura* da *Universidad de Sevilla*; a *Escuela Técnica Superior de Arquitectura* (GRUPO TIERRA) da *Universidad de Valladolid*; a *Fundación Navapalos* (Inter-acción); e o *Centro para el Desarrollo sostenible del hábitat* (Hábitat Tierra – CEETyDeS). **Na Bulgária:** a *Gaiapolis Foundation*. **Na Alemanha:** a *Building Engineering School* da *Technische Universität Berlin* (TEK); a *Universität Kassel* (FEB); o *Department "Fundamentals of Ecological Planning and Building"* at the *Faculty of Architecture* da *Bauhaus-Universität Weimar*; e o *Dachverband Lehm e.V.* **Na Argentina:** o *Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda* (CRIATIC) da *Universidad Nacional de Tucumán*; e o *Centro de Investigación y Desarrollo para la Construcción y la Vivienda* (CECOVI) da *Universidad Tecnológica Nacional*. **Na Bolívia:** a *Facultad de Arquitectura Urbanismo y Artes* da *Universidad Mayor de San Andrés*; **No Chile:** a *Facultad de Ingeniería* da *Universidad de Chile*; e o *Departamento de Arquitectura* da *Universidad Técnica Federico Santa María*; e o *Centro de Estudios o Patrimonio* (CEPAT)²¹ da *Universidad Central de Chile*. **Na Colômbia:** o *Centro de Investigación de Tecnologías Alternativas y Apropriadas de la Construcción* (CITAC) da *Facultad de Ingenierías y Arquitectura* da *Universidad de Pamplona*; o *Grupo de Investigación en Materiales y Estructuras* (GRIME) da *Pontificia Universidad Javeriana*; o *Grupo de Investigación Construcción Sostenible y Gestión Tecnológica* da *Facultad de Arquitectura* da *Universidad Nacional de Colombia* em Medellín; a *Fundación Tierra Viva*; o *Grupo Terrarium Creative*; e a *Escuela Taller de Boyacá*. **Em Cuba:** o *Centro de Investigación y Desarrollo de las Estructuras y los Materiales* (CIDEM) vinculado à *Facultad de Construcciones* da *Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas*; e a *Red Ecosur*. **Nos Estados Unidos:** o *Adobe Alliance*; a *Adobe Association of the South West*; o *California Institute of Earth Architecture* (Cal-Earth); a *Clemson University*; o *Northern New Mexico College*; a *West Virginia University Constructed*

²¹ Este grupo, após do terremoto de 2010, esta se focando, atualmente, ao desafio técnico e patrimonial da técnica do adobe. Em junho de 2011 realizaram o II Seminário sobre a restauração e reconstrução em adobe no Santiago do Chile. Conferir: <http://boletin-faup.ucentral.cl/seminario_restauracion_reconstruccion_adobe.pdf>. Acessado em 03 mai. 2011

Facilities Center, o *Rural Studio*; e *The Earth Building Foundation* da *University of New Mexico*. **Na Guatemala:** a *Asociación Arcolan*. **No México:** a *División de Ciencias y Artes para el Diseño* vinculada à *Universidad Autónoma Metropolitana* de Xochimilco; e a *Corporación Mexicana de Investigación en Materiales* (COMIMSA). **Na Nicaragua:** o *Instituto Nacional de la Vivienda Urbana y Rural*. **No Peru:** o *Departamento de Construcción* vinculado à *Facultad de Arquitectura, Urbanismo e Artes* da *Universidad Nacional de Ingeniería*; e o *Departamento de Ingeniería Civil* da *Pontificia Universidad Católica de Perú*. **No Uruguai:** o *Centro Universitario da Regional Este* (CURE) vinculado à *Facultad de Arquitectura* da *Universidade de la República de Uruguai*. **Na Venezuela:** o *Decanato de Ingeniería Civil* da *Universidade Centro-occidental Lisandro Alvarado*; e o *Departamento de Tecnología de la Construcción* vinculado à *Facultad de Arquitectura* da *Universidade de los Andes*.

No Brasil, em abril 1997 foi fundada a Organização não Governamental chamada Associação Brasileira de Construtores em Terra (ABCTerra) na cidade de São Paulo, a qual foi um dos primeiros grupos que entre seus objetivos, visava divulgar, incentivar e promover o desenvolvimento da arquitetura de terra crua no Brasil. Nesta iniciativa participaram vários professores como: o Eng. Gernot Minke (Alemanha); o Arq. David Easton (Estados Unidos); o Arq. Sergio Ferro (Brasileiro, mas representando à França); o Arq. Juan Borges (Venezuela); e, outros professores vinculados a Universidades Brasileiras como o Prof. Helio Dias que tinha realizado estudos no CRATerre-ENSAG. Depois de um período fértil com grandes projetos, como a participação na Bienal Internacional de Arquitetura de São Paulo em duas ocasiões e no Memorial da América Latina, o grupo se encontra atualmente inativo [...] ²². O ABCTerra chegou a desenvolver um curso de especialização em Culturas Construtivas onde abordava os problemas relativos à arquitetura de terra e à habitação de interesse social (ABCTerra, 2011)

Alem do exemplo anterior, em outras partes do Brasil, assim como em outros países, existem iniciativas de alguns professores ou inclusive de grupos que pesquisam, divulgam e até constroem exemplos arquitetônicos com o uso da terra como material principal. Atualmente encontram-se vários grupos que, seguindo seus próprios discursos, adotam a terra, assim como a madeira, o bambu e a pedra, como um elemento vital e integrador de outros subsistemas do próprio habitat humano. Alguns desses conceitos que fundamentam esses novos e velhos discursos são: arquitetura e/ou construção sustentável; eco-construção; bio-construção; culturas ou tradição construtivas; eco-culturas; sistemas passivos; edificações de consumo quase zero; arquitetura renovável; arquitetura alternativa; eco-bairro; ecovila; cidades

²² Coordenação do ABCTerra. Mensagem recebida por heliodiass@yahoo.com.br em 9 mai. 2011

sustentáveis; transferência de tecnologias; saber-fazer; habilidades locais; tecnologias apropriadas; arquitetura vernacular; arquitetura bio-climática; materiais mais sustentáveis; materiais mais corretos; permacultura; e, até a geração de políticas públicas habitacionais que adotem este tipo de materiais.

Alguns exemplos de grupos e iniciativas que se focam, em pequena ou grande medida, na habitação e na arquitetura e construção com terra são: o Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação (NORIE) criado em 1974, vinculado ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) em Porto Alegre; o Grupo de Estudos Alternativos para o Habitat Sustentável (GEAHAS) vinculado à Pontifícia Universidade Católica (PUC-Minas) de Poços de Caldas; o Departamento de Engenharia Civil da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Bauru; o Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Paraíba; o Departamento de Construção Civil e Arquitetura da Universidade Federal do Piauí; a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS); o Laboratório de Culturas Construtivas vinculado à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAUUSP); a Cooperativa de Habitação dos Agricultores Familiares (COPERHAF); o Grupo de Estudos em Reforma Agrária e Habitat (GERAH) vinculado a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

Dos discursos ao objeto de estudo - O Grupo de Pesquisa em Habitação e Sustentabilidade (HABIS), vinculado ao Instituto de Arquitetura da Universidade de São Paulo em São Carlos-SP, faz parte destas iniciativas apresentadas anteriormente. A formação do Habis foi em 1992, o qual teve dois grandes momentos: o primeiro foi a experimentação no laboratório e o segundo foi a passagem do laboratório à ação na realidade social. Dentre seus vários projetos, no início focados somente no sistema construtivo em madeira, pode se destacar a produção de 410 casas entre 1995 e 1996, aos desabrigados da enchente do rio Cuiabá, Mato Grosso. Este projeto começou em 1994 com a produção de protótipos com madeira de rejeito comercial na região de Cuiabá. O discurso do grupo nesse momento se relacionava ao uso racional dos recursos naturais e o uso da madeira de plantios florestais e não nativa. A partir de 1997, o grupo iniciou a ampliação da sua primeira sede (denominado Grupo GHab até o ano 2000) com a técnica de *terra palha* sendo o primeiro momento para a experimentação e o uso da terra crua nos seus projetos, como por exemplo a construção de duas unidades experimentais chamadas de 001 e 002 no período de 1996 a 2000, onde foram empregadas várias técnicas de vedação usando a madeira e a terra com o objetivo de buscar sistemas e componentes construtivos para habitação social. Neste período, de 1994 a 2000, é importante destacar que o Habis buscou investir no conhecimento de especialistas com formação

internacional com o objetivo de trazê-los ao grupo para aumentar o conhecimento sobre as técnicas com terra e também para a realização de capacitações de seus membros pesquisadores daquela época. Destacam-se três acontecimentos neste período.

O **primeiro** foi a inclusão do Professor Arquiteto Marcelo Cláudio Tramontano até o ano 2000 no grupo de pesquisa, quem tinha realizado estudos no CRATerre. Este Arquiteto contribuiu na formulação da concepção arquitetônica das unidades experimentais 001 e 002.

O **segundo** acontecimento foi a participação da Arquiteta brasileira Leticia Achar como ministrante da capacitação em terra palha da ampliação da sede do grupo, que tinha realizado estudos na Suécia sobre a arquitetura de terra para os países frios e adquirido importante experiência com a coordenação da construção da casa em terra palha na Finlândia (Eco-House), projetada pelo Arquiteto Sverre Fehn.

O **último** acontecimento foi quando o Grupo Habis contatou o CRATerre na França para facilitar a capacitação para o desenvolvimento do projeto de pesquisa “Habitação Social: Concepção Arquitetônica e Produção de Componentes de Madeira e Reflorestamento e em Terra Crua” (Construção das unidades experimentais 001 e 002). O CRATerre indicou o pesquisador Peter Willem, que era um dos especialistas formados no CRATerre na técnica de Terra-Palha. Este pesquisador realizou as capacitações no Grupo Habis em finais de 1997 e começos de 1998. Através da *Swiss Foundation for Technical Cooperation* (SWISSCONTACT), Organização Não Governamental, que se concentra no desenvolvimento de empresas para as comunidades carentes, foi viabilizado o financiamento para a realização destas capacitações.

Até este momento da introdução percebe-se uma clara relação entre a influência dos discursos internacionais sobre a arquitetura e construção com terra e a expansão dos conhecimentos de alguns países europeus sobre o resto do mundo, que neste caso, se refere às origens da trajetória de como o material terra chegou no Habis, e que influenciou nas experiências posteriores sobre o uso da terra na produção de habitação social nos assentamentos rurais.

A partir do ano 2000, o grupo de pesquisa altera o seu foco e a sua principal estratégia passa a ser a ação na realidade social, a pesquisa e a formação de pessoas, incluindo novos discursos direcionados a políticas públicas, usos múltiplos da floresta, geração de trabalho e renda, a sustentabilidade, o uso de recursos renováveis e materiais locais, o desenvolvimento territorial, o saneamento ambiental e a habitação social em assentamentos rurais.

No cenário anterior, e a partir de 2002, o Grupo Habis concentrou seus esforços principalmente na produção habitacional em dois assentamentos rurais, o primeiro no Assentamento Pirituba II e o segundo no Assentamento Sepé Tiarajú, tomando como desafio o enfrentamento do problema da habitação social no meio rural, questão que carece de qualificação e reflexão não apenas no seu aspecto teórico, mas, sobretudo, político e técnico, considerando a aplicação de sistemas e processos construtivos de menor impacto ambiental, econômico e social.

Além de outros materiais como a madeira, o bloco cerâmico, a pedra, etc., a terra também fazia parte das possibilidades tecnológicas para a produção habitacional desses projetos nos assentamentos rurais, pois o uso da terra estava inserido nos discursos teóricos e pragmáticos do grupo de pesquisa.

Metodologia de pesquisa

Esta dissertação de mestrado se insere no trabalho desenvolvido pelo grupo de pesquisa Habis, como uma estratégia de sistematizar, avaliar, estudar e divulgar, à comunidade interessada, os vários dados produzidos em relação às casas de adobe que fizeram parte dos dois projetos nos assentamentos rurais e, conseqüentemente, contribuir com o conhecimento da arquitetura, construção e os processos construtivos em adobe num contexto de produção de habitação social em assentamentos rurais. Por outro lado, é também uma contribuição na formação profissional e acadêmica do pesquisador e, de maneira geral, dos demais membros do Grupo por meio dos estudos de mestrado.

Após uma revisão da literatura, constatou-se que até esta data (março de 2011) parece não existir, no Brasil, experiências concretas de produção habitacional em assentamentos rurais que usem a técnica construtiva do adobe. Esta pesquisa buscou sanar a falta de caracterização do processo construtivo em adobe para subsidiar o desenvolvimento de projetos de produção de habitação social no contexto dos assentamentos rurais.

As seguintes perguntas ajudaram a delimitar a pesquisa: **1)** o que pode ser feito para melhorar o desenvolvimento de projetos de produção habitacional social em assentamentos rurais? **2)** o sistema construtivo em adobe pode ser uma solução para melhorar o desenvolvimento da produção habitacional social em assentamentos rurais? **3)** como melhorar os processos construtivos em adobe para que possam subsidiar o desenvolvimento de projetos de habitação social em assentamentos rurais? **4)** a caracterização

do processo construtivo em adobe pode subsidiar o desenvolvimento de projetos de habitação social em assentamentos rurais? 5) que tipo de exemplos de projetos de habitação social rural existem no mundo? 6) quais são as características do processo construtivo em adobe que auxiliam o desenvolvimento de projetos de habitação social em assentamentos rurais? 6) pode a definição destas características auxiliar no entendimento de por que, das três habitações estudadas, duas ficaram em pé e uma colapsou? 7) quais podem ser as semelhanças, diferenças, problemas e avanços das habitações estudadas? 8) como podemos entender o desenvolvimento de um processo construtivo em adobe para a produção habitacional em assentamentos rurais?

Com base na demanda de pesquisa do Grupo Habis e nas perguntas anteriores, o **objetivo** desta dissertação foi: **estudar o processo construtivo em adobe em um caso construído no Assentamento Rural Pirituba II e em dois no Assentamento Rural Sepé Tiaraju, auxiliando por sua vez, a vislumbrar as razões que levaram a duas destas casas a se manterem em pé e uma colapsar.**

Estratégia de pesquisa e método de estudo: A estratégia de pesquisa utilizada pelo Grupo Habis, tanto no projeto desenvolvido no Assentamento Rural Pirituba II quanto no Assentamento Rural Sepé Tiaraju, foi a de *pesquisa-ação*.

A pesquisa-ação agrega vários métodos e técnicas de pesquisa social conforme cada fase ou operação do processo de investigação, existindo técnicas para coletar e interpretar dados, resolver problemas, organizar ações, e outras. Na pesquisa-ação, os pesquisadores recorrem a métodos e técnicas de grupos para lidar com a dimensão coletiva e interativa da investigação e também técnicas de registro, de processamento e de exposição de resultados (THIOLLENT, 2000, p.26).

Além desta estratégia de pesquisa, a dissertação se enquadra num estudo de caso que, segundo Morin; Gadoua; Potvin (2007, p. 74, tradução nossa)

“situa-se num contexto real, complexo, que requer ações por parte das pessoas envolvidas, onde elas mesmas demandam certas intervenções essenciais e outras complementares. É assim que passamos de uma situação de crise a uma transformação do meio para atender um equilíbrio mais constante”.

O estudo de vários casos implica no reforço das evidências analisadas de tal maneira que ajuda a encontrar modelos de semelhança nos diversos contextos possíveis. Na dissertação são examinados os processos construtivos de três casas, ou seja, três casos. Para Herriott & Firestone²³ (1983 apud Yin, 2005,

²³ HERRIOTT, R. E.; FIRESTONE, W. A. **Multisite qualitative policy research: optimizing description and generalizability.** Educational Researcher. 1983.

p. 68) os “projetos de casos múltiplos apresentam vantagens e desvantagens distintas em comparação aos projetos de caso único. As evidências resultantes de casos múltiplos são consideradas mais convincentes, e o estudo global é visto, por conseguinte, como algo mais robusto”

São apresentadas, a seguir, as cinco etapas gerais que resumem os momentos mais significativos desta pesquisa de mestrado.

Etapla preliminar: por causa da minha participação como estagiário e bolsista de iniciação científica durante o ultimo ano da graduação como aluno estrangeiro²⁴, no projeto realizado no Assentamento Rural Pirituba II, sobretudo na casa de adobe referente ao Caso A deste estudo, o grupo me propôs que eu participasse novamente no projeto que nesse momento estava sendo realizado no Assentamento Rural Sepé Tiajaru, estando minha participação focada, principalmente, na única casa que seria construída em adobe (Caso B2), pois o colapso de outra casa construída em adobe havia ocorrido antes da minha inserção no projeto. Até este momento a idéia inicial do mestrado focaria somente esta casa de adobe, mas aproveitando a minha experiência e dados coletados no primeiro projeto do Assentamento Rural Pirituba II, e a falta de dados sistematizados sobre a casa que havia colapsado, foi decidido realizar esta dissertação estudando acontecimentos do processo construtivo das três casas, de modo a produzir dados complementares e alcançar resultados mais convincentes a partir do conjunto. No entanto, esta mudança e, ao mesmo tempo, ampliação do objeto de estudo, aumentou o volume e tempo para a elaboração do trabalho de pesquisa. Segundo Yin (2005, p. 68) “A condução de um estudo de casos múltiplos pode exigir tempo e amplos recursos além daqueles que um estudante ou um pesquisador independente possuem”. No entanto, e apesar do curto tempo do mestrado, com o constante apoio que deu a equipe e o grupo de pesquisa Habis, espera-se que este trabalho possa contribuir para o avanço do conhecimento e o aperfeiçoamento da prática de produção habitacional social e rural no contexto dos assentamentos rurais.

Etapla de Inserção no grupo de pesquisa: além de estabelecer relações com os outros pesquisadores do Grupo de Pesquisa, nesta etapa foi necessário: **a)** entender o contexto do projeto geral, por meio da revisão de relatos realizados tanto em campo quanto nas reuniões de planejamento dos diferentes pesquisadores-assessores grupo; **b)** auto-aprendizagem para nivelar os conceitos, por meio de revisão da

²⁴ No período compreendido entre fev. 2005 a mai. 2006, realizei o intercambio promovido pelo convenio do Programa Panamericano da União das Universidade de America Latina (PAME-UDUAL) entre a Universidade de Boyacá (Colômbia) e a Universidade de São Paulo (Brasil). Neste período participei ativamente do projeto todo no Assentamento Rural Pirituba II, obtendo bolsa de iniciação científica pelo CNPq. Neste periodo foram publicados vários trabalhos de iniciação científica assim como alguns artigos referentes à casa de adobe desse assentamento rural.

literatura referente à arquitetura e construção com terra focando a técnica do adobe. Foi utilizado, nesta revisão, tanto material físico (livros, teses, dissertações) quanto digital (artigos, manuais, e diferentes informações de sites relacionados); e c) planejamento da(s) primeira viagens ao Assentamento Rural, as quais eram alimentadas pelas reuniões de discussão das estratégias gerais do Grupo de Pesquisa, a elaboração de planilhas de planejamento de viagem e coleta de dados, e a operacionalização da viagem como a viabilização de máquina fotográfica, veículo para o transporte dos pesquisadores, computador, filmadora, planilhas impressas, e assim por diante.

Etapas de inserção no assentamento e na família que construiria em adobe: nas primeiras viagens ao assentamento foi realizado contato inicial com as famílias, tendo sido necessário realizar uma etapa de sensibilização ao morador sobre as técnicas de construção com terra, por meio de apresentações de imagens de exemplos arquitetônicos no mundo. Esta etapa facilitava a aproximação entre assessor-pesquisador e o morador, assim como melhorava a credibilidade de um assessor jovem, pois nesta etapa também foram apresentadas as experiências que o assessor-pesquisador já tinha desenvolvido. Nestes primeiros diálogos era possível identificar algumas características do perfil do morador e da família, assim como realizar um diagnóstico do que era necessário para a construção da casa.

Etapas de imersão no assentamento: nesta etapa foram realizadas viagens semanais para realizar as assessorias e simultaneamente a coleta de dados. No caso do projeto do Assentamento Rural Pirituba II, as viagens eram geralmente semanais, com três dias de permanência no Assentamento; no caso do projeto do Assentamento Rural Sepé Tiaraju, as viagens aconteciam geralmente duas vezes por semana, com um dia de permanência. A sistematização e avaliação dos dados levantados eram realizadas por meio de entrevistas, fotografias, vídeos e relatos de viagem ao assentamento e inclusive os coletados nas reuniões do grupo de pesquisa e outros obtidos com entrevistas a pesquisadores do próprio grupo. Alguns dados parciais eram sistematizados por meio da elaboração de artigos a serem apresentados em eventos acadêmicos e científicos de caráter nacional e internacional. Como as disciplinas do mestrado foram simultâneas ao trabalho de pesquisa, alguns dos trabalhos finais destas disciplinas foram realizados buscando refletir sobre o tema de pesquisa. No entanto, não foi possível aprofundar muito, porque no mestrado não existiam disciplinas relacionadas diretamente com a Arquitetura e Construção com Terra.

Etapas de redação da dissertação: após a qualificação do mestrado, a partir da qual foi reformulada a estrutura da pesquisa, foi retomada a idéia inicial do projeto da dissertação e, junto com os dados coletados e já sistematizados, foi realizada uma revisão mais profunda e focada de diversas referências

bibliográficas. Para desenvolver a dissertação, o raciocínio metodológico e de delimitação da pesquisa foi o seguinte: **a)** realizar uma aproximação introdutória de tipo histórica sobre alguns discursos referentes à arquitetura e construção com terra como um filtro que permitisse chegar ao objeto de pesquisa; **b)** realizar o levantamento de um panorama com alguns exemplos de projetos que fossem similares ao objeto de estudo, permitindo contextualizar internacional e nacionalmente o objeto de pesquisa, e trazer à luz algumas condições que os caracterizaram. Esta etapa pode ser considerada como a demonstração de uma parte do estado da arte do tema geral da dissertação, que contempla principalmente a habitação social em áreas rurais construídas com adobe. O objeto de pesquisa desta dissertação se considera e forma parte desse panorama, dando assim o vínculo para o seguinte ponto; **c)** contextualizar, caracterizar e analisar independentemente, ou seja, cada uma das casas de adobe estudadas, segundo o Assentamento Rural a que elas pertencem. Neste ponto, já aparece a divisão das etapas construtivas de produção de adobe, elevação da parede e interfaces da parede de adobe com outros sub-sistemas construtivos, que dão o vínculo para o seguinte ponto; **d)** caracterizar grupalmente, ou seja, juntando e comparando as etapas construtivas das três casas de adobe, para identificar suas semelhanças, suas diferenças, seus problemas e seu avanços. Este ponto pode ser considerado, também, como uma síntese do item anterior (c). Esta caracterização foi elaborada a partir de uma estrutura realizada na casa de adobe do Assentamento Rural Pirituba II (**ver Apêndice A**), na qual era utilizada a ferramenta do fluxograma para definir as várias etapas construtivas. A partir deste fluxograma, foram criadas várias perguntas (**ver Apêndice B**) que auxiliariam na identificação e sistematização dos dados das etapas construtivas das outras duas casas referentes ao Assentamento Rural Sepé Tiaraju, sendo que no caso da casa colapsada foi usado este roteiro de perguntas para entrevistar o morador e os assessores pesquisadores que participaram na construção daquela casa. É por isto que, a partir dessas perguntas, foram consideradas as variáveis da Tabela que sistematiza os dados no Capítulo 3, e o valor da variável, ou seja, a resposta a essas perguntas, foram consideradas como as características das etapas construtivas de cada caso, auxiliando, então, no desenvolvimento desse Capítulo 3; e **e)** relacionar de modo geral, as etapas construtivas das três casas (como um elemento técnico), com outras condições que interferiram nessas etapas construtivas (entenda-se esta relação como o elemento tecnológico), para entender algumas relações da complexidade da noção e interpretação do *processo construtivo*, estudado nesta dissertação.

Durante o trabalho são utilizadas referências para alimentar e argumentar alguns questionamentos que vão aparecendo durante o trabalho; no entanto, também aparecem questionamentos que não são respondidos, mas que indicam uma reflexão sobre o assunto tratado nos diferentes parágrafos.

Dependendo da interpretação do leitor, será possível observar que o trabalho possui alguns trechos críticos onde se questionam alguns problemas que o grupo pesquisador e assessor enfrentou. Estes questionamentos não pretendem ter uma posição demeritória da atuação de nenhum desses atores, pelo que se sugere considerar estas dificuldades como uma característica a mais do contexto deste trabalho de pesquisa, tendo uma visão mais parcial do acontecido em cada caso estudado.

CAPÍTULO 1

O ADOBE NA HABITAÇÃO SOCIAL EM ÁREAS RURAIS:
PANORAMA NACIONAL E INTERNACIONAL

O uso do adobe tem sido mais frequente nas áreas rurais devido, dentro outras razões, à disponibilidade da terra para a sua produção. Antigamente, o adobe, assim como outras técnicas de construção com terra, foi usado para a construção de centros históricos das cidades que ainda hoje estão em pé. No entanto, atualmente são poucos os países que mantêm a tradição construtiva num contexto urbano. Entre suas causas estão: a falta de normas, o alto custo da área para construir, a evolução das tecnologias estimulando o uso de outros materiais, etc. Ao invés disso, muitas casas com valores patrimoniais e construídas com terra, são demolidas nesses centros históricos, geralmente pela falta de conhecimento e instrumentos legais que protejam suas edificações. Por outro lado, contemporaneamente os novos projetos de produção habitacional com terra, tanto de caráter social ou não, ainda mantém uma forte relação com a ruralidade.

A partir de finais da década de 1970, tem se consolidado várias propostas para melhoramentos, construção e reconstrução de assentamentos humanos em áreas rurais. O uso do adobe tem sido uma opção para a produção habitacional, não somente pelos seus valores ambientais, mas também pelo seu baixo custo, pela relação tradicional em várias regiões do mundo e por ser uma alternativa que fomenta as capacidades locais através da formação de mão de obra.

No começo desta pesquisa pensou-se em buscar projetos com características iguais aos casos estudados, num contexto somente brasileiro. No entanto, a escassez de referências no Brasil²⁵, conduziu a busca de exemplares de outras realidades, inicialmente latino-americanas e posteriormente da África e da Índia. Isto significava o aumento da riqueza enquanto à diversidade representada pelas diferenças contextuais, mas que lidavam também com aspectos gerados por projetos que eram importantes de destacar.

Por conta disto, e pela delimitação necessária desta pesquisa, o presente capítulo, não pretende ser um levantamento dos projetos que usaram adobe para a produção habitacional social e rural no mundo, embora seja uma lacuna de pesquisa, mas sim, um panorama que apresente várias experiências, que apesar de pertencer a diferentes contextos, permitam a identificação de relações similares ao objeto de estudo desta dissertação e também das condições que os tornaram viáveis, relativos aos processos de produção da habitação dentro do projeto geral que o promove e desde sua concepção como um projeto de relações complexas, onde diferentes atores intervêm, onde é valorizada as tradições construtivas e porém a cultura de uma comunidade e onde as condições naturais e climáticas possuem um determinado impacto. A partir dessas relações enxergadas nos diferentes projetos, na última parte deste capítulo se destacam algumas considerações que caracterizaram de modo geral este tipo de projetos. Assim mesmo se cria um vínculo com o tema da dissertação relacionado à noção de processo construtivo.

1.1. Projetos sociais e rurais em adobe: exemplos de habitações e equipamentos comunitários em Ásia, África e América Latina

Neste item, será feito então, um rápido panorama por 16²⁶ exemplos situados na Ásia (Sri Lanka e Gujarat), na África (Burkina Faso, Malawi, África do Sul e Uganda) e na América Latina (Nicarágua, Salvador, Honduras, Peru, Bolívia e Brasil), os quais apresentam o uso do adobe sob diferentes aspectos:

²⁵ Dentro das referências a serem citadas, no caso do Brasil, se referencia o projeto do Centro Regional Integrado de Desenvolvimento Sustentável (CRIDES) em Minas Gerais, o qual é um projeto que parece estar fora do foco deste capítulo, no entanto, pela relação com a formação da mão de obra, a agricultura familiar, o desenvolvimento local, a geração de trabalho e renda e a difusão da tecnologia do adobe à comunidade, foi selecionado para fazer parte deste texto, buscando também mostrar que no Brasil é possível ter construções contemporâneas que estimulam populações locais a usar o adobe como material de construção, e porém, a possibilidade de construção de habitação de famílias de baixa renda.

²⁶ No item 1.1.6 se apresentam 3 projetos, porém a conta dos 16 projetos não deve se deve relacionar aos 14 itens deste sub-item 1.1.

a) reconstrução por causa de desastres naturais; b) protótipos de melhoramento do sistema construtivo, c) construção de habitação nova em resposta à necessidade habitacional; d) melhoramento por causa da falta de manutenção e propagação de doenças; e) paredes e tetos como um sistema integrado; f) estudo de diagnóstico; g) construção tanto de habitação como de equipamentos comunitários; h) integração com outros materiais; i) projetos piloto para grandes impactos de desenvolvimento num determinado território; j) propostas ainda não construídas.

As informações referentes a cada projeto do panorama, tentaram resumir a essência do projeto a partir dos dados que foram coletados. No entanto, informações mais detalhadas podem ser acessadas pelas referências citadas no final de cada texto. Dependendo do projeto, algumas das informações das fontes originais citadas nos parágrafos, encontram-se em Francês, Inglês, Espanhol Alemão, Híndi e Africâner. Os nomes de algumas instituições estão no idioma original para possibilitar ao leitor, caso deseje pesquisar mais sobre o tema, encontrar, com maior facilidade, informações tanto em documentos físicos como digitais, do que buscá-los em português e possivelmente não achar as informações.

1.1.1. Projeto “Um Milhão de Casas” no Sri Lanka – Sul da Ásia

O governo de Sri Lanka reformulou radicalmente suas políticas relacionadas à habitação, deixando de ser o provedor direto das habitações para as comunidades sem moradia. Ao invés disso, o governo se tornou facilitador para apoiar as famílias pobres a adquirir as habitações através de incentivos e subsídios financeiros, além de suporte técnico. Foram reconhecidas as habilidades e capacidades latentes das pessoas e descentralizou-se o planejamento, programação e implementação, dando autonomia a cada aldeia para tomar decisões sobre a produção das suas habitações. Como resultado desta mudança na política habitacional, foi criado o programa “1 milhão de casas” com o objetivo de promover empréstimos que fossem acessíveis às famílias com baixa renda tanto nas áreas rurais quanto urbanas, e assim construir e melhorar as habitações. Como estratégia de diminuição dos custos de construção, algumas das casas usam as tecnologias tradicionais e materiais locais como o adobe, assim como a madeira para a cobertura (WORLD HABITAT AWARDS, 2011, tradução nossa). Um dos parceiros que apoiou este projeto é a *South Asian Perspectives Network Association* (SAPNA), que é uma organização independente e que trabalha a Pesquisa Ação Participativa (Participatory Action Research PAR) desde 1970, focando-se no

diálogo sobre políticas, criação da capacidade de redes catalisadoras para a solução dos problemas de pobreza do sul da Ásia (PROPOOR, 2011). A **Figura 07** retrata uma das habitações em adobe.

Figura 07 – Exemplo de habitação rural em adobe do projeto 1 Milhão de casas em Sri Lanka no sul da Ásia.

Fonte: <<http://www.worldhabitatawards.org/galleries/awards.cfm?offset=46&lang=01&theGalleryID=01>> acessado: 07 ago. 2011

1.1.2. Projeto de reconstrução da aldeia Ghandi Nu-Gam em Gujarat - Índia

A Fundação Vastu-Shilpa (VSF) para os Estudos e Pesquisa sobre o Projeto Ecológico da Índia, coordenou o projeto de reconstrução da aldeia de Ghandi-Nu-Gam, logo depois do terremoto de 6.9 na escala de Richter no estado de Gujarat, na Índia, em 2001. O projeto teve um enfoque holístico e participativo que mantinha as tradições socioculturais e sistemas de construção da área local, além de melhorar as oportunidades e as condições econômicas. A comunidade participou do processo de desenho, planejamento e construção das suas novas habitações. As casas tradicionais são circulares e construídas com adobe com cobertura de palha de forma cônica e adornadas com relevos de argila. Cada habitação é formada por três *bhungas* (cabanas circulares) (**ver Figura 08**). Segundo a descrição do projeto, os jovens tinham abandonado estas habitações, preferindo morar em casa de concreto e pedra em formato retangular. Depois do terremoto as casas circulares continuaram em pé, enquanto que as retangulares tinham sido destruídas.

Foram construídas 455 *bhungas* tradicionais com adobe, assim como três escolas, um banco, prédios comunitários, centros de produção e altares religiosos, além de infra-estrutura de energia elétrica, sistema de captação de água e a introdução de novos métodos no sistema agrícola para assegurar maior produção.

O planejamento do projeto junto com os moradores teve as seguintes etapas: 1) identificação das necessidades, aspirações, e os requisitos para a obtenção da habitação; 2) a partir da etapa 1 se elaboraram planos e estratégias; 3) discussão desses planos com a comunidade local, e 4) revisões e adaptações com a comunidade até ela ficar satisfeita.

Uma estratégia do VSF, foi a instalação de um escritório no local da obra, o que permitiu à assessoria entender o estilo de vida dos moradores e da aldeia, e criou confiança com as famílias. Realizou-se um estudo de identificação das condições das pessoas e do local, e se definiu um plano de obras seguindo os modelos tradicionais baseados nos agrupamentos ao redor de espaços abertos.

O valor de cada habitação foi de \$USD 740 (R\$ 1.160 aprox.). O projeto todo teve um valor de \$USD 630.000 (R\$ 990.000,00 aprox.). Os parceiros do financiamento foram: a ONG Manav Sadhna²⁷, a Corporação Gujarat Mineral Development Corporation Ltd²⁸ (GMDC), o Conselho para o Fomento da Ação Popular e a Tecnologia Rural²⁹ (CAPART), que é um órgão patrocinado pelo governo da Índia, e o Movimento para Rejuvenescer a Índia (RIM), integrado por várias ONGs que participam no desenvolvimento rural por meio da formação de trabalhadores. O processo participativo e de desenvolvimento integral tem sido adotado em 11 povoados com a participação de diferentes ONGs (ROOPA SABINS PINGE; ARCHITEC DESING CRITIC, 2009; VASTU SHILPA FOUNDATION, 2011).

Esq. a dir. Habitações tradicionais da região chamadas de "bhungas" construídas em adobe em forma circular. Corte-Perspectiva da habitação.

Figura 08 – Exemplos de reconstrução da aldeia Ghandi-Nu-Gam no estado de Gujarat na Índia.

Fonte: < <http://www.vastushilpa.org> > acessado: 24 jul. 2011

²⁷ Disponível em: <<http://www.manavsadhna.org>> acessado em: 27 jul.2011

²⁸ Disponível em: <<http://www.gmdcltd.com>> acessado em: 27 jul.2011

²⁹ Disponível em: <<http://www.capart.nic.in/>> acessado em: 27 jul.2011

1.1.3. Programa “Tetos de Terra” em Burkina Faso - África

Em Sahel - Burkina Faso na África, pela dificuldade econômica de acesso à madeira para construir coberturas e pelo uso de telha metálica (um terço da população de Sahel, mora em casas com teto de lâminas metálicas) que tem baixo isolamento térmico e acústico, vida útil limitada pela corrosão e, também, por serem importadas (devendo ser pagas a vista), dificultando a aquisição por parte das famílias de baixos recursos, foi desenvolvido o *Programa Tetos de Terra*³⁰. Neste Programa foram capacitados mais de 115 pedreiros, procedentes das comunidades locais, para a construção de abóbodas com adobe, adaptando a antiga técnica nubiana (VN Voute Nubienne). Este projeto é coordenado pela ONG Associação Voute Nubienne (AVN) desde o ano 2000.

O projeto buscava promover a autoconstrução e a geração de trabalho e renda através da formação de mão de obra. Mais de 235 casas e 20 prédios públicos foram construídos até 2009. Nesse mesmo ano, a quantidade de alunos tem aumentado para 170. A mão de obra capacitada tem se espalhado para Mali, Senegal, Togo, Costa de Marfim e Guinéa.

Uma casa padrão de duas abóbodas (sala, dois dormitórios, local de tomar banho e cozinha) tem aproximadamente 50m² de espaço interior com possibilidade de aumentar a área mediante a transformação da cobertura num terraço plano. Seu custo médio é de \$ USD 1.500 (2.300 Reais aprox.), incluindo mão de obra, materiais de construção e acabamentos básicos (não inclui o valor do lote) **(ver Figura 09)**.

O programa é implantado anualmente em várias regiões de Burkina Faso no período compreendido de novembro a maio. A dinâmica de trabalho se desenvolve com uma equipe de construção formada por um mestre de obras, um pedreiro e vários alunos. Existe um aumento gradual de hierarquias segundo o conhecimento adquirido feito da seguinte forma: de alunos para pedreiros, de pedreiros para mestres de obra, de mestres de obra para instrutores, e de instrutores para empresários. O recurso da AVN é usado principalmente para a organização e expansão do projeto como, por exemplo, em atividades de promoção, negociações com potenciais clientes e patrocinadores, contratação e capacitação de pedreiros, e continuação dos projetos construídos. Como exemplo, foram gastos \$USD 155.000 entre ano de 2007-2008 para o desenvolvimento do programa, sendo 75% para a assessoria técnica, 18% para administração, coordenação e viagens, 2% para comunicações e publicidade, e 5% para apoio nas obras.

³⁰ Projeto finalista no prêmio World Habitat Awards de 2009

Este tipo de projeto promove a economia local e se adapta também à economia convencional. Por exemplo, uma família que não tenha dinheiro para comprar os adobes, tem a possibilidade de produzi-los, ou também de fazer trocas com a plantação e trabalho em outra construção de casas. Os pedreiros que não promovem seu próprio empreendimento para criar uma empresa têm a possibilidade de ficar no seu entorno rural e trabalhar com trocas nas casas vizinhas. (LA VOÛTE NUBIENNE, 2011).

Esq. a dir. Capacitação aos pedreiros usando maquete e desenhos das abóbodas. Produção dos adobes de 24cm x 12cm x 4cm da abóboda. Fundação em pedra (entre 40cm a 80cm de profundidade; 60cm a 70cm de largura para as paredes que sustentam a abóboda e 50 cm para as paredes frontais perpendiculares à longitude da abóboda) e primeira fiada; onde tem muita chuva a fundação termina 20cm acima do nível do chão. Elevação das paredes (largura de 60cm para as paredes purgantes da abóboda; 40cm aprox. para as frontais com inclinação de 1cm para o interior a cada metro de altura da parede).

Esq. a dir. Execução dos arcos (começa numa altura de 1,30m a 2m aprox., a partir desta altura começa a abóboda). Madeira travando o aço tensionado que vai funcionar como eixo do arco da abóboda. Peças metálicas e circulares que ajudam a girar as cordas para contornar o arco que vai conformando a abóboda. execução das primeiras fiadas inclinadas da abóboda nubiana.

Esq. a dir. Execução das seguintes fiadas; 2 pedreiros nos extremos e um na metade. Perspectiva da casa com 50% das abóbodas. Acabado interior das abóbodas. Casa terminada e rebocada; a cobertura é impermeabilizada com uma lâmina plástica e acima uma argamassa de 2 a 3cm de espessura de barro estabilizado com minerais e fibras vegetais.

Figura 09 – Exemplo de casa de baixo custo em adobe construída com a técnica da abóboda nubiana. Sahel - Burkina Faso na África. Fonte: <<http://www.lavoutenubienne.org>> acessado: 24 jul. 2011

1.1.4. Projeto “Construção sem Madeira” em Burkina Faso - África

Desde 1980 a ONG francesa Development Workshop (DW) vem desenvolvendo projetos na África relacionados à construção de habitação e equipamentos comunitários usando cúpulas e abóbodas com adobe. Em 1995 começa a participar mais ativamente em Burkina Faso através do projeto “*Woodless Construction*”³¹ (construção sem madeira) que recupera as técnicas do Egito e Irã onde é possível construir habitação tradicional sem o uso da madeira, pois o consumo excessivo deste material é um fator que causa a destruição dos bosques da região e, portanto, a aceleração da desertificação.

O DW foca seus trabalhos no desenvolvimento de habilidades de construção dos jovens, geração de trabalho e renda, apoio às mulheres que trabalham com cerâmica, desenvolvimento das estruturas das atividades econômicas promovendo a geração de renda local e ruralmente (DEVELOPMENT WORKSHOP, 2011; NORTON, J. 1997). As seguintes imagens da **Figura 10** ilustram alguns exemplos da técnica usada.

Figura 10 – Exemplo de habitações construídas com adobe no projeto *Construção sem Madeira* do grupo DW em Burkina Faso na África. Fonte: <<http://www.dwf.org/en/content/dome>> acessado: 24 jul. 2011

³¹ A promoção deste projeto em Burkina Faso, Mali e Nigéria foi reconhecida com o prêmio de Mundial do Habitat em 1999

1.1.5. Projeto de diagnóstico das habitações de adobe em Malawi - África

O Governo de Malawi solicitou ajuda à UN-Habitat³² para desenvolver um amplo estudo sobre o funcionamento da habitação urbana. Malawi é o primeiro país onde a UN-Habitat tem aplicado a sua metodologia sobre o estudo do perfil do setor da habitação urbana num processo de investigação-ação participativa, focando-se numa visão integral com base em cinco aspectos: terra, serviços básicos, financiamento da habitação (materiais e tecnologias de construção) e trabalho e emprego. Nas suas avaliações, tem-se identificado o baixo custo da habitação quando construída com adobe, razão principal das famílias continuarem construindo a sua casa com adobe. Em alguns casos encontram-se bons exemplos com respeito à qualidade das paredes de adobe na fundação, no esgoto e na cobertura. No entanto, a principal característica da maior parte das habitações é a sua precariedade, predominando o uso do adobe com processos construtivos de baixa qualidade (ver Figura 11).

Na análise feita no setor dos assentamentos informais na cidade de Blantyre, constatou-se que 57% das casas são construídas com adobe enquanto que 39% são de tijolo cozido e os 3% restante são de taipa de mão. Existem preocupações sobre a resistência sísmica das casas de adobe em Malawi, pois as estruturas e as interfaces com a cobertura, assim como a argamassa de assentamento, são fracas. Para aumentar a durabilidade das argamassas de assentamento tem se misturado o barro com cal.

Algumas das recomendações que são sugeridas na produção de habitação em adobe são: apropriação da tecnologia, tanto do adobe quanto do BTC (bloco de terra comprimida); otimização de cada detalhe construtivo como, por exemplo, a interface da parede de adobe com as janelas e portas, local que apresenta fissuras; e o aumento do beiral da cobertura. (UN-HABITAT, 2010). Algumas ONGs como a *Homeless And Poor People's Initiative* (HAPPI), apresentada no próximo exemplo, desenvolvem projetos de formação de mão de obra, tanto na produção das próprias casas quanto em outro tipo de edificações de uso comunitário ou de empreendimentos para geração de trabalho e renda.

³² United Nations Human Settlements Program (Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos criado em 1976 como resultado da conferência das Nações Unidas sobre Assentamentos Humanos (Habitat I), realizada em Vancouver – Canada.

Esq. a dir. Parede em perfeito estado, afastada do nível do chão, rebocada e pintada com cobertura bem fixada. Exemplo de habitação de baixo custo produzida pelo morador, sem muito rigor técnico. Fundação precária que reduz a vida útil da parede.

Figura 11 – Exemplos de Habitações em adobe no país de Malawi na África.

Fonte: <<http://www.unhabitat.org/pmss/getElectronicVersion.asp?nr=2907&alt=1>> acessado: 24 jul. 2011

1.1.6. Construção de habitações e equipamentos comunitários em Malawi e África do Sul

A Organização sem fins lucrativos HAPPI, tem desenvolvido projetos na África (Malawi, Moçambique e África do Sul). Uma das suas atividades se refere à assessoria e formação no projeto e construção usando adobe com as populações de baixa renda e sem moradia. Um dos projetos é a construção de um centro de acolhida para órfãos e crianças vulneráveis, muitas das quais têm HIV/AIDS, produzido com materiais disponíveis localmente como a pedra para a fundação, a terra para as paredes e o bambu e a madeira para a cobertura. O projeto tinha como objetivo, além da construção do Centro de uso comunitário, a capacitação e formação profissional de mão-de-obra da comunidade local para uso das técnicas tradicionais. O Centro tinha alojamentos, escritórios, banheiros e cozinha. As mulheres participaram na construção tanto quanto os homens. O projeto foi desenvolvido próximo da divisa de Lesotho em Masupha na África do Sul em 2010 (ver Figura 12).

Outro projeto da HAPPI foi a assessoria e a capacitação através do *Centre for Community Organisation and Development* (CCODE)³³ para a produção habitacional por mutirão e autoconstrução em adobe, de 1400 famílias sem moradia. O projeto se desenvolveu em Blantyre e Lilongwe – Malawi, África (ver Figura 13).

Como último exemplo da atuação do HAPPI, está a construção do centro destinado ao recebimento de excursões para visitar as montanhas de Roodebergkloof e Roodeberg. Este centro se localiza ao norte de Kamiesberg, na África do Sul, e sua construção está em andamento, cujo projeto busca, da mesma maneira que os projetos anteriores, a formação de mão de obra da comunidade local, assim como a

³³ Disponível em: <<http://www.homeless-international.org>> acessado em: 28 jul.2011

contratação dos pedreiros que já foram capacitados. O centro de excursão é promovido pelo Departamento de Meio Ambiente e Turismo de Ishabi (DEAT) e está sendo equipado com energias alternativas, sistema de captação de águas chuvas, reciclagem do esgoto, e compostagem. Possui construções novas e reforma de uma antiga fazenda do ano de 1800. (ver Figura 14). (HOMELESS AND POOR PEOPLE'S INITIATIVE, 2011)

Esq. a dir. Colocação da água, esterco e amassamento do barro. Barro sendo moldado. Barro sendo moldado em forma com plastico nas fases da forma. Pilhas de adobe secando.

Esq. a dir. Execução da primeira fiada acima de fundação impermeabilizada e afastada do nível do piso exterior. Colocação da verga de madeira acima do vão da janela. Instalação das janelas. Execução do revestimento exterior com gesso e barro com esterco.

Esq. a dir. Escritorios do centro cobertos e rebocados. Interior do centro pintado em 3 camadas de água e cal. Desenhos na fachada principal. Parquinho e uma das construções terminada.

Figura 12 – Exemplo de construção em adobe de um centro de acolhida para crianças órfãs e vulneráveis em Masupha-Africa do Sul. Fonte: < http://www.happi-online.org/html/photo_gallery.html > acessado: 28 jul. 2011

Esq. a dir. Obtenção da terra para fabricação do adobe e no fundo morador fabricando batentes para portas e janelas. Mulheres transportando adobes para a construção da suas casas. Morador assentando as primeiras fiadas do adobe 30cm x 30cm x 10cm. Morador assentando fiadas acima dos batentes da janela. Paredes elevadas completamente acima da fundação em pedra e afastada do chão 50cm.

Esq. a dir. Imagem do canteiro: no primeiro plano um lote com a fundação se executando e os adobes empilhados dentro da área da casa; e no fundo as casas em processo de elevação das paredes. Comunidade reunida discutindo sobre o processo de construção das casas. Casas sendo cobertas. Casas cobertas com lâmina de zinco e pintadas. Capacitação para execução de piso a base de terra.

Figura 13 – Exemplo de construção de habitação de interesse social em adobe, em - Blantyre e Lilongwe – Malawi, África.

Fonte: < http://www.happi-online.org/html/photo_gallery.html > acessado: 28 jul. 2011

Esq. a dir. Antiga fazenda de 1800 com a argamassa de gesso e cimento desprendida. Fabricação das formas de adobe. Preparação do barro. Moldagem dos adobes.

Esq. a dir. Moldagem e secagem dos adobes. Banheiro com fundação em pedra e camada de impermeabilizante no respaldo. Execução das fiadas de adobe (Primeiro plano é uma caixa de madeira com pintura asfáltica para proteger dos insetos e que vai embutida na parede, se enche de barro; usa-se para pregar os batentes das portas e janelas). Fiadas sendo elevadas de um forno da cozinha chamada "koekschem".

Esq. a dir. Verga de madeira acima do vão de um acesso (é em forma de escada com o propósito de aumentar a seção, já que tinha-se colocado uma verga de seção menor que fletiu). Estrutura interior da cobertura onde será instalado um forro horizontal. Prédio de alojamentos sendo coberto. Prédio coberto e cozinha em construção.

Figura 14 – Exemplo de construção de um centro de excursões, no norte de Kamiesberg na África do Sul. Fonte: < http://www.happi-online.org/html/photo_gallery.html > acessado: 28 jul. 2011

1.1.7. Projeto piloto com adobe e outras técnicas em Uganda - África

De 2002 a 2004 o CRATerre, em parceria com a ONG *Rukarawe Partnership Workshop For Rural Development* (RPWRD), o *Department of Architecture of the University of Makerre* (MaK), o *Kyamuhanga Technical Institute* (KTI) e o *Ugandan Technical College* (UTC), realizaram um projeto piloto para promover modelos de arquitetura que respeitem o meio ambiente e que sejam acessíveis às populações desfavorecidas de Uganda, África.

Um dos problemas em Uganda, assim como em outros países do mundo, tem sido o lento desaparecimento da arquitetura tradicional que está sendo substituída pelos modelos estrangeiros, assim como o desmatamento dos bosques nativos sendo provocado pelo uso da madeira na construção. A hipótese desse projeto se centrava na razão da arquitetura tradicional ser a base do desenvolvimento da nova arquitetura local, sendo uma expressão das necessidades da sua própria população e que respeita o meio ambiente. O projeto foi apoiado pelo Ministério de Assuntos Exteriores da França e a União Européia, fortalecendo as parcerias entre instituições locais, nacionais e internacionais.

A primeira etapa do projeto se concentrou, com especial atenção, no estudo das condições locais para identificar o conhecimento e os limites dos modelos arquitetônicos tradicionais e os modernos, assim como o potencial existente no âmbito local, em relação aos materiais, recurso humano, capacidades educativas e necessidades da população.

O modelo adotado pelo projeto foi concebido com os seguintes objetivos: 1) satisfazer as necessidades contemporâneas; 2) maximizar o uso dos materiais locais disponíveis; 3) fazer com que os materiais industrializados fossem mais eficientes em relação à acessibilidade e a sustentabilidade; e 4) fomentar a geração e qualificação do trabalho. Os diferentes parceiros envolvidos no projeto estavam fortemente comprometidos com a implantação dos modelos arquitetônicos em outros lugares do país. Estes parceiros seguiram a metodologia de trabalho proposta pelo CRATerre, que se baseava no estudo de viabilidade, gestão de recursos, implementação (demonstração através de construções nos lugares de formação sobre as técnicas), identificação e seleção das pessoas a serem formadas nas diferentes técnicas, definição dos instrutores, produção de serviços (produção e venda de materiais para as construções com terra), definição de projetos simultâneos de pesquisa, implementação formal da educação da arquitetura de terra (formação de professores técnicos), difusão e publicidade (material didático que é promovido na ação, assim como bonés, camisetas que promovam o uso do barro na arquitetura, organização de eventos de promoção etc.),

e implementação de estratégias de continuidade e avaliação (avaliação periódica dos projetos em curto, médio e longo prazo).

O planejamento, a longo prazo, se estruturou em quatro fases: 1) estudos preliminares; 2) projeto técnico e definição de uma estratégia geral de desenvolvimento; 3) execução das atividades no local das obras; e 4) avaliação das ações e os impactos de cada projeto no entorno social e econômico. A repetição cíclica destas quatro fases do projeto permite melhorar qualitativa e quantitativamente todas as etapas de implementação para atingir os objetivos.

O Governo de Uganda recomendava para o projeto, referente ao setor público e privado da construção, o seguinte: 1) proteger o meio ambiente; 2) promover a formação em todos os níveis; 3) iniciar projetos de demonstração; 4) desenvolver pesquisas para promover o uso e melhora de produtos e capacidades locais.

Em 1999, o Departamento de Arquitetura da Universidade de Makerere em Kampala iniciou um programa destinado à implementação da Arquitetura de Terra e habitação de baixo custo no seu programa de estudos, como estratégia de adaptação a este projeto piloto, desenvolvendo entre 1999 e 2001 um material pedagógico que seria incluído na grade curricular, e assim aumentar as possibilidades de participação mais ativa por parte da universidade.

No estudo de viabilidade foram considerados três aspectos. *O primeiro* referente aos materiais existentes: os materiais tradicionais mais usados para a parede das habitações e edifícios públicos tem sido a taipa de mão (considerando a vida da construção de cerca de 25 anos pela degradação da madeira, se precisaria de 136.000 árvores anualmente para manter o índice de construção com este material no país); o tijolo cozido (material mais popular para as infra-estruturas públicas e o fator principal do desmatamento em Uganda) e o adobe (apareceu recentemente como uma nova tecnologia).

O segundo aspecto é a identificação dos problemas: relacionados à taipa de mão existiam problemas de natureza estrutural, de alto consumo de madeira, tempo de vida limitado pelo contato direto com o solo, incompatibilidade do uso gesso nos revestimentos e alto custo; referente ao tijolo queimado, as questões críticas seriam o uso excessivo da madeira como combustível para queimar os tijolos, o alto custo e a baixa qualidade.

E *o terceiro aspecto se refere* as três propostas: a primeira é a otimização do sistema construtivo em taipa de mão, tanto na sua estrutura quanto nos revestimentos, protegendo o uso da madeira; a segunda é

promover o uso de BTC como uma alternativa aos tijolos cozidos (se comparado o BTC com um tijolo cozido de excelente qualidade, o BTC seria 20% mais barato, e se comparado com o de baixa qualidade o BTC seria em torno de 15% mais caro); e a última proposta se refere ao adobe que é uma tecnologia bem conhecida no bairro assim como no país todo, já que é uma etapa necessária para produzir tijolos de argila.

A terra crua para o adobe era bastante disponível, mas o desafio do projeto piloto consistia principalmente em mudar a percepção de que o material era para construir para os pobres. Por esta razão, a arquitetura, os detalhes técnicos e acabamentos teriam que estar muito bem projetados. Tanto os que executam as obras como os proprietários devem se sentir muito orgulhosos das suas casas.

Alguns dos resultados do projeto piloto dos edifícios públicos se referem à: **a)** diminuição dos custos em relação aos materiais convencionais ($1m^2=45$ a 55 euros usando as técnicas tradicionais desenvolvidas pelo projeto, e $1m^2= 60$ a 70 euros usando as técnicas convencionais); **b)** redução do uso do tijolo cozido de 85% para 52%. Mais de 10 edifícios públicos foram financiados pelo projeto, tornando-se uma vitrine de possibilidades para aumentar a aceitação das tecnologias propostas. Em relação aos resultados da habitação, destacam-se o seguinte: 30 pedreiros foram capacitados durante o projeto e, além disso, eles se organizaram para formar uma cooperativa e construir habitações usando as tecnologias propostas pelo projeto; as propostas melhoraram efetivamente os problemas de umidade no interior da casa e evidenciaram que em termos de qualidade as casas com terra eram melhores que as convencionais.

No curto prazo, as tecnologias propostas são mais caras que as casas atuais da comunidade. Considerando uma casa rural padrão do distrito de Busheny de aproximadamente $60m^2$, o valor a mais para realizar o projeto com as propostas é de cerca de 0.5 euros o m^2 (30euros para a casa toda). Contudo, analisando a longo prazo, com uma habitação de maior durabilidade, a expectativa de vida é cinco vezes a mais, transformando a casa em investimento rentável. As casas de adobe também ajudam a diminuir o consumo de madeira.

Outro resultado importante foi a formação das pessoas: a ONG RPWRD consolidou a rede de pedreiros capacitados e fortaleceu os instrutores para dar continuidade nos trabalhos em vários lugares do país. Duas universidades têm introduzido as tecnologias de construção locais (tendo cuidado com suas próprias capacidades) nos seus planos de estudo. As próprias pessoas formadas com o projeto ajudam a monitorar

de maneira independente o avanço das obras, demonstrando que o conhecimento sobre a construção com estes materiais é dominada a nível local.

Por último, estão os resultados referentes ao material pedagógico produzido durante o projeto os quais foram revisados permanentemente e aprovados por todas as instituições parceiras. Produtos como cartazes e folders, onde são sistematizadas as informações, fizeram parte da constante sensibilização realizada com a comunidade e instituições participantes do projeto, assim como outras comunidades do país, ajudando a divulgar a experiência e criando referências para o desenvolvimento de projetos similares. (CRATERRE, 2005, tradução nossa). A **Figura 15** ilustra parte do projeto.

Figura 15 – Exemplo de construção com adobe e outras técnicas do projeto piloto para a promoção da arquitetura e construção com terra em Uganda - África. Fonte: CRATERRE 2005

1.1.8. Projeto de reconstrução habitacional após furacão na Nicarágua

Em Salama, Guatemala, após o terremoto de 1976, foi desenvolvido um projeto de construção de 150 casas em adobe no ano de 1979, chamado *Casas de Adobe que han Resistido Terremotos em Salama*. O projeto foi coordenado pelo grupo Caritas Suíza³⁴ que tinha conhecimento da pesquisa desenvolvida no Peru após o terremoto de 1970. Outros que queriam participar na reconstrução habitacional rejeitavam o adobe por ter sido “o culpado pela morte de mais de 20.000 pessoas”. O Projeto desenvolvido no Peru³⁵, que já foi amplamente estudado e divulgado, foi apoiado pelas Nações Unidas e o objetivo era projetar

³⁴ Disponível em: <<http://www.caritas.ch>> acessado em: 27 jul.2011

³⁵ Pode se encontrar mais informação sobre o uso das geomallas no Manual de Construcciones Sismorresistentes en Adobe: Tecnología de Geomalla. Disponível em: <http://www.gvss.pe/_Uploads/Documents/manual%20GTZ%20Adobe-Geomalla%202%20edicion.pdf> acessado em 20 jul. 2011

uma habitação com materiais locais, especificamente o adobe, mas de uma maneira que fosse resistente aos terremotos. Este protótipo foi ensaiado na mesa de vibração que simulava os sismos, sendo trabalhados cinco pontos principais para melhorar a resistência ante os abalos: o tamanho e forma do adobe, uso de adobes médios, fundação sólida, esquinas resistentes e vigas perimetrais de concreto (POZAK, 1999).

O projeto realizado no Peru foi então adaptado em Salama, sendo referência para outros projetos dos anos seguintes na América central. Este projeto mostrava como a educação prática e a teoria podiam ser utilizadas para que as populações afetadas pelos desastres naturais conseguissem construir suas próprias casas com baixos custos. Foi trabalhada cuidadosamente a seleção do barro, a produção com qualidade do adobe e a execução de fundações resistentes a base de rochas assentadas com argamassas de cal e cimento. Após duas décadas as casas têm resistido a terremotos de até 5.6 na escala Richer. O projeto foi finalista na premiação do *World Habitat Awards*. Assim como este, em Nicarágua foi desenvolvido o projeto de reconstrução “post-Mitch” (depois do furacão Mitch), onde foi construído um assentamento com 180 habitações em três anos, para os moradores que tinham perdido as suas casas por causa das inundações de 1998 ao norte de Nicarágua. O projeto foi promovido pela Red para o Habitat Econômico e Ecológico (EcoSur) desenvolvido em parceria com o Centro de Investigação e Desenvolvimento de Estruturas e Materiais (CIDEM) da Universidade Central das Villas (UCLV) de Cuba, a ONG Sofoinías de Nicaragua (SofoNic) - grupo executor, assim como com a participação do Município de Ocotál e varias ONGs espanholas.

Depois de várias reuniões com os moradores a decisão foi construir as casas com adobe por causa do baixo custo e para abranger mais famílias com o mesmo recurso. Uma vantagem foi o fato dos moradores terem morado em casa de adobe antes dos desastres naturais, já conhecendo grande parte do processo construtivo, inclusive de aperfeiçoamentos que têm sido testados com o passar dos anos.

Com o apoio de professores e estudantes se desenvolveu um projeto modelo. A estrutura da equipe para a construção das casas se organizou em pequenos grupos formados por um pedreiro, um carpinteiro e dois ajudantes, que eram beneficiados com salário pelo mesmo projeto. Simultaneamente ao trabalho destas equipes, foram organizadas brigadas de apoio com os próprios moradores para produzir os adobes, trabalhar na limpeza do lugar, realizar escavações e transporte da terra e demais materiais. O ponto chave foi a capacitação dos pedreiros locais nas novas técnicas, o que levou, mais tarde, eles a trabalhar em outras aldeias diretamente com os moradores em grupos de quatro ou cinco famílias.

O avanço não foi muito rápido pelo fato de o recurso econômico ter sido liberado pouco a pouco. Mesmo assim isto teve um efeito positivo no ânimo dos moradores, pois eles se sentiram mais comprometidos e com vontade de batalhar. Cada família tinha que ser avaliada qualitativamente para entrar no grupo dos beneficiários do projeto.

O custo da casa foi de USD 50 por m². Neste valor não incluiu o apoio do governo municipal. Após esta experiência foram construídas mais 120 casas em uma área vizinha. Seis anos depois da conclusão do projeto, os moradores têm feito reformas sem nenhum problema. O projeto tem sido implementado em outros países da América central, Honduras e Salvador. (ECOSUR, 2011). A **Figura 16** mostra algumas imagens do projeto desenvolvido na Nicarágua:

Figura 16 – Exemplos de reconstrução de habitações em adobe após o Furação de 1998 na Nicarágua.

Fonte: <<http://www.ecosur.org/ediciones-antiores/105/455-reconstruccion-post-mitch-en-nicaragua>> acessado: 24 jul. 2011

A partir do projeto desenvolvido em Peru, citado acima, e posteriormente replicado e melhorado em outros países, tem se desenvolvido processos construtivos que melhoram o comportamento do sistema construtivo em adobe através da otimização da produção do adobe, o desenvolvimento de propostas de diferentes tipologias de adobe para se compatibilizar com estruturas de reforço interior e exterior da parede (amarrações com canas, bambu, telas que são aderidas na superfície da parede e que podem ser: tanto em fibras vegetais³⁶ como de polipropileno, etc.); e melhoramento das interfases com outros subsistemas da construção como a fundação, revestimentos, e vãos para as portas e janelas.

³⁶ Existe um trabalho sobre o reforço de paredes de adobe com "Malla de Junco" que é uma tela elaborada com "Junco" que é uma fibra vegetal que se dá numa região do Peru. O trabalho de pesquisa atualmente está sendo elaborado pelo Centro de Estudos para Comunidades Saudáveis da Universidade Ricardo Palma em Peru.

1.1.9. Projeto de modelos melhorados de habitação rural no Salvador

No Salvador, por causa dos terremotos e com o objetivo de contribuir com novos elementos à construção com terra, a Fundación Salvadoreña de Desarrollo y Vivienda Mínima (FUNDASAL) através do seu Centro de Investigación Capacitación y Producción de Materiales Alternativos (CPM), desenvolve junto com o apoio da Agencia Alemã MISEREOR, da Organização Caritas del Salvador, e da Coordinadora Inter-Parroquial de San Miguel, modelos de habitações rurais em adobe e taipa de mão, aplicando sistemas sismo-resistentes. A assessoria técnica era formada pelo grupo de pesquisadores Wilfredo Carrazas³⁷ e Alexander Douline, os quais eram membros do CRATerre-ENSAG, pelos assessores da agência MISEREOR, assim como pela pesquisadora do CPM Ingenhera Delmy de Hércules (FUNDASAL, 2001).

A população atingida pelos sismos rejeitava as casas de adobe por estas terem sido a causa de várias mortes pelo seu desabamento. No entanto, apareciam perguntas como: por que algumas casas de adobe ou de taipa de mão resistiram enquanto outras casas de bloco de concreto colapsaram? Como se explica o fato de que os mais pobres e vulneráveis perderam suas casas? Algumas das respostas se centravam na falta de manutenção das casas de adobe, na perda da tradição com qualidade construtiva, na vulnerabilidade socioeconômica, na falta de informação e prevenção sobre a prática perigosa da implementação de modelos habitacionais muito simplificados de tipo industrial nas áreas rurais, etc. As comunidades não conseguiam ter explicações razoáveis sobre as causas de suas casas colapsaram. As grandes empresas de cimento e a publicidade americana apresentada pela televisão divulgavam o uso de outros materiais “mais resistentes a sismos” que o adobe. Uma habitação rural padrão em adobe de 40m2 custa 30% menos que uma casa de bloco de cimento.

Muitos projetos assistencialistas começavam a aparecer, convertendo a população atingida em apenas uma mão de obra, geralmente não qualificada. A comunidade era percebida como um simples meio para melhorar a economia dos projetos. Com o pretexto da emergência se ignora o potencial humano e a capacitação dos moradores. No entanto, os projetos responsáveis pela capacitação de mão de obra e pela otimização da técnica do adobe, influenciou na continuação da construção das casas de adobe nesta região, inclusive adaptando-a a outros países com características similares (CARD; LEVRON; GEOFFORY, 2001; FUNDASAL). A **Figura 17** apresenta as fotografias de uma parte do projeto modelo.

³⁷ O Arquiteto Wilfredo Carrazas junto com sua equipe de trabalho desenvolveu vários manuais foram realizados por causa deste projeto, e a sua publicação foi patrocinada por MISEREOR. Estão disponíveis em: <<http://www.misereor.org/fr/publications/appropriate-technology.html>> acessado em 10 jun. 2011

Figura 17 – Exemplo de modelo melhorado de habitação rural em adobe, no Salvador.

Fonte: < <http://www.bshf.org/scripting/getdocument.cfm?theFileID=8D8AE37F-15C5-F4C0-997469296DAD1149>.> acessado: 24 jul. 2011

1.1.10. O “*adobe estabilizado*” em Honduras

Na cidade de Tegucigalpa em Honduras, tem-se desenvolvido um projeto de construção rural com um BTC que é chamado de *Adobe Estabilizado*. Este termo tem sido adaptado em algumas regiões dos países de Honduras e Venezuela e provavelmente em outros países onde não é conhecida a padronização dos termos em relação às técnicas com terra no mundo. O processo de produção do bloco de terra não é da forma tradicional do adobe, pois é usada uma máquina que compacta o bloco de maneira tanto manual quanto hidráulica. Neste caso o bloco mantém umas medidas similares ao adobe tradicional de 18cm x 36cm x 9cm. Segundo uma entrevista com o assessor técnico, realizada pelo canal CNN (CNN em espanhol), um saco de cimento produz, nesse contexto, 100 unidades de blocos. (ver Figura 18)

Figura 18 – Exemplo de Habitação Rural construída com “*adobe estabilizado*” (termo usado nesta região para denominar o BTC) em Honduras.

Fonte: < http://www.youtube.com/watch?v=T313Go-tWvI&feature=player_embedded > acessado: 24 jul. 2011

1.1.11. Protótipos de habitação rural em “*Adobe Reforçado com Geomalla*” no Peru

Um exemplo recente de construção de habitação usando as “*Geomallas*” foi o desenvolvido em julho de 2010, dentro do Projeto de Melhoramento do Habitat do estado de Huancavelica, onde foram construídos protótipos de casas sismo-resistentes em 48 localidades da região de Huancavelica, no Peru. Os protótipos

foram produzidos com adobe melhorado e com uma tela especial que cobre a parte da superfície da parede em adobe, chamada "Geomalla". Uma das estratégias era capacitar à comunidade na implementação destas técnicas melhoradas. O valor de cada casa é de 20mil *nuevos soles* (moeda peruana) (USD 7.309 aprox. ou R\$ 11.350 aprox.). (HUANCAVELICA NOTICIAS, 2010). A **Figura 19** ilustra uma casa construída com esta técnica.

Figura 19 – Exemplos de construção de habitações rurais em adobe reforçadas com "Geomalla" em Huancavelica – Perú.
Fonte: <<http://www.huancavelicanoticias.com/2010/07/avanza-construccion-de-casas-sismo.html#links>> acessado: 24 jul. 2011

1.1.12. Projeto “Chagas2000” na Bolívia

Em 1984 com o financiamento das Nações Unidas e da Agência Danesa de Desenvolvimento Internacional (DANDA) nasce o projeto Boliviano de Habitat, assim como também em Sri Lanka (Índia) e Zâmbia (África), cujo objetivo era promover e possibilitar a participação comunitária como um elemento integral no planejamento e execução de projetos em assentamentos humanos. Este projeto foi executado na Bolívia a partir de 1985 pelo Ministério de Urbanismo e Habitação através da Direção Nacional de Assentamentos Espontâneos (DINAE). Um ano mais tarde, a Fundação Pro-Habitat da Bolívia, vem desenvolvendo projetos (desde 1986) sobre o controle do Chagas (doença parasitária) tanto nas áreas rurais quanto urbanas de várias cidades do país chamado de “Chagas2000”. A Fundação legalmente se constituiu em 1993, significando um grande avanço na participação e gestão comunitária em relação ao desenvolvimento dos assentamentos humanos na Bolívia. O propósito do controle do Chagas se centrava na educação, capacitação, fumigação, vigilância epidemiológica e melhoramento físico da habitação. Até agora 24.584 casas têm sido melhoradas em 17 municípios do país. A infestação das habitações com o Chagas em zonas rurais alcançava níveis dentre 70% e 100%, enquanto na área da periferia urbana estava entre 40% a 60%. Esta situação se deve ao estado precário das habitações que apresentam fissuras e buracos nas

paredes de adobe, telhado em palha e barro, os quais são o melhor lugar para o inseto se esconder e se reproduzir. A partir destes trabalhos de melhoramento, tem-se desenvolvido várias técnicas de otimização do barro; propostas de rebocos de baixo custo a base de terra, gesso, cimento, cal e areia; tintas a base de cal, sal e penca (tipo de cacto); e outros projetos relacionados ao melhoramento das cozinhas e construção de banheiros ecológicos (FUNDAÇÃO PRO-HABITAT, 2011). A **Figura 20** mostra o trabalho de melhoramento numa habitação de adobe:

Figura 20 – Exemplos de melhoramento de habitação rural em adobe no projeto Chagas200 na Bolívia.

Fonte: <<http://www.worldhabitatawards.org/winners-and-finalists/project-details.cfm?lang=01&theProjectID=25>> acessado: 07 ago. 2011

1.1.13. Edifício do Centro Regional Integrado de Desenvolvimento Sustentável no Brasil

Em Nazareno, estado de Minas Gerais (Brasil) se desenvolve o Projeto Maria de Barro, que iniciou suas atividades em 1999 com a elaboração e execução do Projeto Controle e Estabilização de Voçorocas de Nazareno, financiado pelo FMNA Fundo Nacional de Meio Ambiente (Órgão do Ministério do Meio Ambiente) e pela Prefeitura Municipal de Nazareno. Neste projeto foram implementadas técnicas viáveis à agricultura familiar que garantiram a difusão da tecnologia entre a comunidade, o qual foi premiado nacional e internacionalmente, tendo assim a oportunidade de expandir suas ações e beneficiar um número maior de comunidades em nível regional.

Foi neste momento (2004) que se consolidou o Projeto Maria de Barro. Dentre seus diferentes projetos relacionados à degradação do solo por erosão e compactação e a influência na agricultura familiar, educação e meio ambiente, está o projeto do Centro Regional Integrado de Desenvolvimento Sustentável (CRIDES), que é uma associação civil sem fins lucrativos dedicada ao desenvolvimento local, apoiado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). A sede deste centro foi construída em adobe, capacitando a comunidade local tanto na produção do adobe como na construção do prédio.

Atualmente está sendo viabilizada a incubação de um empreendimento em forma de associação ou cooperativa de construtores artesanais e produtores de adobe para a geração de trabalho e renda, como um modelo alternativo à sociedade salarial, promovendo a solidariedade e a autonomia. (MARIA DE BARRO, 2011). O Centro tem uma altura de três andares, o que evidencia a versatilidade do adobe sem necessidade de estruturas principais de concreto para a sua estabilidade. A formação das pessoas sobre a técnica do adobe influencia nas práticas construtivas para a produção da habitação dessas comunidades de escassos recursos. O espaço conta com salas de aula, informática, escritórios, alojamento, galeria para exposições, auditório, cozinha experimental, refeitório, anfiteatro, biblioteca e sala verde. O prédio foi pintado com tintas a base de terra, como se vê na **Figura 21**.

Figura 21 – Exemplo de construção em adobe do Centro Regional Integrado de desenvolvimento Sustentável em Nazareno, Minas Gerais, Brasil. Fonte: <<http://www.projetomariadebarro.org.br>> acessado: 28 jul. 2011

1.1.14. Proposta de habitação de interesse social em adobe em Ceará, Brasil

O Grupo de Estudos em Reforma Agrária e Habitat (GERAH) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, desenvolveu um projeto de inserção da tecnologia do adobe para a construção de habitação de interesse social a partir de uma demanda real do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST), como ilustrado na **Figura 22**. Este projeto se centrava nos processos construtivos e projetos físico-territoriais e arquitetônicos para habitação de interesse social, propondo a construção de uma experiência em tecnologia em adobe. O processo envolvia militantes e dirigentes do MST e demais trabalhadores e formandos do Centro de Formação Política Patativa do Assaré, em Ceará-Mirim. Foram desenvolvidas várias atividades, tais como: projeção da casa através dos sonhos e necessidades dos moradores e do Movimento; capacitações para o uso do adobes na construção habitacional através de oficinas; planejamentos e discussões para a confecção dos adobes junto com os moradores; assessorias técnicas, monitoramentos e ensaios do adobe; estabelecimento de parcerias com o Governo do Estado, etc.

Apesar dos esforços do grupo, as habitações não foram construídas. Algumas das razões foram: a assessoria não conseguiu responder ao tempo hábil às exigências da Companhia Estadual de Habitação (CEHAB); incompatibilidade dos tempos das atividades acadêmicas e das do movimento; e, sobretudo, a especificidade da tecnologia do adobe. Esta, por sua vez, requeria um estudo mais detalhado, ou seja, também não seguiu o ritmo da instituição governamental. Não havia recursos nas primeiras etapas de produção do adobe como, por exemplo, na compra da fibra para a estabilização dos adobes. Isto inviabilizou o andamento da produção dos tijolos como planejado pelo Grupo GERAH. Pelo fato de não ter um financiamento seguro, os militantes desaceleraram o ritmo do mutirão na produção do adobe, até pararem com suas atividades. A pouca participação dos dirigentes e de alguns militantes gerou algumas cobranças internas e desestimulou a parcela mais envolvida do grupo. Além disso, se apresentavam problemas internos com relação às hierarquias e decisões do movimento: existiam problemas nos acordos e papéis não esclarecidos e assimilados tanto da assessoria como dos dirigentes do movimento em relação às suas iniciativas; a falta de participação de alguns moradores nas reuniões por núcleos dificultava a compreensão das propostas e decisões coletivas. A predominância de militantes envolvidos com o trabalho político e suas atividades, predominantemente intelectuais e cada vez mais afastadas do trabalho manual, importantes para o mutirão, e que por outro lado, se não fossem essas ações intelectuais promovidas pela mesma direção política do Movimento, não haveria espaço para a continuidade do processo, são razões que debilitaram a relação da responsabilidade técnica do processo construtivo e a responsabilidade política dos atores no projeto (MARILANE, C. 2009)

Figura 22 – Exemplo de proposta de habitação de interesse social em adobe para o Centro de Formação Política Patativa do Assaré – MST, Ceará/Mirim no Brasil. Fonte: Marilane, 2009.

1.2. Considerações sobre o panorama internacional: aproximação ao objeto de estudo

Com este panorama internacional, surge a primeira reflexão sobre a possibilidade deste capítulo ser o ponto de partida para desenvolver trabalhos de pesquisa que abarquem várias referências de projetos de produção habitacional em contextos vulneráveis e rurais, focando a terra como material principal de construção. Um levantamento mundial ou por grandes regiões com vocações similares, seria uma grande contribuição ao entendimento dos avanços da arquitetura em terra para as pessoas de baixa condição econômica, ampliando o conhecimento para que, a partir das diferentes soluções de cada projeto, se possam criar adaptações e referências no desenvolvimento de iniciativas similares no Brasil.

É claro que o objeto de estudo faz parte também do panorama anteriormente apresentado, mas que será abordado nos próximos capítulos, e assim aumentará o grau de detalhe frente ao ocorrido nesses três casos a serem o motivo do objetivo desta pesquisa.

Em relação às diferentes facetas do uso do adobe no contexto já delimitado, e algumas razões que tornaram os projetos do panorama anterior viáveis, é colocado neste momento do trabalho, como uma questão principal da pesquisa, a necessidade de entender um processo construtivo, a partir de uma visão integral, a partir das etapas construtivas que caracterizam a construção de uma casa de adobe no contexto rural com diversas necessidades. Em consequência disso, a seguir se apresentam cinco pontos-chaves, baseados no panorama objeto deste capítulo, e que ajudam no entendimento holístico de um processo construtivo. Além de todos os pontos apresentarem inter-relações, os quatro últimos são uma extensão do primeiro.

1.2.1. Aspectos gerais dos projetos que ajudaram a torná-los viáveis:

a) Abordagem integral - Através de uma visão holística e de um planejamento rigoroso, os exemplos apresentados anteriores se tornaram viáveis pelo entendimento integral das necessidades de uma comunidade, pois somente a casa de adobe não solucionava os problemas locais e menos ainda num meio rural. Pode-se pensar que existem outros projetos paralelos que garantam as condições para que seja viável a construção das próprias habitações usando a terra como material. Alguns exemplos desses

projetos paralelos que eram incluídos nos projetos gerais do panorama apresentado, dentro das suas necessidades foram: a captação de água da chuva e águas subterrâneas; a energia solar; tratamento de esgoto; as atividades geradoras de renda como o artesanato e a agricultura. Com isto, houve a inclusão de tecnologias apropriadas para o desenvolvimento tanto da construção quanto de outras atividades rurais, ajudando a melhorar as condições que diminuem os esforços que levam mais tempo, como por exemplo, a prioridade da obtenção da água, que é usada para os cultivos, para o consumo humano e para a própria construção.

b) Metodologias de trabalho adequadas - A realização de metodologias de trabalho que sejam coerentes com as necessidades a partir do reconhecimento preliminar do objeto de estudo, onde se possa entender os estilos de vida dos moradores, assim como suas capacidades e deficiências. Um bom exemplo é o projeto piloto de Uganda, onde se buscava satisfazer as necessidades contemporâneas, maximizar o uso dos materiais locais disponíveis, fazer com que os materiais industrializados fossem mais eficientes em relação à acessibilidade e a sustentabilidade, a fomentação da geração de trabalho e qualificação do trabalho. Tudo isso a partir de um projeto preliminar de estudo de viabilidade e gestão de recursos de tipo local, nacional e internacional. Além disso, existiu uma estratégia de implementação usando a demonstração da técnica por meio de construções exemplares de uso comunitário (escolas, bancos, centros de produção, locais de reuniões, abrigos, centros religiosos etc.), pois construir equipamentos ajuda na capacitação da mão de obra, assim como na aceitação do material, transformando-se em um exemplo físico e com proporções reais onde se pode perceber a qualidade do produto final, além de ser uma evidência dos atributos das propostas arquitetônicas com as tecnológicas, neste caso do adobe. Uma etapa que determina a viabilidade, cuja implementação não pode ser esquecida, é a avaliação e monitoramento constante, tanto no curto, médio e longo prazo

c) Garantia de recursos - É imprescindível garantir o recurso econômico necessário, para a construção das habitações em absolutamente todas as etapas. Considerando que, se a liberação do recurso é simultânea à construção, as estratégias devem se adaptar com maior cuidado aos tempos de cada agente em relação às suas atribuições dentro do projeto. Os agentes envolvidos no projeto, que não estejam eficientemente comprometidos e que não tenham um sentido de responsabilidade operativa e administrativa, atrapalham completamente o processo. Se as atribuições não são esclarecidas e entendidas por todos os envolvidos, aumentam as chances dos acordos não serem encaminhados como tinham sido previamente estabelecidos e, conseqüentemente, não conseguir alcançar os objetivos. Se

estas condições não são inseridas num planejamento rigoroso de ação e comprometimento das partes, as casas podem demorar muito mais do que o programado, principalmente se precisar de um investimento maior de tempo e recurso econômico e humano para desenvolver atividades de capacitação e formação nas técnicas com terra, podendo levar a inviabilidade de conclusão e mesmo de construção como aconteceu com a experiência do grupo GERAH. Neste caso, somaram-se diversas dificuldades e mesmo com a realização de várias capacitações, o projeto ficou somente numa proposta de habitação de interesse social em adobe. No entanto, esta situação pode causar alguns efeitos positivos como aconteceu no projeto de reconstrução na Nicarágua, onde o recurso tinha sido liberado pouco a pouco, e mesmo assim as famílias não desanimaram, sentindo-se mais comprometidos ainda, gerando um sentimento de luta e vontade pela reconstrução das casas.

d) Geração de trabalho e renda - A promoção das economias locais que se adaptem às economias convencionais, como o caso do adobe que pode ser produzido sem a necessidade de ser comprado, pode ser ainda produzido para ser vendido, ou mesmo ser trocado por outras necessidades que caracterizam o meio rural, como as atividades na agricultura. Outro aspecto complementar do projeto piloto da Uganda, se refere ao estímulo de produção de serviços dentro do projeto, como por exemplo a venda ou troca dos diferentes materiais e produtos necessários para a construção com a terra, através de um banco de materiais de construção dentro do local da obra, ajudando na organização, controle e até pode gerar renda às pessoas que o administram ou produzem os materiais. Este espaço pode ser construído nas primeiras etapas do projeto como parte da estratégia demonstrativa citada anteriormente, usando o adobe e sendo o resultado de alguma capacitação de mão de obra.

e) Fortalecimento da economia local - As contribuições ao desenvolvimento da economia local reduzem a precariedade e a pobreza, e proporciona um processo de descentralização da economia convencional através do uso dos recursos humanos e dos materiais locais. A construção dos equipamentos comunitários, anteriormente mencionados, pode estimular o mercado destas tecnologias, fortalecendo as economias locais. É necessário incentivar a auto-ajuda ou a auto-gestão nos processos institucionais de qualquer tipo.

f) Participação da comunidade - Nas etapas preliminares dos projetos, às vezes a comunidade não participa em certas decisões, tornando-as como simples elemento para compor o diagnóstico ou para identificar necessidades e aspirações, ficando excluída de decisões técnicas e operacionais. Geralmente numa etapa preliminar como a de avaliação de viabilidade, as várias opções ou tentativas podem ser

muitas, o que talvez venha a ser um processo lento quando as famílias participam (lento não quer dizer que é um aspecto negativo). Até onde, uma comunidade (famílias = moradores = beneficiários) deve participar das etapas preliminares (momento anterior à construção) do projeto? Será uma etapa que motiva ou desmotiva a responsabilidade da comunidade? Quais seriam os tempos e os assuntos necessários de discutir com toda a comunidade beneficiária nestas etapas preliminares do projeto? Como uma comunidade local assume a responsabilidade no desenvolvimento dos projetos?

g) Respeito das relações sociais da comunidade - Quando a comunidade já está agrupada e organizada, como no caso do projeto da aldeia Ghandi Nu-Gam, os projetos podem se basear e se adaptar nos seus modelos locais de agrupamento e decisão, dividindo por núcleos, famílias, equipes compostas por diferentes habilidades de pessoas, etc. Desta maneira, os planos de execução das obras podem ser mais coerentes com os tempos e as relações já estabelecidas entre as famílias que caracterizam o trabalho em cada comunidade.

h) Formação das pessoas como estratégia principal - Entre o produto arquitetônico e a formação de pessoas, os projetos não visavam em primeiro lugar, o produto arquitetônico, como a casa ou outros equipamentos comunitários. A estratégia prioritária era formar pessoas para poder construir esse produto arquitetônico, pois sem pessoas com o conhecimento técnico de mão de obra, não se poderia conseguir o espaço físico desejado como, por exemplo, a habitação com qualidade. A formação de pessoas nas técnicas com terra é uma estratégia fundamental para a produção deste tipo de habitat. Não existe uma maneira simples de transferir as diferentes práticas de construção com terra e mesmo com outros materiais. Para fazer esta transferência deve-se levar em consideração as habilidades, as deficiências, as limitações, as oportunidades e as potencialidades de quem participa do processo, e assim poder caracterizar, dentro dos vários contextos, coerentemente cada etapa da ação (CRATERRE, 2005, p. 5)

i) Valorização das habilidades locais - Vários projetos apontavam o efeito multiplicador baseado na “reverberação”³⁸ da formação da mão de obra e o fortalecimento das capacidades e habilidades locais, através da capacitação de formadores, o desenvolvimento de marcos institucionais para assegurar a eficiência econômica e operativa dessas pessoas capacitadas. Este último exemplo foi evidenciado nos projetos da África do Sul que investiram mais na capacitação da mão de obra, mesmo após a contratação dos pedreiros formados para os próprios trabalhos de produção das casas. Estas ações formativas

³⁸ A idéia de reverberação se constrói nos projetos a partir da multiplicação, expansão, continuidade e impactos nos territórios sobre a produção da habitação, neste caso, de adobe.

também são possíveis, a partir de um planejamento estratégico e pedagógico, além da construção de um centro de formação para aprender as técnicas como o adobe. Este centro de formação pode ser construído como um dos equipamentos acima mencionados.

j) Formação como prioridade - No caso do Programa “*Tetos de Terra*” em Burkina Faso, a formação de mão de obra não terminava na construção das habitações construídas durante o projeto, pois a própria instituição que coordenava os projetos, promovia a expansão das habilidades fortalecidas em relação ao trabalho do pedreiro capacitado, junto com a demanda da construção de outro tipo de edificações em outras aldeias, cidades e até países. Vale lembrar de uma parte dos dados já descritos deste mesmo projeto, sobre o exemplo da priorização da formação e assessoria das técnicas como o adobe, que neste programa de “*Tetos de Terra*” se investiu no projeto todo USD\$ 155.000 entre 2007-2008, sendo 75% para a formação técnica, tanto dos próprios instrutores como dos alunos que se transformavam em pedreiros, instrutores e até pequenos empresários.

k) Formação de jovens - Existe uma diferença entre capacitar um morador e um possível pedreiro qualificado. O morador provavelmente não vai dar continuidade nos conhecimentos adquiridos. Além disto, sua responsabilidade e esforço por aprender sobre as técnicas com terra não serão iguais do pedreiro motivado em assumir o trabalho como sua principal profissão de vida durante mais tempo. Uma estratégia observada nos projetos é a inclusão dos jovens nos processos de formação.

l) Capacitação dos instrutores - Embora existam processos de formação simultâneos à construção das casas, ou outro tipo de equipamentos, é necessária a capacitação prévia dos instrutores – assessores – pesquisadores – educadores, sejam do próprio grupo coordenador, sejam pessoas que formam parte da comunidade beneficiada.

m) Difusão dos projetos - Outros aspectos relacionados ao planejamento do projeto piloto da Uganda se referem à identificação e seleção das pessoas a serem formadas nas técnicas construtivas usadas, como por exemplo, o adobe, assim como a definição dos instrutores e a capacitação preliminar deles, caso não possuam as habilidades. Além disto, destaca-se também a implementação formal da arquitetura de terra nas grades curriculares das universidades, assim como a formação de professores técnicos, e a difusão e publicidade do projeto, onde o público alvo são as pessoas participantes do projeto ou possíveis comunidades com possibilidades de serem implementados projetos similares.

n) Participação da mulher - Nos projetos, sobretudo na África, a inclusão da participação da força de trabalho da mulher, de maneira ativa, aumenta o seu status, a dignidade e a auto-estima. Porém deve ser capacitada, valorizadas e formadas como os homens e os jovens, considerando obviamente as habilidades e forças físicas que os diferenciam.

o) Sensibilização contínua - As etapas de sensibilização devem ser constantes, durante o processo todo do desenvolvimento do projeto, sendo necessário criar e executar estratégias que sensibilizam não somente à comunidade e instituições parceiras, senão a todos os participantes do projeto como, por exemplo, a própria equipe ou equipes coordenadoras.

1.2.2. Aspectos referentes aos atores

a) Diversidade dos atores - Pode-se observar que em todos os projetos existiam vários grupos articulados trabalhando na mesma finalidade, como, por exemplo, a presença das ONGs de pouca ou grande capacidade econômica e humana responsáveis pela estruturação e viabilização do projeto, assim como governos locais, nacionais e em alguns casos internacionais que promovem os direitos humanos. As ONGs podem aparecer pela falta de capacidade e autonomia local para desenvolver os projetos, seja pelo conhecimento das técnicas, seja pelo recurso financeiro, e até pelos objetivos assistencialistas de algumas delas.

b) Valorização dos atores da comunidade - Apesar do objetivo assistencialista de algumas organizações, existiram grupos que centravam seus esforços em proporcionar as condições necessárias para que as pessoas pudessem criar e construir suas habitações com suas próprias habilidades, e não, como no caso do projeto do Salvador, onde existiram algumas experiências de grupos assistencialistas que enxergavam os atingidos pelos desastres (futuros moradores) como uma simples mão de obra e um meio para melhorar a economia dos projetos. Com o pretexto da emergência de um projeto, no caso onde acontecem os desastres naturais, o potencial humano e a capacidade dos moradores podem ser ignorados.

c) Papel do Governo - Uma condição essencial é a vontade política dos governos locais e nacionais em contribuir e facilitar os projetos habitacionais em relação ao financiamento, à construção e até à manutenção das infra-estruturas. Como poder incluir esta participação governamental quando não se têm

instrumentos que, por exemplo, permitam a construção com terra? Será que são suficientes as ações da esfera local sem o suporte das políticas nacionais?

d) Papel da Universidade - A Universidade também aparece como um elemento essencial em relação à pesquisa e como grupos que geram as iniciativas dos projetos, no caso do grupo CRATerre, e como um cenário de formação das capacidades locais.

A universidade, segundo os projetos apresentados, pode assumir vários papéis num projeto de produção habitacional com terra. Alguns deles são: desenvolvimento de materiais pedagógicos e técnicos para a transferência de tecnologia; pesquisas relacionadas ao melhoramento de materiais e processos construtivos; elaboração dos projetos técnicos; inclusão da arquitetura e construção com terra nas grades curriculares em relação às tecnologias locais de excelente qualidade e de baixo custo, etc. No entanto, e levando em conta as capacidades de pesquisadores, alunos e professores, fica a dúvida sobre o que a Universidade não deve assumir.

e) Formação de parcerias locais - Se a Universidade não tem a capacidade de assumir a execução e supervisão de um projeto de produção habitacional, além de outras atividades que demandem muito tempo e esforço, seria recomendável que, sendo um grupo coordenador, articulasse outras parcerias para esses trabalhos. No caso do projeto da Uganda, o CRATerre juntou-se ao MaK, RPWRD, KIT e ao UTC, com o propósito deles supervisionarem os projetos, considerando uma estratégia de transferência de experiência para estes parceiros serem capazes de desenvolver futuramente projetos similares na mesma ou em outras localidades. Para concretizar este tipo de parceria foi necessária a elaboração de um acordo junto ao Ministério de Educação da Uganda para que permitissem um melhor controle dos atores locais na consecução dos projetos.

f) Atores específicos para a execução - No caso do projeto da Nicarágua, a Universidade não executou os projetos. A execução esteve a cargo de grupos capacitados e com a experiência específica para esses trabalhos. A universidade, então, pode participar somente da formulação de planos, estratégias e projetos técnicos.

g) Atuação dos arquitetos e profissionais - A inclusão da ciência da arquitetura local, nos planos de estudo das universidades, contribui com o atendimento coerente das necessidades futuras da comunidade pela atuação dos arquitetos e profissionais, compreendendo as capacidades de cada contexto.

h) Limites da atuação de cada ator - É importante vincular a pesquisa com a experimentação e difusão do conhecimento, porque em cada projeto existe a oportunidade de desenvolver trabalhos que melhorem os processos, tanto construtivos quanto econômicos, sociais, políticos, culturais e ambientais. No entanto, fica a dúvida sobre o limite desta postura. Até onde cada ator ou instituição, como a universidade, consegue se envolver de maneira progressiva nessas melhorias, experimentos e/ou ações na produção e habitação e o trabalho com as comunidades locais?

1.2.3. Aspectos referentes à tradição construtiva

a) Tratamento de preconceitos - Vários tipos de preconceitos foram provocados conforme o contexto, alguns em relação à pobreza, outros sobre o risco de contrair doenças (como apresentado no projeto Chagas2000 na Bolívia), ou ainda relacionado à qualidade do material referente à sua resistência aos desastres naturais (como mostrado no Peru e Salvador). Se somados os três tipos de preconceito, é claro que o problema de transferência de tecnologia se torna ainda mais complexo. No entanto, a primeira evidência de que o adobe supera essas dificuldades, é o fato de terem sido construídos esses projetos. Várias estratégias integrais, de aproximação, sensibilização e demonstração podem ser bem sucedidas, como descrito nos pontos anteriores. O que acontece quando os preconceitos se juntam com o desconhecimento básico da técnica? O que acontece quando os preconceitos foram consequência do fato de ter morado em casa de adobe? Em qual destas duas situações se tornaria mais viável a transferência de tecnologia?

b) Sociedade tradicional e apropriação de um território - Segundo o projeto piloto da Uganda, os estudos das sociedades tradicionais como as relacionadas às culturas indígenas, tem demonstrado a forte relação destas sociedades com a cultura e o meio ambiente, se evidenciando, por exemplo, nos pactos que uma comunidade indígena realiza com os deuses e os espíritos do lugar aonde vão se estabelecer, assegurando que os componentes daquele território possam garantir a subsistência dos seus próprios habitantes. Será isto a sustentabilidade? (pergunta feita no projeto da Uganda).

c) Valorização da arquitetura tradicional - O desaparecimento lento da arquitetura tradicional e sua substituição pelos modelos estrangeiros têm se manifestado como o principal problema na aplicação das técnicas com terra, como o adobe, na construção das habitações da época atual. A perda da tradição somada aos preconceitos forma uma barreira que deve ser levada em conta em qualquer projeto. Uma

das soluções que foi proposta pelo projeto da Uganda, e que de maneira simples é colocada, se refere a fazer com que a arquitetura, os detalhes técnicos e acabamentos estejam bem projetados, de tal maneira que os que executam as obras, se sintam muito orgulhosos das suas casas. Assim apresenta-se a arquitetura tradicional como a base do desenvolvimento da nova arquitetura local, sendo uma expressão cultural das necessidades da sua própria população, assim como o respeito pelo meio ambiente.

d) Tradição, teoria e prática da técnica de adobe - Seguindo o ponto anterior, a perda lenta da tradição, provoca não somente o não uso dos materiais como a terra, como também enfraquece a qualidade construtiva em relação ao rigor da execução de cada etapa. No estudo preliminar do projeto do Salvador, se evidenciou que a falta de manutenção era uma consequência dessa perda da tradição, resultando em uma casa de baixa qualidade e repercutindo na sua maior vulnerabilidade aos efeitos dos sismos. Tendo ou não o preconceito com a terra, muitas comunidades que possuem conhecimentos sobre o adobe, encontram ainda dificuldades no momento de aplicar estes conhecimentos na construção de suas casas.

e) Apropriação da evolução do adobe - Apesar do avanço tecnológico da técnica do adobe para o BTC, existem comunidades, como no caso de algumas regiões de Honduras e Venezuela, que mantêm a referência do adobe chamando o BTC de adobe estabilizado. Sendo produzido com processo diferente, o BTC passou a ser um *adobe melhorado* na percepção cultural de muitas regiões que não precisam conhecer a nomenclatura definida pelos estudiosos. O que se percebe é que os moradores que possuem altos graus de rejeição ao adobe, podem aceitar o BTC como um avanço da técnica, principalmente quando é uma máquina que o produz e não uma forma de madeira, induzindo os moradores a aceitar o uso da terra como material de construção.

f) Valores tradicionais e adaptações construtivas - A tradição da cultura construtiva local insere-se a esse entendimento holístico anteriormente mencionado no item 1.2.1. O projeto da aldeia Ghandi Nu-Gam articulava as tradições socioculturais aos sistemas de construção local, a participação, e ao melhoramento das condições econômicas. A recuperação dos valores tradicionais reafirma a consciência construtiva das comunidades. Por exemplo, no caso da proposta do protótipo do projeto do Salvador, foram feitos estudos arqueológicos preliminares sobre o tipo de construção das comunidades antigas que habitavam a região, e foram encontrados entramados de um tipo de bambu os quais eram usados para a construção com taipa de mão. A partir dessas tipologias e materiais foram propostos esses protótipos que posteriormente foram apropriados pela comunidade para a construção das suas habitações. Nesse caso se evidenciou que as comunidades antigas, possivelmente já construíam levando em conta os sismos.

1.2.4. Aspectos referentes ao meio natural e climático

a) Adequação da técnica construtiva às vulnerabilidades locais – é evidente a diferença do contexto de um local com maior vulnerabilidade a catástrofes naturais como terremotos, furacões, inundações, etc. em relação a outros que não apresentam essas características. Casos como o de Peru e Salvador mostram que, apesar dessas vulnerabilidades e da rejeição que os moradores adquiriram por causa destes problemas, os projetos em adobe ainda são viáveis, não somente por meio de melhoramentos dos sistemas construtivos, como também pela tradição ainda presente. Estes argumentos apresentam uma clara relação entre as condições culturais e as naturais que um projeto pode apresentar, obviamente considerando outros aspectos de planejamento e pesquisa.

b) Manutenção e durabilidade - Por causa das condições climáticas, tanto extremas como mensuráveis, é necessário que os projetos, além de viabilizarem a construção, também incluam capacitações de manutenção, preparando a comunidade para reparar pequenos ou grandes danos, garantindo assim a durabilidade das casas.

c) Disponibilidade dos materiais locais - Os projetos de *Construção Tradicional sem Madeira* e o *Programa de tetos de terra*, citados nos projetos de abóbadas nubianas em Burkina Faso, mostram que nem sempre os materiais locais são disponíveis e acessíveis à comunidade, como, por exemplo, o uso excessivo da madeira (nas estruturas das paredes, cobertura e até no combustível para a queima dos tijolos cozidos) que pode causar a destruição das florestas, o aumento da pressão sobre o meio ambiente e a aceleração da desertificação. Neste contexto, a terra sendo o material local, disponível e acessível, é aproveitado na sua máxima expressão na construção integral de, por exemplo, uma habitação desde as paredes até a cobertura. No entanto, fica a pergunta sobre a disponibilidade do material terra. O que acontece nos lugares onde a terra não é apta para a produção do adobe?

1.2.5. Influência dos aspectos gerais do projeto, dos atores, da tradição construtiva e do meio natural e climático, sobre as etapas construtivas de uma habitação em adobe

Considerando todas as condições expostas anteriormente, como estas refletem num processo construtivo de habitação social rural? Qual a influência que está por trás das condições que determinam a execução das etapas construtivas deste tipo de habitação? Um processo construtivo pode estar definido pela relação

das suas etapas construtivas com os aspectos: do universo do seu projeto geral, dos atores que as intervêm, das condições culturais das tradições construtivas que as caracterizam e das condições naturais e climáticas que as contextualizam?

Em todos os exemplos do panorama levantado a essência na produção do adobe esteve presente, algumas mudanças foram observadas enquanto ao seu tamanho, formas especiais, maneiras de produção e de estabilização, tipos de solo, rendimentos em relação à quantidade de pessoas que os produziam, etc. Também ficou evidente as várias propostas que caracterizavam a elevação das paredes, a cobertura, e as interfaces com outros subsistemas da construção, otimizando, geralmente, cada detalhe construtivo. No caso dos projetos que consideraram os abalos sísmicos, as paredes possuíam complementos estruturais tanto no interior da parede como no exterior, as paredes eram mais largas, e as tipologias mais restritas. No caso do Projeto Ghandi Nu-Gam, é clara a relação das condições gerais do projeto, da cultura e tradição construtiva, dos atores e as naturais e climáticas, pois a tipologia tradicional circular, que já resistia aos terremotos, foi adaptada para a construção das novas habitações, o que mostra a influência nas etapas construtivas que caracterizam a construção daquela habitação no novo projeto, pela diferença de elevar uma parede circular no lugar de uma reta.

No caso das cúpulas e abóbodas, se destaca a evolução dessa técnica que passou da realização dos arcos pelo “olho” dos pedreiros para o uso de instrumentos e ferramentas apropriadas, construídos no diálogo entre os trabalhadores locais e os estudiosos. Inclusive, evoluindo ainda mais, como mostram os aprimoramentos técnicos que podem ser encontrados nas propostas de otimização estrutural de cúpulas do Arquiteto Gernot Minke, desenvolvidas no *Für Experimentelles Bauen* (FEB)³⁹ onde “foi desenvolvida uma guia rotatória cuja forma anula as forças à compressão e à tração dos anéis de uma cúpula” (MINKE, G. 2001, p. 149). Um segundo exemplo são os trabalhos desenvolvidos pelo *Auroville Earth Institute*⁴⁰ referente ao cálculo com diferentes seções (espessuras) da curva que compõe as abóbodas. Alguns exemplos construídos são o Centro de Formação e a Escola da sede do Instituto, construídas em 1995. (AUROVILLE EARTH INSTITUTE, 2011).

³⁹ Instituto de Pesquisa de Construções Experimentais da Universidade de Kassel (Alemanha), dirigido pelo Arq, Gernot Minke, onde têm desenvolvido desde 1974 vários projetos de pesquisa sobre construções ecológicas, habitação de baixo custo, especialmente com terra.

⁴⁰ O Instituto da Terra Auroville iniciou como Auroville Building Centre fundado em 1989 pelo governo da Índia, mas entra em funcionamento como Instituto a partir do ano de 2004 focando na pesquisa e do desenvolvimento de tecnologias a base de terra. Atualmente realiza projetos de transferência de tecnologia na Nigéria e no Egito.

Sobre a evolução da técnica, os exemplos citados no panorama apresentado demonstraram que a ajuda de pesquisa e de atores preocupados em contribuir no desenvolvimento de habitações para pessoas com poucos recursos financeiros, juntamente com as habilidades locais, tem cooperado para a expansão dos avanços tanto técnicos quanto tecnológicos nos últimos 30 anos, nas regiões de cada projeto, inclusive, sendo também implementados em outros países.

Por fim a este Capítulo, as três habitações que fazem parte desta dissertação, apesar de possuir suas próprias características que o podem diferenciar dos diferentes contextos apresentados neste capítulo, fazem parte de este panorama, e auxiliam na compreensão mais detalhada, do que poderia significar o processo construtivo desenvolvido nos dois Assentamentos Rurais e que será apresentado nos próximos capítulos. Alguns dos aspectos apresentados no item 1.2, serão recuperados no ultimo capítulo desta dissertação. Embora estes aspectos tenham se colocado, de uma maneira um pouco abrangente, poderíamos, também, entender cada um desses aspectos como uma oportunidade de geração de novos temas de pesquisa relacionados ao escopo desta dissertação.

CAPITULO 2

AS TRÊS CASAS NOS DOIS ASSENTAMENTOS RURAIS:
CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE INDEPENDENTE

Este capítulo, foi desenvolvido com base na caracterização e análise independente, ou seja, tomando como referencia o que aconteceu em cada uma das 3 casas de adobe segundo o Assentamento Rural a que elas pertencem.

A classificação e/ou nomeação que foi determinada para cada casa de adobe foi a seguinte: para a casa de adobe do Assentamento Rural Pirituba II, foi adotado o nome de **CASO A**; como no Assentamento Rural Sepé Tiaraju foram estudadas duas casas o nome dado para cada uma delas foi de: **CASO B1** para a casa que colapsou e **CASO B2** para a outra casa que ficou em pé. Como a casa do Caso B1 não ficou em pé, foi realizada uma análise diferente que buscou encontrar as razões do seu colapso.

2.1. O “CASO A” NO ASSENTAMENTO RURAL PIRITUBA II

O grupo de pesquisa Habis coordenou o Projeto Inovarural⁴¹ (Habitação rural com inovação no processo, gestão e produto) nas áreas I e IV do Assentamento Rural Pirituba II, assessorando e pesquisando sobre a construção de 41 casas térreas em alvenaria de bloco cerâmico e uma casa de adobe durante o período de 2003 a 2006 (INO, 2005).

Este assentamento rural está em uma área que ocupa parte do município de Itapeva (áreas I e IV) e outra parte do município de Itaberá, na região sudoeste do estado de São Paulo (ver Figura 23), a qual apresenta uma grande concentração de florestas plantadas e, ao mesmo tempo, baixos indicadores sociais. Segundo Shimbo (2004) a “historia do Assentamento é marcada por diversos processos judiciais e conflitos sobre a questão da propriedade da terra e da sua ocupação, sendo um laboratório de todas as políticas em relação à posse de terras que já foram experimentadas no estado de São Paulo.”

O processo geral para a escolha das tipologias e dos materiais se resumiu em: sensibilização e encontro com as famílias (primeiras reuniões); levantamento sócio-econômico e das condições de suas moradias de então; assembléias de formação do grupo de famílias (80 famílias assentadas); discussão do projeto arquitetônico com participação dos moradores; capacitação na produção do adobe e a possibilidade de construir uma casa modelo.

Num primeiro momento, na discussão sobre os materiais, das 54 famílias que participaram das reuniões, 28 se interessaram no adobe. A partir desta reunião se pensou em construir uma casa modelo para as famílias participarem tanto da produção do adobe quanto da construção da casa.

Num segundo momento, na primeira oficina de capacitação, só participaram 17 famílias das 28 que tinham o interesse no material. Durante a oficina algumas famílias ficaram com boa impressão da qualidade do adobe e outras não, o que provocou uma mudança de opinião. A impressão dos assessores nesse momento era que o maior custo do adobe não era financeiro, mas sim o custo do trabalho físico das famílias. Alguns dos depoimentos das famílias se referiam a relação de muito esforço para poucos adobes produzidos, e que preferiam ficar sem casa ao invés de produzir os adobes, e a não querer sujar os pés. O

⁴¹ Sobre este projeto existe um grande número de publicações que vão desde relatórios técnicos para as agências de financiamento da pesquisa assim como teses, dissertações, artigos e trabalhos de iniciação científica entre outros. No entanto, pode-se encontrar informações referentes à primeira parte do projeto na publicação: INO, Akemi; SHIMBO, Ioshiaqui (coord.). **O encontro de famílias e assessores: organizando grupos para projetos de habitação rural**. Brasília: Caixa, 2007. (Coleção Cadernos Inovarural)

processo de escolha dos materiais transcorreu ao longo de quase um ano, passando por várias reuniões, capacitações e definições das tipologias habitacionais⁴².

O interesse pelo adobe se deu principalmente pelo seu baixo custo. Porém, com a possibilidade de acessar um recurso financeiro adicional para a construção das casas, muitas famílias desistiram do adobe permanecendo apenas uma família que aceitou a proposta da assessoria de construir a sua casa com este material. Como quase todas as famílias desistiram do adobe e dos materiais alternativos, a casa modelo também não foi construída.

A única casa de adobe que foi construída se localiza na área 1 (chamada também de agrovila) (ver Figura 23), cujo lote tinha 1ha (ver Figura 24).

Figura 23 – Localização do Assentamento Rural Pirituba II, da área 1 e do lote da casa de adobe do Caso A. Fonte: Autor 2011

⁴² Confira. SHIMBO, (2004). Este trabalho é uma dissertação onde estão sistematizadas todas as informações referentes à primeira etapa do projeto, como a discussão coletiva das tipologias e sistemas construtivos das casas.

Figura 24 – Lote da casa de adobe do Caso A. Fonte: Autor 2011

O morador morava junto com sua família num barraco (ver Figura 25) feito de rejeitos de madeira, onde moravam entre 8 e 10 pessoas. Distante 40 metros deste barraco, uma filha tinha construído sua casa e morava com a família. A seguir estão as imagens do antigo barraco:

Figura 25 – Barraco onde morava a família do Caso – A. Fonte: Autor 2011

Foram duas as tipologias finais das casas, resultado do projeto conjunto entre a comunidade e a assessoria: uma tinha o banheiro dentro do perímetro retangular, e na outra tipologia o banheiro ficava fora deste. Esta última era a tipologia da casa de adobe. Como era a primeira proposta, durante a construção teve algumas pequenas mudanças nos vãos (ver interface com as portas e as janelas), e construiu-se uma parede entre o banheiro e a cozinha, pois o morador não queria que os cheiros do banheiro saíssem para a cozinha. A porta que estava na cozinha passou para perto do banheiro, e a janela que estava perto do banheiro não foi construída. A planta arquitetônica proposta e as mudanças mais significativas são apresentadas na **Figura 26**

Figura 26 – Planta arquitetônica , perspectiva planejada e perspectiva com as mudanças da habitação de adobe do Caso A.
Fonte: Habis e Autor 2011

Em relação às oficinas realizadas no projeto geral e com o propósito de demonstrar um exemplo real para os moradores poder escolher entre as opções dos diferentes sistemas construtivos (painéis autoportantes de “madeira laminada pregada”, painéis “colchão de ar” e as paredes autoportantes de adobe) que seriam usados na construção das suas habitações, foi proposto num primeiro momento (começo de 2003) a construção de um protótipo de uso coletivo que juntasse as três técnicas, denominado então como “*casa modelo*”.

Apesar do protótipo não ter sido construído, é importante destacar que com a intenção de construí-lo, se realizou a primeira oficina em julho de 2003, com a participação de dois representantes de cada um dos sete grupos que organizavam as 80 famílias, que inicialmente iriam participar do projeto habitacional no assentamento rural. O objetivo era fazer com que estes dois representantes atuassem como agentes multiplicadores, transferindo os conhecimentos aos demais dos seus respectivos grupos.

Antes da realização dessa oficina, a assessoria tinha feito a caracterização granulométrica do solo que seria usado para a produção dos adobes. No primeiro dia da oficina foi preparada a matéria prima (solo-palha de arroz seca), assim como a preparação do barro (amassamento da mistura solo/água/palha). No segundo dia foi apresentado o processo de moldagem dos adobes. A partir desta oficina foram produzidos adobes em três traços diferentes (proporção em volume entre palha triturada e solo): **0%** (somente solo, sem palha), **30%** (três volumes de palha para 10 volumes de solo) e **60%** (seis volumes de palha para 10 volumes de solo).

Após o processo de secagem dos tijolos (adobe), foram realizados (na UNESP-Bauru) vários ensaios para sua caracterização física e mecânica, tais como: determinação da absorção de água, massa específica aparente e resistência à compressão, entre outros (o resultado se apresenta no seguinte item 2.1.1 da produção do adobe). Algumas fotos que ilustram o processo da primeira oficina de adobe são apresentadas na **Figura 27**:

Figura 27 – Primeira oficina de produção de adobe no Assentamento Rural Pirituba II - Caso A. Fonte:, Habis 2003

Uma vantagem do local da produção do adobe era o barracão de uso coletivo, amplo, coberto, e com contrapiso, o que facilitava a organização da logística. Além da produção de adobe pelas várias oficinas, parte da produção individual do morador do Caso A também foi feita no barracão, durante esta produção um exemplo do lay-out utilizado nesse espaço é apresentado na **Figura 28**:

Figura 28 – Lay-out no barracão de uso coletivo, para a produção de adobe no Assentamento Rural Pirituba II - Caso – A.
Fonte:, Habis 2004

Após varias famílias terem desistido do adobe, a assessoria focou seus esforços na construção da única habitação que seria construída em adobe, ou seja, a do Caso A.

2.1.1. Produção de adobe do Caso A

A produção de adobe para esta habitação começou nas oficinas descritas no item anterior, pois o morador ao participar das oficinas conseguiu ter os conhecimentos necessários para produzir os adobes para sua casa. Ao todo foram usados 5.141 adobes, dos quais 300 tinham sido produzidos nas oficinas, 900 foram doados por um morador que acabou desistindo do adobe, 400 foram produzidos pelo próprio morador no barracão (área onde era a produção coletiva) e 3541 produzidos no próprio lote do morador. A quantidade de solo não compactado, usado para a produção do adobe foi de aproximadamente 25m³, e 612kg de casca de arroz, a qual era um resíduo da própria agricultura local.

Quando os adobes foram moldados nas oficinas de capacitação, usaram-se formas de madeira para seis e para uma unidade, mas quando o morador passou a produzir os adobes no seu próprio lote, somente a forma de madeira para um adobe foi utilizada. As dimensões internas desta forma eram: 30 cm de comprimento, 15 cm de largura e 11cm de altura, prevendo-se a retração após o processo de secagem.

Foi realizado um ensaio de verificação dimensional usando uma amostra de 10 unidades, cujos resultados apontaram valores médios das dimensões do adobe de: 29,0 x 14,2 x 9,9 cm, próximos aos idealizados no projeto de vedação (28cm x 14cm x 10cm).

Considerando os ritmos diários de produção do adobe, a assessoria contabilizou três horas para juntar e amassar o barro e cinco horas para moldar os adobes, atividades realizadas por uma equipe de quatro pessoas (dois homens e duas mulheres adolescentes), tendo uma produtividade média de 6,87 unidades por pessoa/hora e uma produção diária de 220 unidades. Esses dados mostravam que em aproximadamente 23 dias de trabalho contínuo, seria possível produzir os adobes para uma habitação de 63m².

Em um meio rural, onde existem outras responsabilidades de trabalho, é difícil manter este rendimento, além de não ser possível manter uma equipe constante e de existir uma produtividade individual diferenciada. No caso, o morador sozinho se destacava, principalmente pela sua persistência, sendo ajudado pelos filhos apenas de vez em quando.

Embora na oficina tenham sido ensinados métodos expeditos para analisar o tipo de solo, a assessoria coletou várias amostras de solo, as quais foram obtidas a uma profundidade de 50 cm a 90 cm do nível do chão, em um terreno perto da casa do morador. Realizou-se então, no laboratório da Universidade de Bauru-SP, o ensaio que determina a composição granulométrica do solo, obtendo-se como resultado: 50% de areia, 6% de silte e 44% de argila (ver Figura 29).

Para saber a porcentagem de fibra vegetal que iria estabilizar este solo, foram feitos vários ensaios de resistência à compressão (ver Figura 30) com diferentes composições, indicando que o adobe mais apropriado deveria ter um traço (em volume) de 60% de biomassa, ou seja, em termos mais reais, segundo depoimento do morador: 6 latas de casca de arroz x 10 latas de solo. O resultado de resistência média a compressão desse adobe foi de 1,42MPa, com desvio padrão de 0,16MPa e coeficiente de variação de 11,41%. Esse valor que não era muito elevado, atendia às necessidades estruturais da habitação. Os ensaios seguiram a metodologia proposta por Faria (2002).

Figura 29 - Curva de distribuição granulométrica do solo da escola, perto do local de produção do adobe do Caso A. Fonte: *Figura esq. Habis 2003, Figura dir. Habis-Obede Borges Faria 2003*

Figura 30 – Ensaio de resistência à compressão do adobe usado na habitação do Caso A. Fonte: Obede Borges Faria 2004

Usando o traço apresentado anteriormente, o morador produzia os adobes da seguinte forma: preparava o local para a produção dos adobes; buscava a terra (a terra era peneirada) e a casca de arroz; realizava a mistura do material seco; acrescentava água (algumas vezes foi acrescentada muita água, o que fez com que o adobe moldado se deformasse ainda fresco); amassava a mistura com os pés até o barro atingir um estado plástico para ser moldado na forma de madeira e desmoldado sem se deformar.

Antes da moldagem, o barro descansava de um dia para o outro. No dia seguinte se fazia a correção da umidade amassando uma vez mais até homogeneizar o barro (a quantidade de barro amassado era suficiente para produzir adobes só na manhã do dia seguinte). No caso de chuva, era necessário proteger o barro. Paralelo a esta atividade se preparava a forma de madeira, deixando-a dentro da água por uns minutos até ficar bem úmida. Depois de retirá-la da água se untavam suas faces internas com areia fina

para o barro não grudar. Buscava-se então o barro que já estava pronto e levava-o em um carrinho até o local de moldagem do adobe. O barro era lançado vigorosamente na forma pressionando bem os cantos para tirar o ar do barro, e se levantava a forma de madeira, perpendicular ao chão e com cuidado, para não danificar o adobe. Depois de moldar todos os adobes possíveis num dia, estes eram protegidos com um plástico para que tanto o sol quanto uma possível chuva não os fosse danificar.

Os adobes permaneciam de dois a três dias na posição original, e quando já estavam um pouco seco, possível de serem erguidos sem deformação, eram virados de cada lado para secarem homogeneamente. Após aproximadamente uma semana, dependendo do clima, os adobes eram empilhados de tal maneira que o ar passasse pelos espaços entre os blocos, para continuar secando. Esses adobes empilhados não poderiam estar em contato direto com o chão de terra. Com isto o morador foi colocando-os acima do contrapiso da casa que já estava executado. Após ter produzido todos os adobes, se iniciaram os trabalhos de elevação da parede. A **Figura 31** apresenta imagens que ilustram o processo de produção do adobe.

Figura 31 – Produção de adobe do Caso – A. Fonte: Obede Borges Faria 2004

2.1.2. Elevação da parede do Caso A

Após a execução da fundação e do contrapiso da habitação do caso A, foi necessário limpar, com uma vassoura comum, os baldrame da fundação, retirando o pó da terra e do cimento do contrapiso. No momento de executar a primeira fiada da parede, não se tinha um estudo de modulação dos adobes. Depois a assessoria realizou o estudo e tentou adaptá-lo às fiadas já assentadas, o que levou ao corte de adobes com comprimentos diferentes do bloco inteiro e do meio para as fiadas seguintes.

Para a obtenção da terra da argamassa de assentamento o morador realizou seis poços no lado da casa. À medida que o poço ia ficando muito fundo (mais de 70 cm) o morador começava a escavar outro. Os poços variavam entre 1 a 1,70m de diâmetro. O poço facilitava o amassamento com os pés. Só algumas vezes o morador deixou descansar a argamassa de assentamento.

Foi explicado ao morador como fazer os gabaritos para que as paredes fossem todas ortogonais. Depois foi produzida a argamassa de assentamento. As três primeiras fiadas foram assentadas com argamassa só de terra, que apresentou uma retração muito grande quando seca. A assessoria então fez um teste de retração da argamassa e decidiu usar o mesmo traço do adobe. A partir da quarta fiada se usou esse traço que era estabilizado com a casca do arroz.

Para assentar os adobes é recomendável molhar levemente a superfície para que a argamassa de assentamento mantenha sua própria umidade e não retraia no momento de secar. É indicado também assentá-los do lado contrário ao que foi produzido, fazendo com que sua concavidade central fique para baixo e seja regularizada com a massa de assentamento.

Depois de ter assentado a primeira fiada, os cantos eram elevados numa altura de cinco fiadas para garantir o esquadro, o prumo, o nível e o travamento de todas as intersecções da parede. A cada cinco fiadas foram colocados dois ferros no perímetro externo da casa, e a cada três fiadas se colocava um ferro dobrado em ângulo de 90 graus, de aproximadamente 60 cm, na direção de cada parede. Na altura das portas e janelas, eram colocados dois ferros ao longo de todas as paredes internas e externas⁴³. O diâmetro dos ferros era de 4,2mm. Após a elevação das paredes, observou-se que várias delas estavam fora de nível e de esquadro em aproximadamente 3 a 6 cm. Em várias fiadas ficou faltando argamassa de junta vertical.

⁴³ A idéia de colocar os ferros no perímetro todo, como uma cinta de amarração, foi do morador, porque ele achava os batentes das esquadrias muito fracos.

A área total da parede somou 230,31 m² (considerando as juntas), com 22,32 adobes por m². A espessura da junta horizontal ficou em 2,5 cm. Na maioria das vezes as paredes foram protegidas com um plástico preto quando chovia. Na **Figura 32**, são apresentadas as imagens que ilustram o processo de elevação da parede.

“O resíduo da construção é o mesmo barro que cai de cima, pode até aproveitar, mas é besteira aproveitar porque tem tanta terra aqui!”⁴⁴

Figura 32 – Processo de elevação da parede da habitação do Caso A. Fonte: Habis 2004

2.1.3. Interfaces da parede de adobe com outros subsistemas construtivos do Caso A

As interfaces que tiveram relação direta com a parede de adobe, e que ajudam a entender os detalhes construtivos da habitação estudada foram divididas em cinco categorias: com a fundação, com as portas e janelas, com a cobertura, com as instalações elétricas e hidrossanitária, e com os revestimentos.

⁴⁴ Depoimento do morador, registrado no vídeo “A casa de adobe 2004-2005” produzido por Marta Kawamura. Grupo de Pesquisa Habis.

2.1.3.1. Interface da parede de adobe com a fundação

A fundação foi executada em sapata corrida usando blocos de concreto, armada e concretada. Inicialmente a altura da fundação tinha ficado aproximadamente 40 cm acima do nível do chão. Depois foram aterradas as faixas laterais da casa, criando um declive para evitar o acúmulo de água da chuva perto da fundação, que acabou ficando com apenas 18 cm descoberta.

A parede estrutural foi simplesmente assentada sobre a fundação com argamassa à base de terra. Um aspecto positivo foi a criação de uma superfície contínua com a parede e a fundação, não deixando desnível entre as duas, proporcionando o escoamento da água da chuva direto até o chão. As três primeiras fiadas foram revestidas, tanto por fora como por dentro, com uma argamassa acrescida de impermeabilizante para evitar o desgaste e o enfraquecimento da primeira fiada pelo acúmulo de água da chuva, principalmente pelo lado de dentro, no encontro da parede com o contrapiso que já tinha sido construído para facilitar a produção e secagem dos adobes. A **Figura 33** ilustra a interface da fundação com a parede de adobe:

Figura 33 – Interface da fundação com a parede de adobe. Fonte: Habis 2004

2.1.3.2. Interface da parede de adobe com as portas e janelas

As medidas dos vãos das janelas dos quartos, sala e cozinha eram de 1,20m x 1,20m, e da janela do banheiro era de 0,80m x 0,60m. As dimensões das portas dos quartos eram de 2m x 0,80m e as das portas das entradas principais da casa eram de 2,00m x 0,90m. A largura dos batentes era de 0,13m e a espessura de 0,035m. A união dos batentes com a parede de adobe se fez do mesmo jeito que se faz com uma parede de bloco cerâmico, ou seja, colocando pregos nos batentes em duas partes das laterais, e posteriormente chumbando-os com uma argamassa de cimento e areia, dentro de uma abertura no adobe.

Os principais problemas encontrados se referem a: **a)** dimensão dos batentes e/ou ausência de verga; **b)** a forma da instalação; e **c)** a localização da janela da cozinha em relação à planta arquitetônica.

a) Com respeito à dimensão dos batentes, o primeiro problema se refere à espessura e largura inadequada dos batentes das janelas dos quartos, sala e cozinha para suportar o peso do adobe, pois foram utilizadas as mesmas especificações das esquadrias para paredes de bloco cerâmico. O problema que surgiu foi uma deformação (flecha) na parte superior do batente. A consequência disto foi a dificuldade para encaixar as folhas das janelas e posteriormente poder abri-las e fechá-las, provocando fissuras na parede pelo maior impacto do uso cotidiano das janelas. O outro problema se relaciona à ausência de uma verga para reforçar os vãos das portas e janelas, e assim poder suportar o peso do adobe acima do batente, sem deformá-lo. A solução que se mostrou inadequada foi a colocação de dois ferros nessa altura da parede, com o propósito também de amarrar o perímetro todo da casa. A principal causa foi também a falta de especificações e detalhes construtivos por parte do projeto geral, tendo sido aplicadas as mesmas soluções da parede de bloco cerâmico. As soluções adotadas para sanar estes problemas foram três: a primeira foi a colocação de um montante na metade do batente da janela para reforçar e corrigir a deformação produzida pelo peso do adobe; a segunda se refere à produção de um batente menor que seria encaixado dentro do batente existente com o propósito de aumentar a largura do batente e minimizar as suas deformações. Este fato mudou o projeto previamente definido do encaixe das folhas da janela. A terceira solução encontrada pelo morador, foi o preenchimento com telha do espaço que ficou sobre o batente até a altura da próxima fiada do adobe. A **Figura 34** mostra os detalhes das soluções dos problemas, do montante central e a instalação do batente que foi encaixado no já existente.

Figura 34 - Problema e a solução dos batentes propostos para a casa de adobe do caso A. Fonte: autor 2006

b) Com respeito à forma de instalação, o principal problema foi a forma de chumbar o batente (o qual possuía nas laterais: esquerda e direita, do lado externo, uns pregos cravados parcialmente) na parede de adobe com uma argamassa de cimento cal e areia. Faltaram detalhamentos específicos, além do desconhecimento do morador sobre este tipo de interface com a parede de adobe. Através das fotos e

vídeos se conseguiu observar este detalhe. Já existem vários trabalhos publicados que detalham corretamente este tipo de interface onde são usadas peças de madeira travadas na parede de adobe, nas laterais do vão⁴⁵. A **Figura 35** mostra imagens e um desenho que ilustra o problema.

Figura 35 - Problema de interface entre o batente de porta e janela na parede de adobe do caso A. Fonte: Autor 2005

Após quatro anos da construção da casa, em março de 2009, foi realizada uma visita de campo, quando foi verificado que este tipo de interface tinha provocado várias fissuras na parede, sobretudo no contorno das portas. As janelas não apresentavam dificuldade para abrir, e a pingadeira de madeira tinha empenado um pouco, funcionando melhor uma pingadeira de alumínio (**Figura 36**).

Figura 36 - Detalhe das janelas e o problema de interface entre o batente da porta e parede do caso A. Fonte: Autor 2009

⁴⁵ Confira. DOAT, P. et al. (1979). Também pode se observar alguns destes detalhes nas imagens citadas no capítulo 1

c) A janela da cozinha, além dos problemas citados anteriormente, foi posicionada inadequadamente abaixo do ponto de apoio de uma meia tesoura da cobertura, situação não prevista no projeto arquitetônico. Isso levou à deformação do batente e a aparição de fissuras nos adobes acima da janela. Foi colocado um montante central para resolver momentaneamente o problema (ver Figura 37 - ver também a interface com a cobertura):

Figura 37 – Problema da janela da cozinha estar justamente embaixo da meia tesoura. Fonte: Autor 2005

Para solucionar esta questão, inicialmente tentou-se abrir um espaço acima do batente da janela para a colocação de uma verga de madeira, mas os adobes se soltaram pelo seu peso próprio e por não ter argamassa na junta vertical. Como a tesoura tinha pouca superfície de apoio na parede, decidiu-se então deslocar a janela e colocar um contraforte embaixo da tesoura (ver interface com a cobertura).

Finalmente o vão da janela mudou de lugar e foram deixadas as vergas de madeira, assim como aqueles ferros que passavam nessa altura amarrando a parede, tendo sido necessário o escoramento da tesoura na mudança de posição da janela (ver Figura 38).

Figura 38 – Mudança de localização da janela da cozinha por causa da meia tesoura estar sobre o seu vão, afetando a estrutura da casa e a deformação do batente.. Fonte: Autor 2005

Existem outras considerações que precisam ser feitas sobre esta interface de janela com a parede de adobe. *Primeiro*: alguns dos batentes das janelas foram removidos mais de duas vezes, pela incerteza do morador sobre o alinhamento da esquadria que possuía uma espessura (12 cm, medida específica para a alvenaria do bloco cerâmico das outras casas) menor do que a parede (15 cm), não sabendo se deveria alinhar por dentro ou por fora, embora tivesse uma pingadeira que teoricamente deveria avançar para fora do reboco. Por esta inadequação de medidas, optou-se por instalar uma pingadeira de alumínio. *Segundo*: o fato dos batentes terem sido instalados simultaneamente à elevação da parede, ocasionou uma deformação da madeira (de eucalipto) por ter ficado muito tempo sem tratamento, exposto ao sol e chuva. O tratamento e acabamento só iriam ser feitos depois das paredes serem rebocadas. *Terceiro*, e último: como o morador passou a morar na casa de adobe logo depois dela ser coberta, sem as folhas das janelas terem sido instaladas, para se proteger do vento e chuva, o morador fechou os vãos das janelas, pregando plásticos e lâminas de tetrapack com pedaços de madeira, nos batentes e na parede de adobe. A pregação debilitava a parede e criava buracos na madeira do batente. Esta situação se prolongou por sete meses até que foram instaladas as folhas das janelas. (Figura 39).

Figura 39 – Plástico usado para “fechar” a janela e a deformação do batente pela exposição ao sol e a chuva. Fonte: Autor 2005

2.1.3.3. Interface da parede de adobe com a cobertura

O sistema de cobertura adotado na casa foi composto pela chamada Viga Laminada Pregada (VLP)⁴⁶. Como a área da cozinha era maior, estava prevista uma meia tesoura que foi parafusada em quatro pontos da parede da cumeeira. Os parafusos entraram na parede de adobe com sua respectiva bucha numa profundidade de aproximadamente 20 cm. Os componentes que tinham interface com a parede de adobe foram: as VLPs, a meia tesoura e a mão francesa.

No processo construtivo da interface foram identificados alguns problemas ocasionados pelo apoio dos componentes acima mencionados sobre o adobe. Dando continuidade ao problema da interface da janela

⁴⁶ Confira VALLE (2011).

da cozinha citada no item anterior, o ponto crítico se situa em dois aspectos ilustrados na **Figura 40**: o *primeiro* é a pouca superfície de contato da meia tesoura sobre o adobe e o *segundo*, o contato direto da tesoura sobre o adobe exerce cargas pontuais e não tinha uma peça para ajudar na distribuição das cargas do peso da cobertura sobre a parede. A principal causa é também a falta de especificações técnicas de detalhes construtivos específicos para o adobe, além da meia tesoura ter sido projetada com um comprimento insuficiente para conseguir se apoiar em uma maior área de contato na parede. A possível consequência deste problema seria a aparição de fissuras graves, que pudessem provocar o rompimento do adobe pela excessiva carga pontual e consequentemente a queda da tesoura e da cobertura desta área da casa.

Figura 40 – Problema da interface ente a cobertura e a parede de adobe. Vão acima da janela da cozinha. Fonte: Autor 2005

As soluções adotadas, além de ter mudado o vão da janela de posição, foi construir contraforte de adobe para sustentar com maior superfície a ponta da meia tesoura, e ao mesmo tempo colocar uma peça de madeira para distribuir a carga da meia tesoura no pilar e na parede. Como era recomendável travar o pilar na parede, foi derrubada parte da parede, facilitando também a mudança de posição da janela (**ver Figura 41**). A parede que seria reconstruída apresentou problemas de travamento, pois não tomaram-se muitos cuidados na hora de encaixar os adobes da parede reconstruída com a parede que não foi derrubada da casa. Esta falta de travamento possivelmente ocasionaria algumas patologias no revestimento e mesmo na

parede, como por exemplo, a aparição de fissuras. A solução para minimizar estas possíveis consequências foi pregar uma tela de galinha (ver interface da parede com o revestimento) nesta área para ajudar a reforçar a emenda das duas paredes e posteriormente a do revestimento.

Figura 41 – Solução da interface ente a cobertura e a parede de adobe. Espaço acima da janela da cozinha. Fonte: Autor 2005

As recomendações para a elaboração de um projeto similar são principalmente três: *primeira*, é prever no projeto um pilar ou contraforte de sustentação perpendicular ao eixo da parede quando não existem paredes que a intersectam; *segunda* é projetar uma cinta de amarração no perímetro todo da casa onde a estrutura da cobertura possa se apoiar; e *terceira*, projetar a meia tesoura com um comprimento suficiente para vencer a distância desejada e ter espaço suficiente para a sua extremidade se apoiar em uma área maior sobre a parede.

Para apoiar as VLP nos oitões da parede, foi colocada uma peça de madeira no seu comprimento para impedir as cargas pontuais no adobe. Como a varanda da casa ia ser coberta depois, deixou-se algumas esperas para dar continuidade a estrutura da cobertura. A **Figura 42** mostra alguns detalhes desta interface.

Figura 42 – Detalhes da interface entre a cobertura e a parede de adobe. Fonte: Autor 2005

No caso da área do banheiro teve algumas VLP que exerceram uma carga pontual no adobe, durante a montagem das VLP, fazendo com que alguns adobes se desprendessem como apresentado na **Figura 43**.

Figura 43 – Desprendimento do adobe por carga pontual da VLP. Fonte: Autor 2005

O acabamento foi feito com forro inclinado de madeira. Após aproximadamente cinco anos, a cobertura não tem apresentado problemas significativos.

2.1.3.4. Interface da parede de adobe com as instalações

As tubulações usadas para as instalações foram de dois tipos: tubulação lisa de PVC para as instalações hidrossanitárias e tubulação corrugada (“conduite”) para a instalação elétrica. Nos dois tipos de instalação, as tubulações foram embutidas, rasgando-se as paredes e, depois da colocação dos canos, as aberturas foram tampadas com uma argamassa de cimento areia e as vezes cal.

Nesse processo foram observados dois problemas. O *primeiro* se refere ao fato de bater a parede com um martelo para abrir os rasgos. Foi feito desta forma porque pensava-se ser relativamente rápida a abertura

destas cavidades, porém o adobe era tão maciço e compacto que foi muito difícil desgastá-lo. A ação de rasgar o adobe era um trabalho que desprendia muito pó caindo no rosto e nos olhos de quem estava manuseando, exigindo inclusive o uso de óculos de proteção. O impacto de bater a parede poderia debilitá-la, e descolar levemente os adobes. Como o trabalho se fazia “a olho”, os rasgos não ficavam muito retos, e geralmente se excedia o tamanho da cavidade, debilitando a parede. Tentou-se diminuir o impacto da abertura das cavidades, raspando constantemente a superfície, mas demorava muito tempo até desgastar a profundidade desejada. Tentou-se também molhar a superfície, mas mesmo assim o adobe continuava muito rígido, e não daria para saturar de água os adobes porque enfraquecendo também a parede. Para que o rasgo ficasse reto, foram feitas umas marcas lineares na parede usando, às vezes, giz e outras vezes, um aerossol de cor clara. Isto ajudava a marcar todos os caminhos onde o morador teria que abrir os rasgos nas paredes. No caso das aberturas que atravessavam a parede, foi usada uma furadeira com serra copo que deixava o buraco circular para a passagem da tubulação. Embora tivessem sido poucas aberturas deste tipo, a serra copo se desgastava muito rápido com o a terra maciça do adobe (os grãos de areia são muito resistentes ao corte com serras).

O *segundo* problema se refere ao uso da argamassa a base de cimento e areia para tapar as tubulações colocadas dentro das aberturas. Este método para embutir as instalações foi feito nas outras casas de bloco cerâmico, e o mestre de obra orientou o morador a fazer desse jeito. As consequências poderiam aparecer a longo prazo em patologias geradas por diferença de materiais. Neste caso, o mais indicado deveria ter sido uma argamassa a base só de cal e areia (1:2). Algumas soluções podem ser propostas, como deixar as instalações aparentes, ou mesmo embutidas em cavidades previamente definidas nos adobes, como será visto no caso B2. Algumas imagens apresentadas na **Figura 44** mostram o processo descrito neste item

Figura 44 – Interface da parede de adobe com as instalações elétricas e hidrossanitárias. Fonte: Autor 2005

2.1.3.5. Interface da parede de adobe com os revestimentos

Antes de começar a executar os revestimentos, a assessoria tinha feito três testes de revestimento a base de cal, terra e areia. Como nem o morador e nem o mestre de obras acreditavam que esta mistura fosse resistir às chuvas, acabou sendo realizado um chapisco a base de cimento e areia, e posteriormente o reboco também foi de cimento e areia. Em algumas ocasiões usava-se a cal.

Foi explicado ao morador sobre as conseqüências de incompatibilidade entre esse tipo de revestimento e a parede de adobe. Antes de ele terminar de rebocar a casa toda, apresentou-se algumas propostas na tentativa de mudar a opinião do morador e fazer um reboco mais adequado. Além do revestimento a base de cimento, o morador pretendia regularizar a superfície da parede aumentando e diminuindo a espessura do revestimento. Algumas partes apresentavam uma espessura de até 5 cm conforme apresentado na **Figura 45**.

Figura 45 – revestimento a base de cimento com espessura de 5cm aprox. Fonte: Autor 2005

A proposta para minimizar o impacto da incompatibilidade entre o revestimento a base de cimento e a parede de adobe, como apresentado na **Figura 46**, se dividiu nas seguintes etapas:

- 1) Identificação do chapisco - observou-se que o chapisco apresentava dois tipos de textura. Uma porosa: a qual tinha maior quantidade de areia media e a consistência era mais úmida. A outra lisa: a qual tinha menos areia que a porosa e consequentemente mais cimento.
- 2) Execução de poros de respiração - os poros tinham duas funções: a primeira era ajudar na troca de umidade entre o adobe e o ambiente, e a segunda, ajudar a criar uma textura na parede e melhorar a aderência da próxima camada. Para a execução dos poros se usou uma chave de fenda e também um

prego grande. A distância entre os poros era de aproximadamente 10cm, que eram feitos diagonal à parede, de cima para baixo. A profundidade não devia passar de 2 cm, para evitar o acúmulo de muita argamassa que por sua vez ocasionaria retrações por diferença de espessuras no revestimento seguinte. Uma desvantagem é que o trabalho de fazer os poros demanda muito tempo.

3) Molhar a parede com um preparado a base de água e cal - para executar qualquer tipo de revestimento, geralmente tem que se umedecer a parede para que a próxima camada tenha melhor aderência. Neste caso se acrescentou a cal com o objetivo de reforçar os poros e criar uma transição entre o chapisco e o revestimento a base de terra.

4) Aplicação da camada de revestimento - como a primeira camada foi o chapisco (que esta sobre a parede de adobe), as estratégias para a aderência das próximas camadas foram: a) diminuir a porcentagem de cimento na camada seguinte (para fazer transições dos materiais); b) não regularizar a parede, mas somente homogeneizar a superfície com a camada do revestimento, pois tem partes da parede que ficaram fora do prumo e esquadro; c) limitar a espessura do revestimento a 1,5cm para não acrescentar mais peso sobre a parede de terra, podendo ocasionar o desprendimento do chapisco e, portanto, do revestimento. O revestimento deve ser suficientemente plástico para aderir à superfície e devidamente estabilizado para não retrair.

Figura 46 – Proposta técnica de reboco. Fonte: Autor 2005

Com base na proposta anterior, foram realizados oito testes de revestimentos usando fibras vegetais, terra, cal e cimento. Apesar da rejeição destes materiais, o morador se animou em usá-los pelo fato do esterco e a terra serem materiais que não precisavam ser comprados, sendo encontrados sem nenhum custo no próprio assentamento. Os testes se realizaram em uma parte da casa que tinha chapisco, como mostrado na **Figura 47**.

Figura 47 – Localização dos revestimentos testados. Fonte: Autor 2005

Para a execução dos testes 1,5,6,7 e 8, deixou-se o chapisco sem a abertura dos poros, enquanto para os testes 2,3 e 4, o chapisco tinha os poros. Como em algumas partes ficaram buracos pela falta da argamassa da junta vertical, precisou-se colocar pedaços de telha para diminuir a retração pela diferença de espessuras do revestimento, como ilustro na **Figura 48**.

Figura 48 – Base para os revestimentos testados. Fonte: Autor 2005

O teste número 1, tinha um traço em volume de 8 de terra, 4 de fibra de esterco de cavalo, 1 de cal e 1 de cimento. Conforme o exemplo da **Figura 49**, as etapas para a produção do revestimento foram: a) obtenção do esterco de cavalo num lote vizinho; b) obtenção da terra do lote do morador; c) limpeza do chão onde se mesclariam todos os componentes do revestimento; d) peneiramento do esterco seco; e) peneiramento da terra; f) medição dos componentes segundo suas quantidades (foram usados copos de 300ml); g) mistura dos componentes em seco atingir uma única cor; h) adição da água na mistura; i) mistura da argamassa; j) descanso da argamassa úmida; k) limpeza da superfície onde se aplicaria a argamassa; l) umedecimento da superfície com a água-cal; m) aplicação da argamassa sobre o chapisco, de baixo para cima.

Figura 49 – processo de produção dos revestimentos testados. Fonte: Autor 2005

O teste número 2 teve como objetivo definir um traço para que fosse compatível com o chapisco existente. O traço definido foi: 5 partes de terra, 2 de areia, 1 de cal e 1 de cimento. Neste caso não se colocou esterco, para garantir a melhor aceitação e apropriação do morador. A diferença do teste 3 e 4, se deve a

que este teste, ou seja o número 2, teve um acabamento realizado com uma esponja, para que a textura ficasse homogênea e lisa, pronta para pintar. O processo é similar ao teste 1. A seguir na **Figura 50** se ilustram as unidades de medida do traço e o acabamento:

Figura 50 – Traço e aparência do teste de revestimento número 2. Fonte: Autor 2005

O teste número 3, era composto pelo mesmo traço do teste 2, mas a diferença estava numa técnica que consistia em passar suavemente pela superfície do revestimento ainda fresco, a fibra fina do esterco seco, com o propósito de que as pequenas fibras se aderissem ao revestimento, minimizando as possíveis retrações. O morador aceitou positivamente o uso do esterco para este acabamento. Após 15 dias se fez uma avaliação e não se encontraram fissuras, somente a cor mudou um pouco. A seguir na **Figura 51** se ilustram as unidades de medida do traço e o acabamento:

Figura 51 – Traço e aparência do teste de revestimento número 3. Fonte: Autor 2005

Como apresentado na **Figura 52**, o teste número 4, usou também o mesmo traço que o teste anterior, mas o objetivo deste teste é que funcionasse como a penúltima camada, para que a camada seguinte, que seria a última, não tivesse cimento na sua composição. Novamente se pensa na transição dos materiais para diminuir o uso do cimento. Para melhorar a aderência da última camada, foram feitos uns rasgos para criar

uma textura. Após 15 dias, o revestimento tinha fissurado um pouco, mas tinha boa aderência. Esta opção funcionaria, pois na próxima camada se acrescentariam fibras ou areia para o revestimento não retrair.

Figura 52 – Traço e aparência do teste de revestimento número 4. Fonte: Autor 2005

Os teste 5 e 7, apresentados na **Figura 53**, se relacionam, porque o teste 5 funciona como a camada que fica por baixo da camada de acabamento (o teste 7). A diferença do teste 5 para o teste 4, é que o teste 5 está acima do chapisco sem os poros. O traço do teste 7 é: 4 de terra, 2 de esterco de gado em estado ainda úmido, 1 de cimento e 1 de cal. O morador peneirou o esterco separando algumas sementes de milho. O esterco tinha um cheiro forte, o que não ajudava para a aceitação desse material. O revestimento do teste 7, ficou com um excelente acabamento (sem fissuras, de um aspecto homogêneo e impermeável, liso e com boa aderência).

Figura 53 – Traço e aparência do teste de revestimento número 5 e 7. Fonte: Autor 2005

Como ilustrado na **Figura 54**, se usou o mesmo traço do teste 7. A diferença era que o teste 6 foi aplicado diretamente acima do chapisco. A aparência foi a mesma que a do teste 7. Foi alisado com a esponja dando um bom acabamento, e uma cor mais clara.

Figura 54 – Traço e aparência do teste de revestimento número 6. Fonte: Autor 2005

Por fim, o teste número 8 apresentado na **Figura 55**, se refere ao uso da água-cal, como sendo o acabamento definitivo. Este seria aplicado diretamente acima do chapisco. Esta solução foi pensada com o objetivo de diminuir os custos dos materiais para produzir o revestimento, sendo uma proposta para o interior da casa.

Figura 55 – Aparência do teste de revestimento número 8. Fonte: Autor 2005

No caso das áreas úmidas da casa, como o banheiro, a cozinha e a área do tanque para lavar a roupa, implementou-se a técnica de fixação de uma tela de galinha (**ver Figura 56**) com tampas de garrafa e pregos, para poder revestir com uma argamassa forte e impermeabilizada. Com isto a umidade não afetaria à parede de adobe, além da tela suportar mais o peso tanto do reboco quanto dos azulejos. É recomendável que esta prática se faça até uma altura de aproximadamente 1,60m e o restante da parede seja revestida sem o uso do cimento, pois o vapor gerado, por exemplo, no banheiro, precisaria ser absorvido e eliminado pela parede de adobe. Se uma parede de terra é revestida dos dois lados com um material totalmente impermeável, como o cimento que fecha todos os poros, entre a parede e o revestimento, aparecerão problemas de condensação da umidade, gerando patologias a longo prazo e, inclusive, o desprendimento do reboco.

Figura 56 – Técnica de revestimento em paredes de adobe para as áreas úmidas da casa. Fonte: Autor 2005

Fazendo uma avaliação geral dos testes desenvolvidos, todos os testes realizados têm a possibilidade de ser usados para o revestimento geral da casa de adobe. No entanto, o morador decidiu não usá-los devido à insegurança e o próprio preconceito em usar a terra e o esterco como materiais na proteção das paredes da casa. O trabalho desenvolvido demonstra um esforço do assessor-pesquisador, tentando levar e criar várias opções de revestimentos junto com o morador. Após cinco anos aproximadamente, o reboco a base de cimento e areia não tem tido problemas sérios. Só nas áreas do contorno das portas e janelas se apresentaram várias fissuras, devido ao impacto do uso da porta e da janela que provocam a separação fácil do reboco da parede de adobe. Atualmente a parede que esta localizada onde foi proposta a ampliação da casa, ainda não esta rebocada, permanecendo com o chapisco, e o adobe não tem apresentado problemas pela sua exposição às das chuvas.

2.1.4. Sensibilização e educação da técnica do adobe

Além das oficinas realizadas no começo do projeto, durante a construção da casa, a assessoria desenvolvia algumas estratégias para reafirmar as qualidades do uso do adobe na construção da habitação. Algumas delas foram: mostrar continuamente ao morador as vantagens de ter uma casa de adobe como, por exemplo, a valorização da sua própria força de trabalho e da sua família; comparações

entre o antigo barraco e a segurança e conforto de estar dentro da casa de adobe; o fato do morador ter sido um dos primeiros, em relação aos outros assentados, a construir sua casa, por não depender tanto da compra de materiais, assim como a economia conseguida que proporcionou a aquisição de alguns acabamentos da casa, como piso e azulejo; o uso de materiais locais que contribuíam à preservação do meio ambiente; a apresentação na tela do computador e de livros mostrando outros exemplos mundiais de construções com terra de boa qualidade; foi lembrado sobre os cuidados em relação à umidade que se devem tomar para construir uma casa de terra, fazendo-se a comparação com as outras casas construídas no assentamento; o baixo consumo de cimento; no final do dia se faziam algumas avaliações sobre o trabalho realizado provocando no morador a reflexão do seu trabalho e observando quanto ele estava aprendendo (não só sobre o adobe, senão sobre o processo construtivo da casa como um todo); tentar incluir à família em todas as atividades, tanto práticas quanto de conversas; mostrar às demais pessoas do assentamento e às que visitavam a casa o processo de construção por meio de fotos de cada etapa colocadas nas paredes internas da casa. Pelo fato do morador estar usando revestimentos a base de cimento dentro e fora da casa, foram realizadas algumas dinâmicas com os netos que moravam no mesmo lote, para criar um desenho na parede mais alta dentro de casa para o adobe ficar à vista, sem ser revestido. A inclusão das crianças contribuiu nos processos de aceitação e aumento da tradição construtiva com terra. algumas fotografias que ilustram estas vivencias são apresentadas na **Figura 57**.

Figura 57 – Sensibilização e educação da técnica do adobe. Fonte: Autor 2006

2.2. OS “CASOS B1 e B2” NO ASSENTAMENTO RURAL SEPÉ TIARAJU

Diferente ao Caso A, os Casos B1 e B2, estão em outro assentamento rural chamado Sepé Tiaraju. Outra diferença é que o Assentamento Pirituba II foi ocupado no ano de 1984 e o Assentamento Sepé Tiaraju foi ocupado em 1999. Este último é formado por quatro núcleos: Zumbi dos Palmares, Chico Mendes, Dandara e Paulo Freire (ver Figura 58), e era composto por 80 famílias ao todo. Cada núcleo, por sua vez, era ocupado por cerca de 20 famílias em lotes de 3,6ha, onde estava implantada a casa e onde podiam desenvolver suas atividades em relação a sua produção individual. Além dos lotes individuais, cada núcleo contava com uma área coletiva de 3,0 ha para usos sociais e 60 ha para a produção coletiva de cada núcleo. Este assentamento está localizado na rodovia Abraão Assed, a 4km da cidade de Serrana (perto de Ribeirão Preto – SP) e a 7km de Serra Azul. O tempo que a equipe da universidade levava para chegar no assentamento era de 1h30min, mais próximo do que o Assentamento Rural Pirituba cujo deslocamento demorava cerca de 5h. Na Figura 59 é feita a comparação das distâncias entre estes assentamentos e a cidade de São Carlos, sede da Universidade. As Figuras 60, 61 e 62, ilustram os lotes dos Casos estudos B1 e B2 e as moradias precárias onde moravam antes do projeto.

Figura 59 – Localização dos Assentamentos Rurais Pirituba II e Sepé Tiaraju. Fonte: Habis e Autor 2011

Figura 58 – Localização dos Núcleos, lotes e habitações do Caso B1 e B2 no Assentamento Rural Sepé Tiaraju. Fonte: Habis e Autor 2011

Figura 60 – Lote do Caso B1, localizando a casa antiga, a casa de adobe, e áreas de cultivo. Assentamento Rural Sepé Tiaraju. Fonte: Autor 2011

Figura 61 – Lote do Caso B2, localizando a casa antiga, a casa de adobe, e áreas de cultivo. Assentamento Rural Sepé Tiaraju. Fonte: Autor 2011

Figura 62 – Barracos onde habitavam as famílias do Caso B1 (Foto esq.) e o morador do Caso B2 (Foto dir.). Assentamento Rural Sepé Tiaraju. Fonte: Habis 2007 (foto esq.) e Autor 2011 (foto dir.)

A mobilização pela busca de mais recursos para a construção das habitações rurais neste assentamento começou por volta de finais de 2005 e início de 2006, sob a coordenação do Grupo de Pesquisa Habis. O processo para desenvolver os projetos arquitetônicos se baseou naquele aplicado no Projeto Inovarural do Assentamento Pirituba II, conforme explicado por Shimbo (2004), adotando a participação dos moradores nas decisões sobre o projeto das suas casas. Das 80 famílias que habitavam o assentamento, 77 acessaram, em abril de 2007, os recursos do Programa Carta de Crédito FGTS – Operações Coletivas (Caixa Econômica Federal), complementando os recursos subsidiados já recebidos do INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária). Inseridos em processos participativos, foram definidas três plantas arquitetônicas a serem desenvolvidas com dois tipos de materiais: o bloco estrutural cerâmico e o adobe.

A planta arquitetônica proposta para o Caso B1 e B2 era a mesma do grupo alternativo (descrito mais na frente) e tinha 73,37m², com três quartos, um banheiro, uma sala-cozinha e uma varanda (ver Figura 63). No caso B2, o morador aumentou a casa em cerca de 20 cm em cada lateral e, onde era para ser a varanda, fechou com o próprio adobe para usar esse espaço como uma sala de visitas, deslocando a varanda para frente desta sala. A habitação deste caso B2 ficou com uma área construída de 87.88m², com a varanda atingiu 100m² e uma área coberta de 125m². No caso B1, a área tinha seguido a mesma proposta inicial do projeto geral.

Figura 63 – Planta arquitetônica proposta para o Caso B1 e B2 do Assentamento Rural Sepé Tiaraju. Fonte: Habis e Autor 2011

Das 77 famílias participantes do projeto geral, 10 tinha escolhido o adobe como opção para construir suas casas. Este grupo se autodenominou de “Grupo Alternativo”, composto principalmente por militantes ativos do MST. Desde abril de 2006 começaram a fazer as reuniões para discutir as tipologias arquitetônicas e os sistemas construtivos, assim como a coleta de amostras de solo para as famílias que iram construir com adobe. Dois meses depois, em junho de 2006, se definiu que o adobe seria o material de vedação para o grupo alternativo, desenvolvendo-se a primeira oficina demonstrativa com este grupo. Como uma das dificuldades manifestadas pelos moradores sobre a produção do adobe, era o considerável esforço físico e

o tempo que demoraria em produzir todos os adobes, a assessoria levou a proposta de mecanização através da construção de uma pipa que era puxada por burro para amassar o barro.

No final daquele ano (novembro de 2006) iniciaram-se os trabalhos para produção de adobe, mas, como era época de chuva, foi adiado para o ano seguinte, retomando as atividades em março de 2007 com a oficina demonstrativa de produção de adobe utilizando a pipa. Por falta de tempo dos moradores que faziam parte desse grupo alternativo, foi proposto terceirizar a mão de obra para produzir os adobes, que acabou não dando certo por problemas internos do grupo em relação ao recurso para pagar a mão de obra, ao compromisso do pedreiro para produzir os adobes e até a própria qualidade desses adobes entre outros problemas. Rafael Maia tem estudado as variáveis que interferiram no processo de formação e desintegração do grupo alternativo em relação à adoção da terra como material de construção de habitação social rural (Dissertação em fase de elaboração)⁴⁷. Alguns dos depoimentos dos moradores em relação às dificuldades do grupo alternativo foram:

A questão do burro não resolveu. O adobe uma hora tá bom outra não tá! [...] Os meninos (assessoria) nos ajudam, mas não tem muita experiência em construção com adobe! [...] Nosso problema não é com Habis, vemos eles como parceiros. [...] Temos medo da qualidade de adobe. [...] Não vou desistir do alternativo [adobe], pois isso é o que os outros querem [morador do Caso A]. Por isso queremos mais assistência técnica. [...] As pessoas que trabalham aqui (no assentamento) sabem as dificuldades de trabalhar na questão política e ainda cuidar do lote⁴⁸.

Daqui a pouco nem vamos construir casa, pois só estamos gastando. Temos dinheiro assim? [se referindo a tudo o que o grupo estava comprando e precisando comprar para viabilizar a produção coletiva do adobe]⁴⁹

Em junho desse mesmo ano de 2007, foram feitas algumas outras oficinas com alunos da EESC-USP, e algumas atividades como a construção do barracão para produzir e armazenar os adobes da produção coletiva. Por causa do esforço físico, da necessidade de viabilizar e comprar ferramentas e equipamentos, da falta de água e problemas interpessoais entre o grupo alternativo, surgiram as primeiras evidências da vontade de algumas pessoas do grupo alternativo querer mudar o material para o bloco cerâmico.

Mais uma oficina foi realizada em julho para os moradores se apropriar da mecanização com a pipa. Como as pessoas do grupo começavam a desistir do adobe, a assessoria levou uma proposta para construir a

⁴⁷ Maia R. T. **Identificação e avaliação das variáveis que interferiram na adoção da terra como material construtivo para habitação social rural: um estudo de caso no Assentamento Rural Sepé Tiaraju – Serra Azul – SP.** A ser publicado como Dissertação de Mestrado na EESC-USP; 2011

⁴⁸ Depoimento de vários moradores dos Grupo Alternativo, durante uma reunião com o grupo, registrado na PPT (Planilha de Perguntas Transversais) de 26 jun. 2007

⁴⁹ Depoimento do morador, registrado na PPT de 18 e 19 de jul. 2007

casa com o sistema estrutural pilar viga, o qual apresentava a vantagem de elevar primeiro pórticos de madeira roliça e assim poder cobrir, para depois vedar com qualquer outro material. Neste momento oito famílias do grupo alternativo mudaram para esse sistema de pilar viga e somente duas permanecem com o adobe. No mês de agosto o morador do Caso B1 recebe terra para a produção individual no seu próprio lote, enquanto o morador do Caso B2 se afasta do grupo pelos vários problemas internos do grupo. Nessa época um membro do grupo alternativo, manifesta o desejo em ser o primeiro a construir com o sistema pilar viga, mas com vedação em bloco cerâmico.

Durante os próximos dois meses o morador do Caso B1, produz adobes e começa a elevar a parede na primeira semana de outubro (2007) num ritmo acelerado, pela proximidade da época de chuvas; três semanas depois caem algumas partes das paredes da sala e da cozinha por causa dos ventos fortes e da instabilidade da parede. No entanto, o morador continuou trabalhando, conseguindo ter pronta a cinta de amarração em finais de novembro, que já era a época da chuva, até que dois meses depois a casa colapsa totalmente. Apesar da vontade do morador, de continuar a construir com o adobe, uma semana após o colapso muda para o bloco cerâmico.

O Grupo Alternativo começou a se desintegrar, e das 8 famílias que tinham escolhido a estrutura de pilar viga, somente quatro famílias continuaram com a idéia de usar a terra como material de vedação, pois as outras quatro mudaram para o bloco cerâmico. Dessas 4 que ficaram, mais uma desistiu, conservando o sistema de pilar viga mas vedando com bloco cerâmico alveolar, ficando, então, somente três ainda interessados em usar a terra para a construção das suas casas. Destes últimos três: o primeiro elevou os pórticos do sistema pilar viga e pretende construir sua casa com taipa de pilão, taipa de mão e Bloco de Terra Comprimida (BTC). Atualmente (jun 2011) 20% das paredes estão construídas graças ao esforço do grupo de pesquisa Habis em coordenar projetos e oficinas especiais só para esse caso, embora o morador não tenha conseguido dedicar tempo para a continuidade das obras. O segundo morador também elevou os pórticos e conseguiu vedar uma parede com pedra e outra com taipa de mão. No entanto, por falta de tempo, materiais e até da própria motivação, ele derruba a parede de taipa de mão, e veda a casa toda com tijolo cerâmico alveolar. E o terceiro conseguiu uma prensa para fabricar BTC, onde a assessoria realizou os projetos para tentar viabilizar a sua construção, mas o morador não conseguiu se dedicar à fabricação dos BTCs, o que levou a paralisação da construção da sua casa. Foi executada somente a etapa da fundação com uma viga de concreto feita dentro de uma canaleta de tijolo maciço em todo

perímetro da casa, a qual funciona como primeira fiada e como reforço estrutural da fundação que apresentou várias fissuras devido a sua má execução.

Como a habitação do Caso B1 colapsou, uma nova casa de bloco cerâmico foi construída, e o morador do Caso B2 levou muito tempo para conseguir construir sua casa usando adobe. Atualmente está coberta e ele já está morando nela, embora, por vários problemas do projeto geral, não tenha conseguido terminar algumas outras etapas da casa como os revestimentos, o banheiro e algumas instalações hidrossanitárias etc.

2.2.1. O “CASO B1”

A construção da habitação do caso B1 trouxe vários ganhos, como: a experiência, aprendizagem dos atores envolvidos como a assessoria e o morador; a valorização da força de trabalho familiar, alguns adobes que resistiram a chuva e o colapso (embora não foram estudados) e o próprio uso do adobe como uma opção de material construtivo para produzir habitação rural. Esta parte da dissertação tem como objetivo trazer à luz todos os problemas para encontrar as explicações do colapso da casa. O método de pesquisa utilizado para desenvolver esta parte do trabalho foi: a) revisão de várias fontes de evidência como relatos e fotografias⁵⁰. b) coleta de dados a partir da entrevista com o morador e a família do caso B1 e a diferentes assessores-pesquisadores que participaram na época da construção e acompanharam os desdobramentos do colapso da casa.

A seguir é apresentado um breve histórico da casa estudada, onde se faz referência ao projeto geral, à assessoria e aos indícios do colapso. Posteriormente se mostram alguns problemas e recomendações básicas da arquitetura e construção com terra, onde se fazem algumas correlações para analisar o caso estudado. Depois é realizada uma análise fotográfica para achar os problemas construtivos da casa e as principais razões e hipóteses que a levaram ao colapso, seguida de uma síntese esquemática apresentada por um fluxograma que mostra as principais causas e consequências da queda da casa. Por fim, alguns questionamentos e recomendações básicas sobre o sucedido no caso B1.

⁵⁰ Muitas informações digitais foram perdidas em um problema com o computador, restando poucas fotos, além de não ter sido feito relatos detalhados sobre o colapso das paredes de adobe.

2.2.1.1. Histórico da casa

A família do caso B1, como descrito anteriormente, fazia parte de um grupo chamado o *grupo alternativo*. Em março de 2007 começou a produção coletiva do adobe que iria ser usado por todas as 10 famílias que faziam parte deste grupo. Várias oficinas foram realizadas em uma área coletiva e junto com as oficinas e outros períodos de produção, o morador do caso B1 também produziu adobes com a terra que estava naquele local (terra arenosa). Após diferentes conflitos acontecidos com o grupo alternativo e a inviabilidade de produzir adobe coletivamente, o morador se afastou do grupo, começando a produzir adobes no seu próprio lote em setembro de 2007. No entanto, o morador afirmou que aproveitou perto de 500 adobes produzidos na área coletiva para usá-los na sua casa.

A assessoria técnica tinha feito alguns ensaios de resistência à compressão e outros à flexão, com os adobes produzidos na área coletiva, tendo como resultado 1.7Mpa, mas o ensaio a flexão mostrou um resultado bastante abaixo do mínimo seguro devido à falta de coesão entre as partículas do adobe, o que comprovava que em sua composição granulométrica predominavam as areias.

Sim foram feitos ensaios do solo do local, que era a mesma terra usada quando estava fazendo a produção na área coletiva, inclusive foi feita uma oficina com a presença do especialista em adobe. [...] É verdade que não foi feito ensaio de resistência mecânica dos blocos do caso B1 quando o morador passou a produzi-lo em seu terreno, mas ele estava usando a mesma terra que estava na área coletiva [...] (informação pessoal)⁵¹

Segundo o morador, esses 500 adobes com solo arenoso, foram usados nas primeiras fiadas da casa, o que pode ter levado-os à ruptura por terem sido muito afetados pela chuva. É apenas uma possibilidade, porque não se conhece a localização exata desses adobes nas paredes já colapsadas.

Como o solo da área coletiva era arenoso, posteriormente foi levado ao lote do morador um solo argiloso com o objetivo de corrigir este solo arenoso. Antes de o solo argiloso chegar, o morador continuou produzindo os adobes, pois o período de chuva estava se aproximando, e ao invés dele parar com a produção, recomendação dada pela assessoria, o morador acelerou esta produção do adobe e, simultaneamente, a elevação da parede. Estas atividades simultâneas podem evidenciar que os adobes talvez estivessem sendo usados ainda úmidos, acabando de secar na parede e ocasionando fissuras por pequenas retrações. A assessoria realizou duas oficinas com o possível propósito de apoiar a decisão do morador em acelerar a produção. Segundo o morador, ele conseguia produzir por dia cerca de 500 adobes

⁵¹ Entrevista feita a um dos assessores técnicos daquela época. Mensagem recebida por jaquelinevale@gmail.com em 14 jun. 2011

com a ajuda da família (quatro filhos e a esposa), aspecto que seria necessário avaliar, pois nem sempre toda a quantidade de adobes produzidos significa que tenham boa qualidade, pois um processo muito rápido de produção pode evidenciar etapas suprimidas. Ele tinha construído um pequeno barracão onde os adobes eram produzidos e secavam à sombra, mas como a área não era suficientemente ampla para armazenar os adobes que estavam mais secos junto com os que estavam secando no chão, o morador empilhava os adobes por fora do barracão. Estes adobes que ficavam por fora geralmente não foram protegidos, e a chuva começava a aumentar. O que mostra que as paredes foram elevadas e os adobes foram produzidos em época de chuva.

O morador quis experimentar a estabilização do adobe com diferentes tipos de fibra vegetal. Segundo ele, usou cinco tipos de palha diferentes, entre eles a casca do feijão guandu, o capim colonial e o esterco de gado. O morador realizava as misturas sem um critério definido das unidades de medida dos traços do adobe. As possibilidades de composições de adobe possivelmente foram mais de cinco, pois haviam adobes produzidos com o solo arenoso, solo argiloso e as misturas destes solos com os cinco tipos de palha. A assessoria também não conseguiu monitorar estas várias composições do adobe pela indisponibilidade de viajar várias vezes na semana e acompanhar o ritmo acelerado do morador.

Segundo a assessoria técnica da época, por mais que falasse ao morador para produzir todos os adobes antes de começar a elevar a parede, o morador continuava a construção, inclusive cada vez que a assessoria chegava no lote, o morador já tinha elevado várias fiadas.

Na primeira semana de janeiro as paredes da cozinha e da sala, tinham caído pelos fortes ventos e ainda não estavam com a cinta de amarração. As paredes que caíram correspondiam às laterais dos vãos das portas e janelas. Este fato evidenciava que a parede já carecia de estabilidade e que os ventos eram bem fortes. Mesmo assim a elevação continuou, tendo vários problemas por causa da falta do rigor técnico na mão de obra, pois várias paredes estavam fora do prumo e do nível, entre outros problemas que serão descritos mais adiante.

A chuva continuava desgastando a parede que em diversas ocasiões não foi protegida. Quando era protegida, era colocado o plástico preto em volta da parte mais alta, o que deixava as primeiras fiadas desprotegidas, pois a chuva de vento batia no plástico e pingava na base da primeira fiada. Além disto, existia uma interface errada em relação à fundação, pois esta era mais larga que o adobe, criando uma superfície de acúmulo de água agravado pelo aterro que foi feito até o nível do início do contrapiso.

Passaram-se em torno de quatro meses neste ritmo de elevação de parede e produção do adobe, até que em 22 de janeiro de 2008, aproximadamente às 16h, a casa colapsou, faltando cerca de 130 adobes para finalizar a parede e poder cobrir. Ficaram dois cantos dos quartos em pé, sendo que um desabou no dia seguinte pois as duas primeiras fiadas ainda estavam úmidas, e o outro foi derrubado pela assessoria para começar a limpeza da fundação no dia seguinte. Segundo o CIIAGRO (2011) no mês de janeiro na região de Ribeirão Preto (distante 10min. do assentamento) choveu em 22 dias, com um acúmulo mensal de 363,80mm.

Após o colapso, no dia seguinte a assessoria técnica realizou uma viagem ao local do ocorrido, e segundo a avaliação nesse dia, a principal causa levantada pelos assessores, era a chuva, a qual tinha umedecido muito a primeira fiada, provocando nos adobes, o esforço máximo à resistência a compressão até chegar à ruptura, pois vários adobes estavam rompidos na diagonal⁵².

Em outras reuniões do morador junto com a assessoria, foi dito que o adobe que tinha sido estabilizado com fibras vegetais, mais especificamente com esterco e a casca do feijão guandu, ficando bem fortes. Se este adobe tivesse ficado nas primeiras fiadas a casa talvez não tivesse caído⁵³. Este argumento é importante não só pela possível melhor qualidade do adobe produzido com essas fibras vegetais, senão porque evidencia a necessidade imperante de realizar previamente, os devidos ensaios para avaliar o desempenho do adobe, mas infelizmente o tempo da assessoria para a realização dos estudos, não conseguiu se compatibilizar com o tempo do morador em produzir os adobes e construir sua casa.

No dia do colapso o morador perguntou à assessoria se não valeria à pena guardar alguns adobes que tinham ficado inteiros no dia do colapso para ver qual era mais forte, mas a assessoria não conseguiu realizar os ensaios, mesmo porque o interesse da pesquisa referente ao adobe parecia ter terminado no momento que foi decidido mudar de material de construção da casa. Pois as atividades de realização dos ensaios implicavam recurso, tempo e até um pesquisador que tivesse o interesse e o tempo para a pesquisa.

Tanto para a família, quanto para a assessoria, o acontecimento deixou sentimento de tristeza e ao mesmo tempo um sentimento que o morador chamou de *momento de honra*, cujo significado era o desejo de não desistir do adobe, e construir a sua casa novamente com este material. A assessoria levou várias opções

⁵² Nesse dia realizou-se um relato geral do colapso. O relato corresponde à PPT do dia 23 jan. 2008 produzido pelo grupo Habis

⁵³ Informação coletada na PPT do dia 28 jan. 2008 pelo grupo habis.

para retomar a construção da casa usando adobe, algumas delas eram: fazer um mutirão intensivo para a produção de adobe, aumentar a área do barracão onde seriam produzidos os adobes, estudar os adobes que tinham resistido ao colapso, construir a casa no sistema de pilar viga para poder cobrir primeiro e depois somente vedar as paredes (neste caso o morador poderia usar outro material para vedar como taipa de mão ou até o bloco cerâmico), mas estas opções não foram para frente.

2.2.1.2. Considerações sobre os problemas básicos da arquitetura com terra

Será necessário que aconteçam colapsos de casas construídas em adobe e nos assentamentos rurais, para que a partir dos erros cometidos durante sua construção, os aprendizes possam melhorar as técnicas que se pretendem apropriar num contexto onde não existe tradição construtiva com terra? Se por um lado se aumenta o preconceito sócio-cultural, será que por outro lado, este colapso terá algum impacto positivo para o desenvolvimento da arquitetura e construção com terra em assentamentos rurais?

Talvez a chuva não seja a única causa do colapso das paredes, pois a chuva assim como outras condicionantes naturais são características que deveriam estar implícitas num projeto habitacional, dialogando integralmente com todos os componentes que estruturam uma edificação.

Os componentes estruturais de uma edificação asseguram que os elementos necessários para cumprir sua função irão manter-se de pé. [...] No passado, as estruturas eram erigidas pelo método tradicional de tentativa e erro. Cada construtor costumava ousar um pouco mais do que seu predecessor até que, confrontado pelo fracasso, sabia que os limites de seu sistema estrutural haviam sido excedidos. O ousado domo de tijolos de Santa Sofia em Constantinopla, primeiramente construído em 537 d.C. e um dos maiores domos da antiguidade, desmoronou duas vezes antes de finalmente manter-se em pé. (SALVADORI, 2006, p4)

Nessas tentativas e erros desenvolvidos durante a história da arquitetura e construção com terra, tem se identificado alguns problemas básicos, que foram melhorados com o tempo, evidenciados nas propostas atuais do uso da terra como material de construção. O discurso coloquial que sustenta uma solução metafórica, afirma que a casa de terra precisa de três proteções fundamentais referentes aos impactos da umidade, tanto pela chuva como pelo efeito da capilaridade, que são: umas boas botas (se referindo à fundação e a base da parede), um bom chapéu (como a cobertura) e uma boa capa (pensando nos revestimentos externos). Uma construção com terra que considere esses três aspectos, tem sua durabilidade garantida.

Segundo Craterre (2007, p2, tradução nossa), algumas das recomendações básicas, apresentadas nas **Figuras 64 e 65**, referentes à fundação, à base da parede, à parede e aos vãos ou aberturas, de uma casa construída com terra são⁵⁴:

Relativo à fundação e a base da parede:

- A acumulação da água na base de um edifício de terra sempre implicará problemas técnicos.
- A função da base da parede é para proteger o restante da parede de qualquer contato com a água
- O material usado na base das paredes deve ser o suficientemente forte para resistir o peso total do edifício, assim como resistentes e bem protegidos contra a permeabilidade da umidade.
- A fundação deve evitar que a umidade penetre no edifício.
- A drenagem do lugar garante uma boa durabilidade. Para melhorar isto, pode-se colocar na base da parede, materiais como pedra, tijolo cozido, blocos de concreto etc. e uma barreira capilar no respaldo da fundação.

Relativo às paredes:

- As paredes muito esbeltas, que são usadas geralmente na construção com um sistema de blocos de terra, por sua facilidade de modulação, devem se construir levando em conta sua carga concentrada na pouca largura, assegurando sua estabilidade através da sua forma, seja circular, com contrafortes ou mesmo aumentando sua largura.
- Conceber a forma, considerando o travamento e união dos blocos de terra em todas as direções (horizontal, vertical, espessura da parede), para garantir a estabilidade e a solidez da parede.
- Se as paredes principais são construídas com material que não seja resistente à água, é recomendável que a superfície superior destas paredes, seja protegida.
- Se a parede é muito fina em relação à altura, o vento pode derrubá-la.

⁵⁴ O documento citado, também faz referência à seleção do local para a construção de uma edificação com terra, assim como a cobertura e os revestimentos. Não são aqui citados por irem além do foco do trabalho, dado que o maior destaque que se quer dar é sobre as fundações, as paredes e os vãos, que foi até onde conseguiu chegar a habitação do caso B1. No entanto deve-se entender que todos estes aspectos se relacionam de maneira integral.

Relativo aos vãos:

- As aberturas permitem iluminar e ventilar o interior do edifício. No entanto, representam um ponto frágil na estrutura do edifício. Geralmente, é perto das aberturas que aparecem muitas fissuras, porém, é importante pensar nas soluções para que esta área esteja sólida.
- As vibrações e os choques derivados da manipulação das portas e janelas podem causar fissuras na parede. É necessário fixar muito bem os batentes das janelas e portas. Pode-se colocar nas janelas alguns blocos de maior resistência que funcionarão posteriormente para reforçar a união dos batentes com a parede.

Figura 64 – Cuidados e recomendações das fundações e bases da parede de terra, segundo Craterre.

Fonte: < <http://craterre.org/diffusion/expositions/view/id/3a739815f8d4b34fa3ed0fb3ed42b401> > acessado: 10 jul. 2011

EARTH ARCHITECTURE /construction/page 3/A4 size

Figura 65 – Cuidados e recomendações das paredes e aberturas da parede de terra.

Fonte: < <http://craterre.org/diffusion:expositions/view/id/3a739815f8d4b34fa3ed0fb3ed42b401> > acessado: 10 jul. 2011

O que é necessário numa parede de terra é mantê-la sempre seca e não levá-la ao extremo de umidade, compreendendo o comportamento de um simples bloco de terra, como o adobe, até uma parede monolítica como a taipa de pilão.

Existem duas funções principais de um bloco que se utiliza em qualquer estrutura das edificações mais normais. O bloco deve ser capaz de suportar seu próprio peso e o peso de qualquer outro bloco por cima dele, assim como outra estrutura; ex: uma cobertura etc. Isto é normalmente classificado como a resistência à compressão do bloco. Uma vez que os blocos estão na estrutura devem trabalhar conjuntamente com o resto da estrutura para resistir o ataque dos ventos, chuvas, geadas, e a erosão do vento durante um período razoável de tempo. Como exemplo, podemos pensar numa simples casa de adobe, - uma vez que a estrutura tem se secado, é que pode suportar seu peso próprio e da cobertura. Se, chegam as fortes chuvas e a estrutura se satura com água novamente [porque o adobe se produz com barro saturado de água] perderá sua força estrutural e pode sofrer o colapso. Se a estrutura pode se manter seca ou fazer com que os adobes sejam impermeáveis à umidade, então a estrutura pode sobreviver muito mais tempo. (CIVIL RESEARCH GROUP, 2011)

Um ponto de partida para a análise das casas que podem colapsar num contexto sem terremotos, é precisamente os projetos que tem se desenvolvido nestes contextos. Por exemplo: se numa região sísmica uma parede de adobe tem uma largura de aproximadamente 30 cm e, além disso, contém reforços secundários como estruturas embutidas na parede, telas que são aderidas nas laterais da parede e

melhoramentos nos diafragmas através de cintas de amarração, então como funcionaria num contexto sem terremotos? Será que as paredes devem manter uma largura aproximada de 30 cm sem ter que colocar os outros reforços? Neste caso B1, as paredes eram muito esbeltas, tendo uma largura próxima de 14,5 cm, onde a parede mais alta (da cumeeira) chegou a ter cerca de 4m de altura. Segundo Minke (2001, p.13, tradução do autor):

[...] As paredes altas e finas podem colapsar ainda que estejam reforçadas com contrafortes ou paredes intermédias, já que estas se curvam e quebram. Os danos maiores provocados por um terremoto ocorrem quando os muros colapsam para o exterior, deixando cair a estrutura da cobertura. Porém, a tarefa principal do projeto antisísmico é assegurar que os muros não caiam para fora.

Segundo as fotos do colapso do caso B1, a maioria das paredes colapsou para dentro e a cinta de amarração estava quebrada em várias partes, o que pode indicar que a cinta de amarração não agüentou as forças que sofreu a parede, seguindo na direção da queda das paredes para dentro da casa. Embora a cinta de amarração ajude a distribuir as cargas na parede (no caso B1 a cinta só estava no perímetro que contornava a casa e uma parte dos quartos), pode também ter feito com que o colapso da primeira parte (tanto a área da cozinha como a área dos quartos) tenha puxado para baixo as outras partes da casa.

Vários trabalhos têm desenvolvido cálculos de paredes das casas de terra a respeito da sua resistência aos abalos sísmicos. No entanto, ainda não estão claros os cálculos para as áreas que não sofrem estes abalos. Como um exemplo, no caso das dimensões principais de uma parede em adobe, a *Red para el Habilidad Económico e Ecológico - Ecosur* (2011, tradução do autor) propõe o seguinte:

O comprimento total de uma parede continua não deve ser 10 vezes maior que sua largura, porque do contrário será necessário construir pilares intermediários, assim mesmo é recomendado que este comprimento seja considerado na distancia entre as interseções das paredes [as esquinas das paredes]. As aberturas nas paredes como no caso das janelas e portas, não devem exceder o 1,20m de comprimento, e todas as aberturas na parede não devem exceder 1/3 da sua área. As aberturas devem estar localizadas a 1,20m das esquinas.

A Fundasal (2001, tradução do autor) também propõe que “a distancia da parede ou de contraforte a contraforte deve ser no máximo 10 vezes a largura do adobe”.

Com estas afirmações não se pretende, afirmar que, para o caso brasileiro, devam-se seguir estas medidas, mas sim que é importante pensar na largura mais conveniente da parede num contexto que, apesar de não estar sujeito a abalos sísmicos, possuem condições climáticas determinantes, como a força dos ventos com chuva.

Nos casos que sofreram abalos sísmicos, e segundo o colocado no primeiro capítulo deste trabalho, pode-se observar como as pessoas depois das suas casas caírem, continuam usando o adobe como uma ou, talvez, a única opção para produzir suas habitações. Isto ocorre, obviamente, com a participação de grupos que desenvolvem otimizações nos sistemas estruturais.

Nos lugares onde a tradição da construção com terra é mais arraigada, como no caso dos assentamentos tradicionais de Burkina Faso na África, os próprios moradores conseguem se adaptar às conseqüências provocadas pelas chuvas.

[...] Ao terminar a temporada das chuvas, os habitantes dessa determinada região, antes de mais nada, começam pelo inventário dos danos causados pela chuva. Segundo a sua importância, eles tomam decisões relacionadas à destruição ou à reparação de certa construção. Em caso de destruição, o terreno é limpo com muito cuidado para poder recuperar os materiais (madeira, palha, adobes etc.), os quais são armazenados num local adequado para poderem ser reutilizados posteriormente. O número de construções novas que devem ser edificadas dependerá então, do número de edificações destruídas e do crescimento das necessidades habitacionais dos membros da comunidade afetada. [...] é assim, que ao final da temporada de inverno (temporada de chuvas) se produz a maioria dos materiais de construção. [...] a vegetação é abundante e madura: procedendo então ao corte da palha para o teto, [...] durante o mesmo período, o solo está relativamente úmido e fácil de cavar; se extrai a laterita e a terra argilosa [...] nesta época se realizam então, os trabalhos de transformação dos materiais como os entramados de palha, e a produção dos adobes, etc. Por causa da chuva, os pontos de água são frequentes e facilitam o trabalho de transformação. [...] em seguida se realiza o planejamento das construções onde se usa as redes de ajuda mútua as quais estão bem organizadas por causa dos trabalhos agrícolas. (KÉRÉ, B. 1995, p47, tradução do autor)

Embora os trabalhos de reconstrução, reparação e construção nova, seja uma conseqüência após as chuvas, no texto citado acima, podemos destacar que os trabalhos de construção com terra, neste caso o adobe, se devem começar após as chuvas.

É claro que seria muito complexo poder comparar um contexto africano com o brasileiro, não só pelas suas condições climáticas senão pelas suas condições tradicionais e construtivas, pois num contexto de assentamentos rurais no Brasil, onde carece a tradição construtiva com terra, seria muito difícil que os moradores se apropriassem tanto da terra para entender que podem ter problemas quando as chuvas aparecem, e ainda persistir no uso da terra como uma solução possível para construir suas casas, sem se importar em ter que reparos ou reconstruções.

No caso B2, o morador tentou continuar com a idéia de construir sua casa com adobe, mesmo após as paredes terem colapsado. A decisão de seguir não dependia somente dele, pois assim como para produzir adobes e construir a casa, a família era uma força decisiva. Tanto os filhos quanto a esposa tiveram diferentes razões relacionadas à desistência do uso do adobe para construir a casa.

Um depoimento que demonstra um dos argumentos desta desistência, foi feito pela esposa⁵⁵, no dia 6 de fevereiro de 2008 (15 dias após ter colapsado a casa), quando foi decidido mudar para o bloco cerâmico, em uma diferença de opinião entre o casal. A esposa afirmou ter tido uma discussão séria com o esposo, que tinha que escolher entre a família e a casa de adobe.

No projeto de uma habitação é necessário levar em consideração as cargas estáticas e dinâmicas⁵⁶, como as produzidas pelos fortes ventos e chuvas. Salvadori (2006, p.41) afirma que “a velocidade do vento aumenta na proporção do quadrado da velocidade do vento [...] uma das questões fundamentais a ser resolvida antes de projetar um edifício costuma ser: Qual é a maior força de vento a que este local pode estar sujeito?”.

É importante reconhecer que um projeto de habitação de interesse social em adobe necessita de um projeto de arquitetura e engenharia tão completo quanto o realizado para qualquer outro tipo de edifício que use outro material, e que considere todas as condições que esta edificação estará sujeita, inclusive as relacionadas à influência do clima. Desde sua concepção ao seu desenvolvimento, um projeto deve contar com a participação de uma ampla diversidade de especialistas que definam cuidadosamente o que será construído e como a obra edificada vai se comportar no contexto previamente definido.

2.2.1.3. Análise das fotografias como evidências e hipóteses do colapso

Por falta de relatos detalhados sobre o colapso da casa, foi necessário recorrer às fotografias como uma estratégia metodológica para identificar os problemas, tanto os gerais da casa quanto os que possivelmente influenciaram o colapso.

Foram usadas 29 fotografias dos 254 arquivos audiovisuais (imagens, gravações de voz e vídeos) distribuídos em 11 pastas encontradas para realizar esta pesquisa. Esta quantidade é pouca, pois algumas fotos são repetidas e outras não descrevem muito bem os assuntos de interesse. Se comparadas com os outros dois casos (Caso A: 1030 arquivos audiovisuais distribuídos em 92 pastas e Caso B2: 1188 arquivos audiovisuais distribuídos em 79 pastas) podemos observar que deste caso B1 existe pouco registro visual,

⁵⁵ Informação obtida na Planilha de Perguntas Transversais (PPT) do dia 06 fev.2008. Fonte: Habis

⁵⁶ Para Salvadori (2006, p.38) “uma força que o edifício pode absorver lentamente é estática; uma força inesperada é dinâmica”.

o que se tornou uma dificuldade para encontrar evidências sobre todo o processo da construção da casa até o dia em que colapsou.

As fotos utilizadas não estão ordenadas cronologicamente, pois o objetivo também era poder criar relações entre uma etapa executada e uma possível consequência do colapso ou evidência de uma etapa mais adiantada.

Para poder identificar as ilustrações foram adotados três tipos de legendas – **F**, **D**, **d** e **P** – que corresponde a seguinte divisão: o **F** são fotografias seguido por um número de sequência, por exemplo, a foto 1 é chamada de **F1**; **D** maiúsculo são os zoom realizados nas fotos para mostrar detalhes, seguidos pelo número da sequência; os desenhos usam a letra **d** minúsculo e o número da sequência. Só na imagem 3, é usada a letra **P**, para identificar o ponto que localiza a parede analisada e que esta fora do prumo.

Ao todo são cinco quadros onde, além das fotos, encontram-se alguns zooms de detalhes importantes, assim como desenhos para poder ilustrar e entender melhor o observado nas fotografias.

No **primeiro quadro** apresentado na **Figura 66**, apesar dos poucos adobes com qualidade aceitável, mostram-se os problemas principais do adobe produzido e usado na elevação da parede, alguns feitos pelo morador sozinho, ou com ajuda da família ou em oficinas. Também se apresenta alguns problemas já identificados na elevação da primeira fiada em relação ao nível, espessura e consistência da argamassa de assentamento. Outro ponto importante a se destacar foi a maneira desigual de se começar a elevação das paredes, de uma forma não homogênea em todo o perímetro da casa, sem garantir a amarração nem travamento das esquinas. A última foto destaca as diferentes cores dos adobes e suas possíveis composições gerais, assim como um zoom que evidencia o desgaste da primeira fiada devido à acumulação da água e a altura excessiva da argamassa com que foi assentada a primeira fiada.

Foto No. 1 (F1)

Adobe com fissuras de mais de 5cm. Precisava estabilização com areia ou palha.

Foto No. 2 (F2)

Adobe com vazios nos cantos. A forma de madeira não foi preenchida corretamente. Faltou compactar com as mãos. É possível que o barro não estivesse amassado homogeneamente, ou precisava de água.

Foto No. 3 (F3)

Adobes de baixa qualidade produzidos em oficinas. apresentam os problemas das fotos da esquerda, além de excesso de textura feita com os dedos na superfície superior.

Foto No. 4 (F4)

Argamassa de assentamento se esmagando pelo peso do adobe*.

Fundação também não está no nível, tendo que nivelar a fiada de adobe com a argamassa.

*Argamassa de assentamento muito alta (Aprox. 6cm)

Foto No. 5 (F5)

Parede sendo elevada primeiro que as outras.

Foto No. 6 (F6)

Primeira fiada assentada possivelmente com solo arenoso e com dimensão de junta horizontal de 5cm a 6cm. Adobe de baixa qualidade e argamassa sendo desgastados pela água da chuva.

D1

d1

Figura 66 – Primeiro quadro da análise fotográfica do caso B1. Fonte: Autor

No **segundo quadro** apresentado na **Figura 67**, são mostradas cinco imagens amplificadas de problemas na parede como: o desnível das fiadas; o pouco cuidado na hora de assentar os adobes (por exemplo, o fato de não ter colocado a argamassa de junta vertical, faz com que a umidade da chuva penetre facilmente no interior da parede, debilitando e aumentando o peso do adobe); e, o trato com a parede como, por exemplo, algumas partes quebradas, e buracos excessivos para colocar os andaimes (existem soluções para que os andaimes possam ser colocados sem quebrar a parede). Um detalhe importante é o desgaste notório do adobe ao impacto da chuva sobre ele. Por último, um desenho mostrando a esbelteza da parede, o fato de estar fora do prumo, e a má proteção da parede da chuva e dos ventos.

Figura 67 – Segundo quadro da análise fotográfica do caso B1. Fonte: Autor

Observando as fotos, era evidente que algumas paredes estavam fora do prumo, e que esta situação podia ter influenciado no colapso da casa. Para ilustrar este problema no **terceiro quadro** apresentado na **Figura 68**, foi feito uma análise de três fotos da sala e da cozinha, usando as linhas em perspectiva que compõem a imagem. Desta maneira, foi detectado três pontos (chamados de P1, P2 e P3) localizados nas paredes e que apresentavam cerca de 6 cm fora do prumo. Complementando os problemas anteriores, um detalhe importante que se observou foi a inclinação para dentro da casa de uma parte da primeira fiada (D9 e d3). As hipóteses sobre esta questão são: possivelmente a argamassa de assentamento ficou muito grossa e talvez por estar muito úmida, foi esmagada pelo peso do adobe; e/ou porque também a forma volumétrica do adobe, se comparada as suas medidas, apresentava pouca superfície horizontal em relação à altura e largura do adobe. É diferente assentar um adobe cuja superfície horizontal é bem maior que a altura, pois distribui melhor o peso do adobe na argamassa de assentamento. Algumas medidas dos adobes correspondem as seguintes proporções: a altura é a metade da largura, e a largura é a metade do comprimento. Este último fato foi evidenciado pela direção da queda da parede (F15) e pela forma da ruptura em diagonal do adobe (d4 e F15).

Figura 68 – Terceiro quadro da análise fotográfica do caso B1. Fonte: Autor

No **quarto quadro** apresentado na **Figura 69**, se destaca as marcas e as fotos do primeiro colapso de algumas paredes. Aqui fica claramente evidente que havia um problema de estabilidade da parede e sua resistência aos fortes ventos. Como demonstração da execução rápida por parte do morador, por exemplo, pode se observar na foto F19, que a elevação da parede foi executada sem colocar a cinta de amarração, e que as paredes foram elevadas em partes diferentes, evidenciando o problema do nível e continuidade das fiadas na horizontal. Essa foto mostra que o morador não estava seguindo nenhum tipo de projeto, pois parecia não conhecer como funcionavam as interfaces, as alturas e o processo certo de elevar homogeneamente a parede. É claro também que a parede da janela da cozinha (parede da cumeeira) foi modificada várias vezes como se existissem dúvidas de como era o projeto. Esta parede aparece quebrada na foto F18. Outro exemplo claro da falta de travamento e a elevação separada das paredes é a foto F21, onde se pode observar como o morador deixava as esperas do adobe para tentar fazer um travamento errado com parede que imediatamente se intersectavam. Segundo depoimento da esposa do morador da casa, os oitões foram os que primeiro caíram no momento do colapso da casa. Na foto F22 e F23, se realiza uma simulação das paredes que não foram construídas e que ajudavam a travar os oitões das paredes. Estas fotos podem confirmar o depoimento da esposa do morador.

Foto No. 16 (F16)

Marca que evidencia uma primeira queda de uma esquina principal da casa. (Ver F17 e F18)

D9

Detalhe real, sem o destaque amarelo

Foto No. 17 (F17)

Outros lugares onde foi observado claramente a marca da primeira queda de algumas paredes. (Ver F16, F18, F19)

Foto No. 20 (F20)

Esquina principal da casa não travada

D10

Detalhe da esquina da casa não travada

Foto No. 18 (F18)

Foto da primeira queda com destaque azul e amarelo (Ver F16, F17, F19). O aterro já tinha sido feito. A parede de direita abaixo aparece quebrada (Ver F5, F19, F22)

Foto No. 19 (F19)

Foto da primeira queda de algumas paredes por causa da sua baixa estabilidade aos ventos fortes (Ver F16, F17, F18). A parede foi elevada acima da altura da viga cinta, o que significa que, essa parte da parede foi desmanchada posteriormente (evidencia o trabalho acelerado e sem monitoramento da assessoria). ? Onde esta a parede que junta as duas paredes dos extremos?.

Foto No. 21 (F21)

Parede sem travamento. Adobe embutido na parede imediatamente perpendicular, a cada 2 fiadas e escorado com o mesmo adobe e alguns calços do mesmo adobe.

D11

Foto No. 22 (F22)

Não foi construída o restante da parede e a viga cinta que trava as paredes mais altas da casa

Foto No. 23 (F23)

Não foi construída o restante da parede mais alta do quarto do meio que travava o oitão da fachada dos quartos.

Altura da cinta

Detalhe da falta de travamento

D12

Figura 69 - Quarto quadro da análise fotográfica do caso B1. Fonte: Autor

E no **quinto quadro** apresentado na **Figura 70**, são mostradas as últimas fotos de quando a casa ainda estava em pé. Na foto F25 se pode observar a direção da chuva, e a falta de proteção de todas as paredes. Na foto F24 percebe-se claramente que a umidade chegava até um pouco mais acima da primeira fiada. O desenho d7, ilustra uma hipótese sobre a ordem e direção em que as paredes foram caindo. Esse desenho foi montado com base nas fotos, na posição da cinta de amarração, nas entrevistas realizadas com o morador, com os filhos e a família, quando um dos filhos disse que primeiro caíram as paredes da cozinha. Pode-se pensar em outra hipótese, que as primeiras paredes que caíram foram as dos quartos, porque nesta área não tinha a cinta de amarração completa. Além das paredes estarem desgastadas pela chuva, a fachada dos quartos possuía três vãos de janela, e acima ficavam dois oitões que não estavam travados, podendo significar que os oitões caíram acima das paredes dos quartos, exercendo maior esforço nas primeiras fiadas e provocando o colapso das paredes.

Nas fotos que apresentam a situação após o colapso, foram identificados quatro aspectos importantes. O primeiro foi o estado dos adobes e a constatação de que os estabilizados com fibras vegetais (esterco de gado, casca de feijão guandu) tinham ficado mais resistente. Isto ocorre pelo fato da fibra vegetal ajudar a secar mais rapidamente o adobe, além de melhorar a coesão das partículas prevenindo a retração excessiva de um solo argiloso. Por outro lado, tinham adobes que quebraram muito fácil, possivelmente devido às fissuras que os adobes apresentaram no momento de secar, como mostrado na foto F1 e F2, e também pela sua composição granulométrica e seu processo de produção de baixa qualidade. A foto F28 reafirma a forma em diagonal como o adobe quebrou. E por último uma foto em que um assessor ajuda a derrubar uma parte da parede que tinha ficado em pé, com o objetivo de retirar os escombros da fundação. Esta parede de canto esta localizada na planta (ver F29).

Figura 70 – Quinto quarto da análise fotográfica do caso B1. Fonte: Autor

2.2.1.4. Levantamento dos problemas: fluxograma de causas e consequências

Com o objetivo de entender as relações das causas e consequências do colapso da casa, foi elaborado um fluxograma apresentado na **Figura 71**, para visualizar tudo que possivelmente influenciou este colapso. Neste caso entende-se que a chuva, embora tenha sido classificada, na primeira avaliação da assessoria, como a razão principal do colapso da casa, não foi o único aspecto que influenciou, pois no raciocínio em que foi construído o fluxograma, a chuva se entende como uma característica e não como o problema principal, pois a chuva e mais exatamente a época de chuva, assim como os ventos fortes não são variáveis que se possam controlar, mas sim levar em consideração, por exemplo, num projeto habitacional. É diferente num contexto onde acontecem desastres naturais, porque as forças são inesperadas, mas num contexto, como no que aconteceu o colapso, as forças das chuvas e vento podem ser esperadas, pois a época de maior índice pluviométrico dificilmente muda durante o ano.

O fluxograma não pretende abranger todos os aspectos relacionados ao colapso da casa, pois as quantidades de relações poderiam chegar a ser muito subjetivas. Porém, o fluxograma pode funcionar como um ponto de partida para entender que este problema teve suas principais causas logo no início, e que existiram várias questões tecnológicas que o promoveu.

A maneira de ler o fluxograma é tanto da direita para a esquerda revelando as causas, quanto da esquerda para a direita indicando as consequências.

As causas identificadas vão desde a falta da tradição construtiva, a definição de estratégias de formação e transferência de tecnologia até as debilidades decorrentes das condições inerentes ao projeto geral das 77 casas, chegando às consequências reais, às que podiam ter acontecido, e às que possivelmente estão acontecendo. O aumento do preconceito do uso da terra como material pode crescer na medida em que exemplos como o do caso B1, acontecem. Segundo o morador, durante a construção e após o colapso vários comentários como caráter até ofensivo eram realizados:

Imagina a festa de algumas pessoas aqui no assentamento, desde ontem e hoje, o povo mete a boca...⁵⁷

As pessoas falam que só queremos fazer essa casa para aparecer em revistas, mas não é nada disso!⁵⁸

As pessoas perdem muito tempo para sacanear o povo!⁵⁹

⁵⁷ Depoimento do morador relatado na PPT de 28 jan. 2008

⁵⁸ Depoimento do morador relatado na PPT de 30 jan. 2008

⁵⁹ Depoimento do morador relatado na PPT de 30 jan. 2008

Figura 71 – Fluxograma de causas e consequências sobre o colapso do Caso B1. Fonte: Autor

2.2.1.5. Questões e recomendações sobre o colapso da casa

Algumas questões podem ser levantadas sobre o colapso da casa como, por exemplo, se não teria sido melhor determinar previamente a resistência e o desempenho do adobe para, a partir dos resultados, fazer o projeto da casa. A construção da casa de adobe, sem existir um controle do comportamento do material, pode trazer muitos problemas técnicos. É recomendável fazer um estudo preliminar rigoroso que garanta a qualidade da construção.

Outra questão é saber qual a razão do morador ter usado cerca de 500 adobes produzidos na área coletiva, cujo desempenho ensaiado pela assessoria, não apresentava resultados positivos?. Será que o morador, por querer aproveitar os adobes da área coletiva, acabou não pensando na qualidade dos adobes? Ou a assessoria não conseguiu explicar ao morador que esses adobes não estavam em condições para a construção? Por que a assessoria organizou duas oficinas em época de chuva, sendo que a orientação dada por eles próprios era de não construir em época de chuva? Será que a assessoria se sentiu pressionada para pensar em estratégias que agilizassem a elevação das paredes que o morador já tinha começado?

A assessoria não tinha as condições de ir todos os dias e toda semana no assentamento para acompanhar e orientar. Segundo a assessoria, foram feitas varias conversas contínuas por telefone, mas o morador começou a subir a alvenaria sem orientação deles. Pergunta-se então, como acompanhar uma construção num ritmo mais acelerado sem a assessoria ter as condições de fazer o acompanhamento mais frequente? Quais deveriam ser as medidas tomadas quando um morador não segue as instruções da assessoria? Até onde a assessoria deve interferir nas decisões do morador, considerando que, no final de contas é a casa dele e é ele quem esta tomando as decisões da construção?

A assessoria afirmou que, apesar da sua pouca experiência com a técnica do adobe, sempre buscou orientação de especialista que, por sua vez, morava em outra cidade e tinha pouca disponibilidade de tempo, levando com que os acompanhamentos fossem feitos por telefone e comunicações eletrônicas. Como os assessores⁶⁰, que também são aprendizes, podem assessorar uma casa em construção? Qual o perfil necessário desse assessor? Qual o papel desse assessor? Não seria melhor ter o especialista em adobe mais próximo das decisões no canteiro? Qual o limite da pesquisa-ação num contexto como este? Até onde um aluno de graduação ou pós-graduação, juntamente com os demais membros do grupo,

⁶⁰ Os assessores são aqui entendidos também como todo o grupo assessor.

consegue resolver e lidar com todos os problemas da casa de adobe, tanto técnicos como os característicos de um contexto de assentamento rural?

Segundo uma das assessoras, os assessores da casa daquela época, passaram fins de semanas inteiros ajudando a produzir o adobe. Pergunta-se: o que acontece quando o assessor, que possivelmente é a pessoa que tem os conhecimentos que direcionam o processo adequado da construção da casa, e que geralmente possui mais conhecimentos (geralmente mais teóricos que práticos) que a pessoa que constrói, passa a ser um aprendiz de iguais condições que o morador, realizando atividades práticas na construção da casa, obviamente com o ânimo de aprender e ajudar? Será que isto cria confusões nas atribuições tanto do assessor como do morador? Qual o limite das relações humanas e de amizade criadas entre o morador e o assessor?

Segundo a assessoria, tentou-se convencer o morador para que aguardasse o término da época da chuva para poder continuar com a construção da casa, mas ele não quis esperar. Quais as estratégias que a assessoria poderia ter tomado para que o morador conseguisse ver as consequências das decisões por ele tomadas? O morador, por sua vez, se sentiu pressionado em terminar logo sua casa, porque necessitava da casa para poder morar com os filhos. Outra hipótese levantada pela assessoria foi a pressão que o morador deve ter sentido por estar mais atrasado em relação aos outros do assentamento que já tinham coberto as suas casas.

Como compatibilizar os tempos da chuva, da assessoria, da família que constrói, do recurso, e de todos os atores envolvidos na construção de uma habitação destas características? Além disso, como se deve lidar com o tempo da pesquisa? Pois o assessor, além de “assessorar”, também realiza simultaneamente atividades de pesquisa.

Será que o limite do pesquisador se encontra na sua capacidade de somente registrar o que esta acontecendo, observando, por exemplo, um erro construtivo como um simples problema de pesquisa? Qual a capacidade do assessor-pesquisador em mudar esses erros construtivos durante o processo de produção da casa?

Quais devem ser as medidas tomadas quando uma construção em adobe se realiza simultaneamente à época da chuva? Pode-se pensar em soluções que minimizem o impacto da chuva na parede de adobe, como, por exemplo, prever um melhor desempenho de impermeabilidade por meio da estabilização dos

blocos de adobe ou indicar uma largura maior para as paredes externas, diferentes das paredes internas, ou usar outros materiais mais impermeáveis nas primeiras fiadas.

Por fim, nesta parte do trabalho sobre a casa colapsada, se recomenda as seguintes diretrizes:

- a) Realizar um estudo profundo sobre os detalhes construtivos que garantam a facilidade de execução, a qualidade e durabilidade tanto das paredes de adobe quanto os outros subsistemas que compõem uma habitação;
- b) Capacitar previamente os assessores para desenvolver estratégias de transferência de tecnologia;
- c) Esclarecer e monitorar as atribuições de cada ator envolvido num caso como o estudado, principalmente em relação ao grau de responsabilidade do morador (ou quem constrói), nas tomadas de decisões.
- d) Assim, pareça obvio, não deve-se produzir adobe nem construir uma casa com este material (assim como outras técnicas similares) em época de chuva. Se por extrema necessidade acontecer, devem se tomar medidas emergenciais para a casa não colapsar, protegendo suas paredes de adobe e, porém, a vida das pessoas envolvidas.
- e) Embora este tipo de casa não deva ser construída em época de chuva, os detalhes construtivos que irão ser executados devem considerar a possibilidade da casa ser atingida por chuvas e os ventos fortes.
- f) Em relação ao projeto geral da construção das casas no assentamento rural, - embora não sejam todas de adobe -, deve conseguir separar as condições técnicas necessárias (cronogramas e projetos arquitetônicos) para a construção de uma casa de adobe e uma casa que use outro material convencional.

2.2.2. O “CASO B2”

Da mesma maneira que no Caso A, a habitação deste Caso B2 também ficou em pé, porém tem se estruturado seguindo as etapas de produção de adobe, elevação da parede e as interfaces da parede de adobe com diferentes sub-sistemas construtivos.

2.2.2.1. Produção do adobe Caso B2

No projeto geral, foi calculado o número aproximado de 3.500 adobes para construir toda a casa. No Caso B2, por ter sido ampliada a área e fechado a varanda, foram usados 4.432 adobes somando-se os adobes especiais (adobe canaletas, elétrica e pilar) e os adobes normais. Foram produzidos ao todo em torno de 4.800 unidades, mas desperdiçou-se com adobes que tomaram chuva e não tinham boa qualidade, e também com os adobes que fizeram parte dos experimentos para encontrar um traço ideal, sobrando por fim alguns. Esses 4.432 adobes tinham as seguintes características: 1.636 foram produzidos com traços (proporção não era em volume) de 6:1:1 e 7:1:1 (carrinhos de solo : saco de cimento: carrinho de casca de arroz) e 7:1:1 (carrinhos de solo : saco de cimento : carrinho de areia); 374 foram produzidos com o traço 5:1:1 (carrinhos de solo : saco de cimento : carrinho de casca de arroz) para as 2 primeiras fiadas; 240 foram produzidos para a instalação elétrica, 128 para o adobe canaletas e 80 para o adobe pilar com o mesmo traço das primeiras fiadas (ver interface com as instalações); e 1974 adobes com traço de 1:1 aprox. (solo : esterco de gado). Como a terra do próprio lote do morador não era adequada para produzir adobe, buscaram-se cinco caminhões de terra mais argilosa do trecho da rodovia SP-333. Os adobes foram produzidos no próprio lote. Em um primeiro momento, antes de construir a fundação de pedra, a assessoria promoveu a construção de estrutura simples de bambu para cobrir os adobes produzidos no chão. Em um segundo momento, e depois de quase um ano e meio, a fundação foi terminada e daí começaram a produzir os adobes em cima de um plástico.

Em seguida se resgata um pequeno histórico sobre os ensaios e as características dos adobes usados, assim como o adobe produzido com cimento e o início da produção de diferentes tipologias de adobe.

2.2.2.1.1. Histórico e ensaios de resistência à compressão do adobe

Após as dificuldades do grupo alternativo e o lento afastamento do morador do Caso B2 desse grupo, a produção dos adobes para este caso dividiu-se em dois períodos.

O **primeiro período**, contempla a época em que o morador ainda participava do grupo alternativo e simultaneamente começava a produzir os adobes no seu próprio lote, com o solo mais argiloso trazido do trecho da rodovia SP-333, que estava em processo de ampliação. Neste mesmo período e durante quase um ano e três meses aproximadamente (de outubro 2007 até dezembro de 2008) o morador produziu de 2.237 adobes estabilizados somente com esterco de gado. Para esta primeira produção individual foram levados quatro caminhões de solo argiloso da rodovia SP-333 (20m³ aprox) e dois caminhões de esterco (10m³ aprox.) do lote de um amigo do morador do próprio assentamento. Nesta época também tinha sido adiantada a etapa da fundação em pedra da casa. Os adobes produzidos até esse momento, usaram um traço (medida em volume) de 2 de terra e 1 de esterco, aproximadamente, pois, segundo o morador, as proporções eram feitas meio no sentimento. Foram usadas duas formas de madeira de três adobes, com medidas internas de 30cm x 14cm x 15cm de cada adobe. O esterco era deixado de molho e posteriormente misturado com o solo, usando uma enxada ao invés dos pés para o amassamento do barro. Como o esterco estava muito seco, mesmo ficando de molho, era muito difícil triturá-lo, o que provocava uma mistura pouco homogênea, além do solo também não ter sido peneirado. Para ilustrar parte do processo de produção deste primeiro período são apresentadas algumas imagens na **Figura 72**.

Durante esse mesmo período a assessoria realizou duas oficinas junto com o morador para produzir esse tipo de adobe com esterco⁶¹. A quantidade de adobes produzidos em relação ao tempo, evidenciava uma baixa produção. A principal causa era a pouca disponibilidade de tempo do morador⁶², pois ele era um dos coordenadores do assentamento e estava envolvido em várias outras responsabilidades do movimento (MST). Além disso, diferentes dos outros dois casos onde existia um núcleo familiar amplo, o morador do caso B2 morava sozinho no seu lote. Em algumas ocasiões aparecia a sua filha que ficava por algum tempo, mas não significava uma força de trabalho na produção da sua casa. Nesse período, cerca de cinco assessores-pesquisadores da universidade acompanharam os poucos trabalhos relacionados à casa, pois nesses dois anos (2007 e 2008) o maior esforço da equipe se concentrava na construção do conjunto de todas as casas do projeto (77).

⁶¹ A primeira oficina foi nos dias 6 e 7 de outubro de 2007 e a segunda oficina, no dia 20 setembro de 2008.

⁶² Por exemplo no mês de abril vermelho que é um período onde o MST, realiza varias atividades, o morador se afastava completamente das atividades de construção da casa. Algumas outras atividades que o morador realizava eram: participar de reuniões de coordenação, manifestações, atender a imprensa, coordenar o acampamento novo, era presidente de uma associação, era uma das cabeças do Assentamento Rural Sepé Tiajrau, e era chamado para discutir regionalmente os problemas dos assentamentos.

Figura 72 – Produção de adobe de solo e esterco da habitação do Caso B2. Fonte: Habis 2007

O **segundo período** da produção do adobe é quando outro assessor pesquisador se envolve mais concentrado nesta habitação de adobe (em março de 2009)⁶³ e começam a elevar as primeiras fiadas das paredes (14 novembro 2009 – época de chuva). A primeira atividade desenvolvida foi a verificação do tipo de solo que o morador possuía nesses momentos para continuar produzindo os adobes. Com isto foram feitos ensaios de distribuição granulométrica para confirmar o tipo de solo trazido da rodovia SP-333, e também o tipo de solo do próprio lote do morador (**ver Figura 73 e 74**), pois a terra argilosa estava acabando e as soluções mais possíveis para a estabilização estariam entre a casca de arroz e um solo mais arenoso (solo característico do próprio lote).

Figura 73 - Curva de distribuição granulométrica do solo do lote do Morador do Caso – B2. Ensaio e resultados de 2006 (Figura esq.)⁶⁴ e de 2009 (Figura dir.). Fonte: *Figura esq.* Habis-Obede Borges Faria 2006, *Figura dir.* Autor 2009

⁶³ É nesta data que começo com o Mestrado e, porém a minha inserção no projeto se focaliza nesta habitação.

⁶⁴ O Ensaio de Distribuição Granulométrica conjunta foi elabora no Laboratório de Mecânica de Solos do Departamento de Engenharia Civil da UNESP Universidade Estadual Paulista, campus Bauru, em coordenação com o Prof. Obede Borges faria, parceiro do grupo de pesquisa Habis. Os outros 3 Ensaios (da direita e os dois seguintes) foram elaborados no Laboratório de Geotécnica da EESC-USP.

Figura 74 - Curva de distribuição granulométrica do solo do trecho da rodovia SP-333, Caso – B2. Ensaios e resultado de 2008 e 2009. Fonte: *Figura izq.* Habis-Bruna Martins 2008, *Figura dir.* Autor 2009

A partir destes resultados verificou-se que o solo da rodovia era argiloso com uma alta porcentagem de silte e baixa porcentagem de areia, e que o solo do lote do morador era arenoso com baixo porcentagem de silte e argila. Foram ensaiadas⁶⁵ oito tipos de amostras, provenientes dos adobes já produzidos de solo e esterco e dos outros produzidos no decorrer deste segundo período (começo da elevação das primeiras fiadas) pelo morador sozinho, nas oficinas, e com presença da assessoria. Este segundo período teve quatro momentos:

No **primeiro momento** foi feito um ensaio⁶⁶ com três amostras, as quais foram retiradas aleatoriamente da primeira produção de adobes realizadas pelo morador na oficina da primeira semana de outubro de 2007 no seu próprio lote. O traço do adobe era composto pelo solo do trecho da rodovia SP-333 (solo argiloso) e esterco de gado seco. Pelas dimensões médias dos adobes ensaiados descritos na **Tabela 01**, pode-se perceber que o adobe era menor que o utilizado posteriormente. Isto ocorreu devido ao uso de uma forma de madeira de 4 adobes com medidas menores, pois naquela época estava sendo testadas opções de formas de madeira. Outra causa pode ter sido a retração pela dosagem maior de solo do que de esterco, ou ainda a probabilidade de que o adobe tenha tomado chuva e desgastado um pouco algumas das faces, pois a época de produção foi o começo das chuvas, e se passaram quase um ano para os adobes serem

⁶⁵ Os ensaios foram realizados no Laboratório de Construção Civil do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, em orientação dos técnicos do laboratório, os quais aconselharam adaptar os ensaios à NBR 7170/83 (Tijolo maciço cerâmico para alvenaria), NBR 8491/84 (tijolo maciço de solo-cimento) e NBR 8492/84 (Tijolo maciço de solo-cimento – Determinação da resistência à compressão e da absorção da água).

⁶⁶ O ensaio esteve a cargo de uma aluna de graduação, segundo ela, com pouca experiência e noção sobre os ensaios de resistência à compressão. Ela foi contatada, mas disse não se lembra daqueles ensaios. No laboratório não existe algum histórico dos registros de ensaios. Foram procurados nos arquivos do Grupo Habis e não foram encontrados registros fotográficos nem relatos que apresentem procedimentos detalhados. Só foi encontrada a planilha com os dados acima colocados na tabela.

ensaiados. As amostras de adobe foram ensaiadas inteiras, com camada de regularização superior e inferior, composta por cimento e areia fina⁶⁷. O resultado foi de 1.2 MPa como descrito na seguinte Tabela:

Tabela 01 – Primeiro ensaio de resistência à compressão de 3 amostras de adobe - Caso-B2. Fonte: Habis-Bruna Martins 2008.

Traço do adobe: 1Solo:1Esterco de Gado (aproximadamente)									
CP	Dimensões Médias (mm)			Adobe	Área de Trabalho	Data Ruptura	Carga Ruptura		Tensão Ruptura
N.o	L	A	C	Especificação	(mm ²)	(D/M/A)	TF	KN	(MPa)
1	140	135	285	A/1:1	39900	06/10/2008	4,62	45	1,1
2	140	134	280	A/1:1	39200	06/10/2008	4,80	47	1,2
3	140	141	284	A/1:1	39760	06/10/2008	4,70	46	1,2
Valor médio da resistência à compressão do Adobe/1:1									1,2

No **segundo momento** foi feito um ensaio com dois tipos de amostra. A primeira, tinha sido muito molhada pela chuva, pois esses adobes ficaram expostos sem proteção por mais de um ano, e a segunda não tinha tomado chuva, pois foram protegidos com um plástico e lona. Como era urgente elevar a parede por causa do atraso no cronograma de obras da casa, era necessário verificar se esses adobes produzidos há mais de um ano, apresentavam ainda um desempenho adequado para serem usados na elevação da parede. Foi feita uma rápida verificação. Os adobes foram pegos aleatoriamente, e o traço do adobe era o mesmo do ensaio da primeira etapa (1solo argiloso:1esterco). Pelas dimensões médias descritas nas **Tabelas 02 e 03** e pelas fotos da **Figura 75**, pode se observar que a amostra foi ensaiada inteira, e posicionada com a face da aresta maior e da menor, perpendicular à força de compressão. Em conversas com os técnicos do laboratório, eles explicaram que possivelmente as amostras foram ensaiadas dessa maneira usando-se como referência à posição de um bloco cerâmico para alvenaria (exemplo o bloco de 6 furos). As amostras foram regularizadas com argamassa de cimento e areia fina. Posteriormente foram levadas à câmara úmida por três dias com 95% de umidade. O resultado para a amostra que tomou chuva foi de 0,9 MPa como indicado na **Tabela 02**, e da amostra que não pegou chuva foi de 1,4 MPa como indicado na **Tabela 03**, o que demonstra (embora tenham sido poucas amostras) que os adobes expostos a constantes chuvas sem proteção diminuiram a sua capacidade de resistir à forças de compressão. Algumas possíveis razões desta diminuição de resistência se devem à composição do solo com significativa porcentagem de silte (31%) e que nos tipos de areia predominava a fina (20%), ocasionando baixa estruturação do solo, mal

⁶⁷ Neste primeiro momento não se acharam fotografias descrevendo o processo do ensaio.

graduado e, portanto, pouco resistente e fácil de esfarelar aos efeitos da umidade. Outra hipótese se refere ao fissuramento por causa do crescimento de bactérias e fungos devido ao contato do esterco de gado com a constante umidade (ver Figura 76). Com estes resultados foi necessário descartar a idéia de usar esses adobes nas primeiras fiadas, e estudar outras possibilidades para garantir a qualidade do adobe na construção da casa.

Tabela 02 – Segundo ensaio de resistência à compressão de 3 amostras de adobe que pegaram chuva - Caso-B2. Fonte: Autor 2009.

Traço do adobe: 1Solo:1Esterco de Gado (aproximadamente) que <i>Sim</i> pegou chuva									
CP	Dimensões Médias (mm)			Adobe	Área de Trabalho	Data Ruptura	Carga Ruptura		Tensão Ruptura
N.o	L	A	C	Especificação	(mm ²)	(D/M/A)	TF	KN	(MPa)
1	137	154	290	Sim chuva	39730	27/04/2009	4,16	41	1,0
2	140	154	290	Sim chuva	40600	27/04/2009	3,70	36	0,9
2	145	154	288	Sim chuva	41760	27/04/2009	3,98	39	0,9
Valor médio da resistência à compressão									0,9

Tabela 03 – Terceiro ensaio de resistência à compressão de 3 amostras de adobe que Não pegaram chuva - Caso-B2. Fonte: Autor 2009.

Traço do adobe: 1Solo:1Esterco de Gado (aproximadamente) que <i>Não</i> pegou chuva									
CP	Dimensões Médias (mm)			Adobe	Área de Trabalho	Data Ruptura	Carga Ruptura		Tensão Ruptura
N.o	L	A	C	Especificação	(mm ²)	(D/M/A)	TF	KN	(MPa)
1	140	153	290	Não chuva	40600	27/04/2009	5,96	58	1,4
2	145	154	290	Não chuva	42050	27/04/2009	6,30	62	1,5
3	145	150	290	Não chuva	42050	27/04/2009	6,04	59	1,4
Valor médio da resistência à compressão									1,4

Izq. a dir. Regularização da amostra. Amostra regularizada na fase superior e inferior. Máquina rompendo a amostra monitorada pelo técnico do laboratório. Detalhe da amostra sendo rompida.

Figura 75 - Ensaio de resistência à compressão de 6 amostras de adobe do Caso-B2: 3 amostras afetadas pela chuva e 3 amostras não afetadas pela chuva. Fonte: Autor. 2009.

Figura 76 - Adobes que pegaram chuva e detalhe sobre o crescimento de bactérias e fungos pelo contato do esterco de gado com a umidade. Fonte: Autor. 2009.

No **terceiro momento**, devido ao esterco de gado ter se esgotado, foi usada a casca de arroz como outra opção de estabilizante do adobe. Com isto, foi necessário realizar mais um ensaio com dois tipos de amostra: a primeira com uma traço de 3 de solo e 1 de casca de arroz e a segunda com 2 de solo e 1 de casca de arroz. Tinha sido indicado ao morador realizar mais amostras com os traços definidos, mas só foram produzidos dois de cada. Como chegava a época de chuva, (início de outubro) foi feita uma rápida avaliação dessas amostras, tendo resultados relativamente baixos: 1.0 MPa (com o traço de mais volume de solo - 3:1) como indicado na **Tabela 04** e 0.9 MPa (com o traço de menos volume de solo - 2:1) como indicado na **Tabela 05**. As amostras estiveram na câmara úmida a 95% durante três dias. Foi necessário molhar por aproximadamente 5 segundos a face superior e inferior da amostra para ter melhor aderência da camada de regularização (argamassa de cimento e areia fina 1:1) sobre o adobe. Neste caso, os adobes foram cortados ao meio, perpendicularmente à sua maior dimensão, e sobrepostos em suas faces maiores, as duas metades obtidas e as superfícies cortadas invertidas de acordo com os procedimentos da NBR 8492/84⁶⁸. A **Figura 77** ilustra estes ensaios.

Tabela 04 – Quarto ensaio de resistência à compressão de 2 amostras de adobe estabilizados com casca de arroz 3:1 - Caso-B2. Fonte: Autor 2009.

Traço do adobe: 3Solo:1Casca Arroz									
CP	Dimensões Médias (mm)			Adobe	Área de Trabalho	Data Ruptura	Carga Ruptura		Tensão Ruptura
N.o	L	A	C	Especificação	(mm ²)	(D/M/A)	TF	KN	(MPa)
1	140	270	150	3:1	21000	08/10/2009	2,30	23	1,1
2	145	276	149	3:1	21605	08/10/2009	2,06	20	0,9
Valor médio da resistência à compressão									1.0

⁶⁸ Norma para a determinação da resistência à compressão e da absorção da água do tijolo maciço de solo-cimento

Tabela 05 – Quinto ensaio de resistência à compressão de 2 amostras de adobe estabilizados com casca de arroz 2:1 - Caso-B2. Fonte: Autor 2009.

Traço do adobe: 2Solo: 1Casca Arroz									
CP	Dimensões Médias (mm)			Adobe	Área de Trabalho	Data Ruptura	Carga Ruptura		Tensão Ruptura
N.o	L	A	C	Especificação	(mm ²)	(D/M/A)	TF	KN	(MPa)
1	143	278	150	2:1	21450	08/10/2009	2,20	22	1,0
2	149	275	150	2:1	22350	08/10/2009	1,76	17	0,8
Valor médio da resistência à compressão									0.9

Esq. a dir. Amostra sendo molhada para aplicação da camada de regularização. Amostras sendo regularizadas. Amostras na câmara úmida. Amostra na máquina sendo rompida. Detalhe da amostra sendo rompida.

Figura 77 - Ensaio de resistência à compressão de quatro amostras de adobe do Caso-B2: Traços: (3 solo:1casca arroz) e (2 solo:1 casca arroz). Fonte: Autor

No **quarto momento**, devido aos resultados e as razões apresentadas anteriormente e somando outros fatores como apresentados no item **2.2.2.1.2** sobre a produção do adobe estabilizado com cimento; alguns adobes foram estabilizados com cimento, os quais foram ensaiados seguindo três traços⁶⁹ diferentes: o **primeiro** era composto por 5 carriola de solo: 1 saco de cimento e 1 carrinho de casca de arroz; o **segundo** era composto de 7 carriola de solo: 1 saco de cimento: e 1 carrinho de casca de arroz e o **terceiro** por 7 carriola de solo: 1 saco de cimento e 1 carriola de areia media).

Os adobes do primeiro traço foram produzidos no final de outubro de 2009 justamente quando começavam as chuvas. Como a primeira fiada não tinha sido ainda assentada, o objetivo fundamental desses adobes

⁶⁹ A unidade de medida dos traços deste quarto momento foi deixada da forma como o morador a realizou, de tal maneira que 1 carrinho de solo (bem cheio) equivale a 4 sacos de cimento aproximadamente (em volume), o que mudaria a leitura de 5:1:1 (solo:cimento:casca arroz) para 5:1/4:1 ou 20:1:4 (solo:cimento:casca arroz). Isto é importante, porque ajuda esclarecer a leitura do uso do cimento o qual pode criar algum tipo de impacto ou destaque no entendimento do traço.

era que fossem suficientemente resistentes aos efeitos da chuva ⁷⁰, como por exemplo, o acúmulo da água no contrapiso (internamente) e na fundação (externamente).

Como era urgente começar a construção, foi feita uma avaliação expedita desses adobes da seguinte forma:

- a) foram riscados com um prego e a superfície foi muito resistente;
- b) deixou-se o adobe cair de uma altura de 2m e não se quebrou; e
- c) colocou-se o adobe a ser testado sobre outros dois adobes que estavam separados, com o objetivo de simular um ensaio à flexão. O morador com massa média de 74kg, subiu então sobre este adobe por mais de um minuto, e o adobe não se quebrou.

Foram testes rápidos, porque não daria para esperar o ensaio de resistência à compressão. Foi decidido então usar esse traço para as duas primeiras fiadas. Como seria inviável economicamente fazer os adobes da parede completa com esse traço, foram testadas outras opções para diminuir a quantidade de cimento, que correspondem, dentre algumas outras, aos dois últimos traços deste quarto momento. No último traço foi usado areia média, porque tinha acabado a casca de arroz.

Embora não tenha sido possível ensaiar todas as experiências de adobe usando o cimento, estes três traços ajudaram a ter referências práticas do comportamento do cimento com o tipo de solo, a casca de arroz e a areia. Os adobes dos dois últimos traços foram produzidos em dezembro e fevereiro. Por esta razão, este quarto momento de ensaios só aconteceu em meados de março de 2010 para confirmar as decisões tomadas no canteiro.

Por cada um dos três traços, foram pegues 3 adobes produzidos no assentamento (totalizando 9 adobes inteiros). Os adobes foram cortados ao meio, obtendo assim, 6 metades de adobe por cada traço (a forma da metade era quase de um cubo). Destas 6 metades, 5 foram usadas para o ensaio de resistência à compressão (embora duas metades fossem de um mesmo adobe) e a metade restante foi reservada para a realização de um rápido ensaio de absorção da água adaptando a NBR 8492/84 (a qual determina a resistência à compressão e absorção da água do Tijolo maciço de solo cimento) como indicado na **Tabela**

06.

⁷⁰ Neste momento, já se sabia que uma das causas do colapso da casa do Caso – B, era a falta de resistência da primeira fiada aos efeitos da chuva.

As 5 metades por cada traço ensaiadas à resistência à compressão foram ensaiadas na umidade-ambiente (não foram colocadas na câmara úmida), mas a face superior e inferior foi molhada para que a camada de regularização (cimento e areia 1:1) tivesse maior aderência na superfície do adobe.

Tabela 06 – Ensaio de absorção da água de três amostras de adobe estabilizados com cimento, areia e casca de arroz - Caso-B2. Fonte: Autor 2009.

	M1			M2	S
Especificação	Massa seca (Temperatura Ambiente)	Massa seca a 105°C estufa/30h	Massa seca a 105°C estufa/32h	Massa saturada (26h em imersão)	Porcentagem de absorção de água
5:1:1 Solo:cimento:casca arroz	4481,7	4170,3	4165	5511,8	32,34
7:1:1 Solo:cimento:casca arroz	3936,8	3756,4	3745,5	4382,4	17,00
7:1:1 Solo:cimento:areia	4956,9	4566,4	4559,1	5804,9	27,33

Segundo a NBR 8941/84, a qual define as especificações para a resistência à compressão e absorção da água do tijolo maciço de solo cimento: “a amostra ensaiada não deve apresentar a média dos valores de absorção de água maior do que 20% nem valores individuais superiores a 22%”. Como a norma determina fazer os ensaios com três amostras do mesmo traço, neste caso os ensaios só tinham o valor de somente uma amostra (ou seja, a sexta metade). Segundo a afirmação anterior o único adobe, que se encaixaria nessas porcentagens, seria o de 7:1:1 (solo:cimento:casca de arroz), apesar do adobe 5:1:1 (solo:cimento:casca arroz) ter sido o que absorveu mais água. O que ficou na primeira fiada foram os adobes que no canteiro resistiram mais as chuvas.

O valor médio da resistência à compressão das amostras do primeiro traço (5:1:1) foi de 1,92 MPa como indicado na **Tabela 07**, o que significa que as duas primeiras fiadas da casa conseguiriam suportar o peso total da casa. Pode-se observar que as amostras no. 4 e 5, tiveram um resultado menor devido possivelmente a um vazio dentro do adobe como mostrado no grupo de fotos da **Figura 78**, ocasionado pela falta de compactação do barro na forma, ou porque a barro, às vezes, era usado com pouca quantidade de água.

Por outro lado o valor médio da resistência à compressão das amostras do segundo traço (7:1:1casca arroz) teve um resultado de 0,72MPa como apresentado na **Tabela 08**, sendo bastante diferente e abaixo do primeiro traço, pelo fato de ter menor quantidade de cimento.

Nos resultados do terceiro ensaio as amostras apresentaram resultados muito distintos como indicado na **Tabela 09**, sendo a mínima de 2.0MPa e a máxima de 5,3MPa. Este último resultado tão elevado corresponde possivelmente a um adobe que continha mais cimento ou que foi amassado por mais tempo. O mais provável é que o resultado do ensaio com este traço estivesse em torno de 2.0MPa o qual seria a média entre os adobes restantes. O ideal seria ter feito outro ensaio com adobes desse mesmo traço, mas no canteiro já tinham sido utilizados esse tipo de adobe na elevação da parede, além de não ter dado tempo para produzir amostras só com esse traço, mesmo que para a pesquisa fossem dados relevantes.

As imagens contidas na **Figura 78** ilustram o processo desses três ensaios.

Tabela 07 – Sexto ensaio de resistência à compressão de cinco amostras de adobe estabilizados com cimento e casca de arroz 5:1:1 - Caso-B2. Fonte: Autor 2009.

Traço do adobe: 5 Carriolas de Solo:1Saco de cimento : 1Carriola de casca arroz									
CP	Dimensões Médias (mm)			Adobe	Área de Trabalho	Data Ruptura	Carga Ruptura		Tensão Ruptura
N.o	L	A	C	Especificação	(mm²)	(D/M/A)	TF	KN	(MPa)
1	153	137	150	A/5:1:1	22950	19/03/2010	4,66	46	2,0
2	151	140	157	A/5:1:1	23707	19/03/2010	5,24	51	2,2
3	147	141	148	A/5:1:1	21756	19/03/2010	4,36	43	2,0
4	152	142	154	A/5:1:1	23408	19/03/2010	4,36	43	1,8
5	159	142	153	A/5:1:1	24327	19/03/2010	3,92	38	1,6
Valor médio da resistência à compressão do Adobe/5:1:1									1,92

Tabela 08 – Sétimo ensaio de resistência à compressão de cinco amostras de adobe estabilizados com cimento e casca de arroz 7:1:1 - Caso-B2. Fonte: Autor 2009.

Traço do adobe: 7 Carriolas de solo:1Saco de cimento : 1Carriola de casca arroz									
CP	Dimensões Médias (mm)			Adobe	Área de Trabalho	Data Ruptura	Carga Ruptura		Tensão Ruptura
N.o	L	A	C	Especificação	(mm²)	(D/M/A)	TF	KN	(MPa)
1	149	142	150	A/7:1:1	22350	19/03/2010	1,54	15	0,7
2	150	141	150	A/7:1:1	22500	19/03/2010	1,80	18	0,8
3	152	142	149	A/7:1:1	22648	19/03/2010	1,74	17	0,8
4	150	143	150	A/7:1:1	22500	19/03/2010	1,72	17	0,7
5	158	139	150	A/7:1:1	23700	19/03/2010	1,50	15	0,6
Valor médio da resistência à compressão do Adobe/7:1:1									0,72

Tabela 09 – Oitavo ensaio de resistência à compressão de cinco amostras de adobe estabilizados com cimento e areia 7:1:1 - Caso-B2. Fonte: Autor 2009.

Traço do adobe: 7 Carriolas de solo:1Saco de cimento : 1 Carriola de areia média									
CP	Dimensões Médias (mm)			Adobe	Área de Trabalho	Data Ruptura	Carga Ruptura		Tensão Ruptura
N.o	L	A	C	Especificação	(mm ²)	(D/M/A)	TF	KN	(MPa)
1	154	138	154	A/7:1:1	23716	19/03/2010	5,02	49	2,1
2	157	135	153	A/7:1:1	24021	19/03/2010	4,92	48	2,0
3	152	134	152	A/7:1:1	23104	19/03/2010	12,16	119	<u>5,2</u>
4	156	139	154	A/7:1:1	24024	19/03/2010	4,90	48	2,0
5	155	138	151	A/7:1:1	23405	19/03/2010	12,70	125	<u>5,3</u>
Valor médio da resistência à compressão do Adobe/7:1:1									3,32

Figura 78 - Ensaio de resistência à compressão dos adobes: A/5:1:1(solo:cimento:casca arroz); A/7:1:1(solo:cimento:casca arroz); A/7:1:1(solo:cimento:areia média) do Caso B2. Fonte: Autor

Como síntese deste histórico da produção do adobe através dos ensaios, a **Tabela 10** apresenta os resultados dos valores médios a compressão dos oito ensaios realizados no Caso B2, assim como seu respectivo traço real (em carriola para o solo, areia, e fibras vegetais; e saco para o cimento). Para se ter uma melhor leitura do traço, fez-se uma aproximação em volume, relacionando 4 sacos de cimento a 1 carriola bem cheia (que foi como se fez a medida aproximada).

Tabela 10 – Síntese dos ensaios de resistência à compressão do Caso B2. Fonte: Autor 2009.

No. Ensaio	Quant. de amostras	Traço real (solo, areia, casca, esterco=Carriola) (Cimento=saco 50kg)	Traço aprox. em volume em relação ao cimento (1/4 de carriola)	Valor médio da resistência à compressão (MPa)
1	3	1:1 (Solo:esterco)	-	1,2
2	3	1:1(Solo:Esterco gado sim chuva)	-	0,9
3	3	1:1 (Solo:esterco gado não chuva)	-	1,4
4	2	3:1(Solo:casca de arroz)	-	1,0
5	2	2:1(Solo:casca de arroz)	-	0,9
6	5	5:1:1 (Solo:cimento:casca de arroz)	20:1:4	1,92
7	5	7:1:1(Solo:cimento:casca arroz)	28:1:4	0,72
8	5	7:1:1(Solo:cimento:areia)	28:1:4	3,32 (2,0)

Os vários ensaios evidenciam dois aspectos na produção do adobe do Caso B2. O primeiro foi a dificuldade em utilizar só um tipo de adobe em relação a sua composição. O segundo foi o esforço da assessoria em buscar respostas mais técnicas às decisões tomadas no canteiro, com o objetivo também de verificar cada etapa de construção da casa em relação à qualidade do adobe, pois depois da experiência do Caso B1, a necessidade de garantir a qualidade do adobe era maior. No final da construção, a habitação do Caso B2, empregou vários tipos de adobe, buscando proteger as primeiras fiadas e usar os adobes menos impermeáveis nas paredes internas e nas partes mais altas da casa, como descrito mais na frente no item da elevação da parede. Foi usado também um adobe que não foi ensaiado, mas que utilizou um traço intermediário às amostras do ensaio No. 6 e 7, ou seja: 6,5:1:1 (solo: cimento: casca arroz). Este traço foi otimizado pelo amassamento deste barro, pois um dos problemas era que o morador não peneirava o solo e, portanto, precisava amassar com mais força usando a enxada. Outros adobes que foram produzidos, mas que não deram bons resultados foram os com traço 8:1:1, 9:1:1 e 10:1:1 (solo, cimento e casca) devido à falta de coesão e demora para secar. Quando foram produzidos, ficaram expostos à chuva por alguns dias e se desintegraram facilmente, como já tinha sido feito o de 5:1:1 (solo:cimento:casca). O ponto de comparação em relação à resistência à água era claramente percebido pelo morador (claro que se estes adobes tivessem ficado protegidos os resultados teriam sido outros). Quando começou a faltar cimento, foram feitos uns adobes com cal, mas pela demora para secar, o morador os rejeitou.

2.2.2.1.2. Produção de adobe estabilizado com cimento

A história da arquitetura e construção com terra tem mostrado que o adobe para ficar com boa qualidade e durável, não precisa do uso do cimento, embora em algumas regiões do mundo, tenha-se estabilizado com outros materiais, como apresentado por Neves et al. (2005, p13):

A estabilização da terra não é um procedimento recente: a adição de asfalto natural ou palha na produção de adobes, para diminuir a permeabilidade ou reduzir a retração, são práticas milenares e atualmente pode ser classificadas como estabilização granulométrica, por cimentação, por armação, por impermeabilização e por tratamento químico.

E também por Fundasal (2001, p16, tradução nossa)

Depois de selecionada a terra para os adobes, se faz uma identificação da proporção dos seus componentes mediante a prova do frasco de vidro (sedimentação) para posteriormente estabilizá-la com algum material local, que pode ser: areia, barro, pedra *pómez*. Também podem ser empregados estabilizantes químicos como o cimento, cal, asfalto, entre outros.

Os estabilizantes na construção com terra tem sido necessários para a otimização do desempenho de varias técnicas, como no BTC e em alguns casos na Taipa de Pilão, que usa um solo mais seco se comparado com o adobe ou a taipa de mão.

[..] Os estabilizantes produzem maior coesão do material. Vários estabilizadores são usados, dos quais o cimento é o mais conhecido. O cimento aumenta não somente a força vinculante, mas neutraliza de certa forma, o efeito de expansão e contração da argila ao que é propensa. [...] Se estima que no Novo México em 1984 [como exemplo de uso de cimento no adobe], 15% das novas habitações usaram adobe estabilizado com cimento (Verschure, H. et al. 1985, p.4, tradução nossa).

Como atualmente existem poucos exemplos de estabilização do adobe com cimento, fica uma questão importante sobre a influência de um solo, em estado plástico, estabilizado com cimento, comparando-se com o BTC que é usado um solo quase seco. Pelos dados de absorção da água apresentados no item anterior, se observou que o adobe com traço que tinha mais cimento (5:1:1) era o que mais absorveu água (32.34%) e, ao mesmo tempo, o mais resistente à chuva. Martins, Varum e Costa (2010, p.149) destacam, em pesquisa realizada sobre a influência da absorção da água por capilaridade nas propriedades mecânicas do adobe na região de Aveiro em Portugal, que:

Em relação aos ensaios de absorção de água realizados, cabe destacar que estes puseram em evidência não só a já conhecida elevada porosidade aparente de adobe mas também o caráter altamente permeável do mesmo. De fato, é fundamentalmente devido ao efeito conjugado destas especificidades construtivas do adobe, que o conFiguram como um material formado por um sistema poroso de elevada conectividade entre os poros que facilita o fluxo de água capilar.

Seguindo a afirmação anterior, podemos pensar que, além de não existir padronização dos ensaios usando estes tipos de materiais, o adobe estabilizado com cimento usado nas primeiras fiadas do caso B2, absorveu mais água devido ao cimento que não deixa o adobe contrair e, no entanto, a água contida é evaporada na secagem deixando poros no interior do adobe, os quais estão altamente interconectados, permitindo que a água penetre e circule capilarmente mais facilmente. Como o cimento aumenta a resistência do adobe cimentando as estruturas internas que conformam esses poros, o adobe, por mais que fique saturado de água, mantém essas estruturas resistindo as forças a compressão. O que em outras palavras mais simples seria: o adobe estabilizado com cimento e, mais especificamente das primeiras fiadas, pode absorver a água da chuva que não vai afetar altamente sua capacidade de resistência. No entanto é importante considerar que se este adobe absorve muita água, e os adobes que estão acima dele também absorvem, significa que o peso da parede aumenta também proporcionalmente. Portanto, é importante revestir a parede mesmo os adobes podendo resistir à chuva. Como consequência, é muito provável que estes adobes estabilizados com cimento, influenciem no conforto térmico, pois uma parede de terra crua permite que as argilas absorvam certa quantidade de umidade mantendo uma massa térmica e umidade do ambiente constante no interior da casa. Como o cimento impede esta ação de expansão e contração (que coloquialmente é chamada de respiração da parede), as argilas podem não absorver esta umidade, perdendo a sua capacidade de trocar umidade entre o interior e o exterior da casa, provocando, possivelmente a transmissão de calor mais rápido no verão e também a perda mais rápida no inverno. Com base no anterior questionamento, valeria uma pesquisa comparando o conforto térmico entre uma casa construída com adobe estabilizado com cimento e outra que usou adobes estabilizados com fibras vegetais.

O uso do cimento pode provocar dois posicionamentos: O primeiro seria em relação a um pensamento purista do uso da terra como material de construção onde se devem levar ao máximos os limites da terra, rejeitando outros componentes e, mais especificamente, de produção industrial e que gerem impactos no meio ambiente. O segundo defenderia à hibridação dos materiais para atender melhor certas adaptações de cada contexto e necessidade. Neste caso B2, o uso do cimento foi uma escolha que teve várias razões, pois no início do projeto, não estava planejado usar o cimento como estabilizante. As principais razões do uso do cimento para este Caso B2 foram as seguintes:

a) Pela chegada da época da chuva: após quase dois anos de atraso da construção da casa⁷¹, as pressões tanto por parte da Caixa Econômica Federal, do Incra, dos Assessores-pesquisadores, quanto pela própria consciência de atraso do morador, em época de início das chuvas, induziram à busca por alternativas para que a produção de adobe e a elevação da casa não fossem prejudicadas pelas chuvas. O principal problema estaria na base da parede. Para isto foram pensadas algumas opções como, por exemplo: **1)** uso de bloco cerâmico (das outras casas) na primeira fiada – opção descartada pela inviabilidade de fornecimento de apenas 200 blocos (necessários para a primeira fiada), pelo alto custo do frete. **2)** construção de uma base com a mesma pedra usada na fundação - também não foi possível pelo custo da argamassa para assentar essas pedras. **3)** aumento da largura das primeiras fiadas, fazendo com que a largura da parede fosse o comprimento do adobe. O morador não gostou da solução porque teria que produzir mais adobes. **4)** usar algum impermeabilizante nas primeiras fiadas como no Caso A. O morador não tinha recurso para comprar o impermeabilizante além de precisar cobrir todo o perímetro da parede para os adobes não molhar por cima, o que acarretaria na compra de uma boa quantidade de lona.

b) Pelo perfil do morador: o morador não gostava das várias propostas descritas anteriormente e, até esse momento, rejeitava as soluções levadas pela assessoria. Se por um lado as propostas não poderiam ser implementadas sem recurso, por outro lado, o adobe poderia ter sido produzido com mais rigor pelo morador, tomando-se alguns cuidados no processo da própria produção como, por exemplo, não deixar de peneirar a terra, amassar o barro até ficar com um aspecto homogêneo, mesmo usando a enxada para amassar (escolha do morador para não amassar com os pés), deixar descansar o barro de um dia para outro, e também usar um solo mais apropriado para a produção do adobe. Mesmo que a assessoria não possa obrigar o morador a seguir certos procedimentos, pois é ele que está desenvolvendo a habilidade de construir e produzir o adobe para a sua própria casa é necessário desenvolver estratégias de transferência tecnológica quando existem dificuldades nos diálogos e instrumentos usados para construir as soluções a partir da relação entre o assessor e o morador. Algumas frases do morador que evidenciavam o seu caráter determinado eram do tipo: *Não tem que fazer... Não precisa fazer... O que eu faço eu garanto..., eu não confio na mão de obra dos demais, eu prefiro fazer sozinho... Etc.* Entenda-se que este perfil determinado não está sendo considerado como algo negativo, apenas característico. Inclusive foi essa

⁷¹ A primeira produção de adobe foi em outubro de 2007 e em outubro de 2009 iniciou-se a produção dos adobes estabilizados com cimento.

mesma determinação que levou ao ritmo intenso de trabalho do morador que, quase sozinho, produziu os adobes e elevou as paredes.⁷²

c) Pelos preconceitos do morador: embora o morador estivesse convicto de construir sua casa em adobe, mesmo após o colapso da habitação do Caso B1, a expectativa dos moradores do assentamento e a própria expectativa do morador sobre a qualidade e durabilidade final da sua casa, criaram algumas inseguranças e medo da casa cair e, conseqüentemente, ficar exposto a *fofocas* dos outros moradores. O uso do cimento no adobe parecia aumentar a segurança do morador.

e) Pela dificuldade de lidar com um solo com alta porcentagem de silte: numa avaliação dos adobes que tinham sido produzidos com esterco, se observava que eles esfarelavam com facilidade, após os ensaios granulométricos descritos acima na **Figura 74**. Era evidente que a quantidade de Silte (componente fino do solo que não possui qualidades de coesão) tinha uma alta porcentagem (aproximadamente 30% em relação à argila e areia) e que o tipo de areia predominante era a fina (20% aprox.), o que significava um solo mal graduado, ou seja, com partículas de diâmetros similares, com pouca estrutura e falta de areia de maior tamanho. Conseqüentemente tinha que se estabilizar, mas as fibras usadas (esterco e casca de arroz) pareciam não estar contribuindo, mesmo porque o barro não era misturado homogeneamente, nem peneirado o solo e também não era descansado pelo menos por um dia. Nas literaturas não se encontravam informações sobre como estabilizar um solo com estas características, até depois de serem produzidos os adobes. Observou-se posteriormente que quando a bibliografia especializada se refere à produtos para estabilização, geralmente encontra-se o cimento e também a cal (BOTTON & BURROUGHS, 2001; DOAT et al., 1979 e outros).

f) Pela validade do cimento a ser usado em outras etapas da casa: o morador deste Caso B2, tinha recebido 12 sacos de cimento para serem usados no sistema de tratamento de esgoto e na cinta de amarração que ainda não estava sendo feita, pois a parede ainda não estava erguida. O cimento geralmente não era bem armazenado, empedrando com facilidade e, como não conseguia usá-lo nas etapas para a qual era destinado por falta de outros materiais complementares, o morador corria o risco de perdê-lo. Mas, por que o morador recebeu cimento para executar uma etapa que ainda não estava nem podia realizar? Algumas respostas se relacionam com a liberação do recurso para todas as 77 famílias

⁷² Algumas vezes o morador trocava trabalho na casa dele por comida ou até por algum pouco dinheiro, com os acampados do MST que estavam perto do assentamento.

executar a mesma etapa construtiva e ao mesmo tempo, sem levar em conta que cada família pode ter um ritmo de trabalho diferenciado, onde algumas vão estar mais atrasadas que as outras.

Para aproveitar então este cimento e pela falta de outros materiais e soluções viáveis, se decidiu usá-lo para estabilizar, num começo, somente os adobes das primeiras fiadas, mas como a qualidade do adobe melhorou em relação a sua resistência à chuvas, o morador, por segurança produziu mais adobes com diferentes traços como descrito acima no item 2.2.2.1.1. Ao todo foram gastos 15 sacos de cimento, que custaram aproximadamente R\$ 300,00 e que contrapunham à idéia de comprar uma lona para cobrir os adobes, caso eles não fossem estabilizados com cimento.

*A grana que eu vou gastar comprando lona, melhor a uso comprando o cimento!*⁷³

Não daria para ter um valor aproximado do custo de todos os adobes, pois os traços foram diferentes. Inclusive o morador usou casca de arroz e areia que ele tinha comprado com recurso próprio.

Por causa dos itens a,b,c,d e f, foi usado o cimento neste caso, que a princípio parecia um grande problema, mas na realidade foi uma oportunidade para poder terminar a casa e resistir à época de chuva. Algo que pudesse talvez ter sido evitado se as condições tivessem sido outras, seriam: não construir em época de chuva; não perder material como o cimento; definir antes do projeto o tipo e a quantidade de solo a ser usado para produzir uma casa; maiores detalhamentos técnicos do projeto geral; e, rigor no processo de produção do adobe sem cimento (solo:esterco). Seria mais recomendável não utilizar o cimento para estabilizar o adobe em proposta para produção de habitação com baixos custos e materiais mais sustentáveis, embora neste caso o mais sustentável tivesse sido usar o cimento.

Processo de produção do adobe estabilizado com cimento

O processo para produzir este adobe começou com a produção para as primeiras fiadas. Esse primeiro momento teve duas dificuldades principais: a primeira, em relação à consistência do barro, pois a tendência dele era secar mais rápido que um adobe normal sem cimento; e, a segunda, o esforço físico para destorroar a terra (que geralmente ficava um pouco úmida por causa das chuvas) que se misturava com o cimento e a casca de arroz ou a areia, como mostrado na **Figura 79**.

As misturas dos primeiros traços tinham sido feitas a seco com pouco rigor. O morador foi percebendo que era necessário misturar mais tempo e vigorosamente para quebrar os torrões, pois ele não tinha seguido a

⁷³ Depoimento do morador do caso B2.

orientação da assessoria de peneirar o solo (etapa que teria diminuído o esforço no amassamento com a enxada).

O processo de mistura e amassamento se assemelhava ao processo de uma argamassa convencional de cimento e areia, talvez pela familiaridade do morador com o processo de uma construção convencional. Para entender melhor o processo de produção deste adobe, na **Figura 80** são apresentadas as nove etapas que caracterizaram sua produção, exemplificando o traço usado para os adobes das duas primeiras fiadas. A **Figura 81** contém 16 imagens que ilustram o processo todo de produção dos adobes estabilizados com cimento.

Figura 81 - Produção geral do adobe estabilizado com cimento. Caso B2. Fonte: Autor 2009 e 2010

.Figura 80 - Exemplo de produção do adobe estabilizado com cimento em proporção (não em volume) 5:1:1. Caso B2. Fonte: Autor 2011

Figura 79 - Torrões formados pelo solo estar pouco úmido, não peneirado e misturado com cimento; e adobe com arestas irregulares. Caso B2. Fonte: Autor 2010

Vantagens e desvantagens da produção do adobe estabilizado com cimento

As principais **vantagens** do uso do cimento na produção do adobe para a habitação do Caso B2, foram as seguintes:

- a) Secagem mais rápida. O adobe pode ser usado na construção da casa em menos tempo (3 a 4 dias) se comparado com um adobe normal (10 a 15 dias aprox.);
- b) A produção de adobe era rápida, pois não precisava deixar descansar o barro de um dia para o outro;
- c) Os adobes podiam ser produzidos em época de chuva;
- d) O cimento aumentou a confiança do morador em relação a durabilidade e resistência da casa, diminuindo o preconceito com o uso da terra como material de construção;
- f) A parede pode ficar mais tempo exposta às chuvas sem precisar protegê-la;
- g) Pode ser usado nas interfaces com as janelas e portas, assentando este adobe nos contornos dos vãos para depois parafusar os batentes;
- h) Aumento da sua resistência à compressão - pode suportar mais peso na parede. (Neste Caso B2, o morador elevou 3 fiadas a mais por causa dele querer um pé direito maior, pois o desejo dele era colocar forro plano e não inclinado como proposto pelo projeto geral das 77 casas. Esta mudança, estaria acrescentando mais peso na parede, o que poderia tal vez, ter debilitado mais os primeiros adobes feitos com solo e esterco e ainda pego chuva);
- i) Não apresentava alta porcentagem de retração, mantendo o volume dos adobes mais constante. O que poderia, talvez, facilitar a execução de um projeto de modulação dos adobes na parede.

j) Podia ser mais compatível com argamassas a base de cimento, como por exemplo, para tampar os rasgos feitos para as instalações hidrosanitárias e nas argamassas acrescidas com impermeabilizante para assentar os azulejos nas áreas úmidas.

As desvantagens do adobe estabilizado com cimento foram:

- a) Pouco tempo de manuseio do barro. Se não se realiza um procedimento rápido, corre-se o risco de perder o barro e, conseqüentemente, todo material, significando perda de tempo e dinheiro;
- b) Quando manuseado o barro com as mãos sem proteção como, por exemplo, na moldagem dos adobes, a pele sofre ressecamentos. Por isto é necessário usar luvas;
- c) Nas laterais da forma de madeira, podem ficar partículas de cimento, que quando secas, podem dificultar a desmoldagem dos próximos adobes. A forma deve ser bem limpa, implicando um pouco mais de tempo no processo;
- d) Se consome mais água, pois é necessário manter bem hidratado o barro para poder moldar os adobes, assim como também é necessário curá-los depois de moldados;
- e) Foi preciso produzir em cima de um plástico para o adobe não grudar no contrapiso da casa;
- f) Como o barro perdia parte da sua plasticidade, e formavam-se grumos, era necessário fazer um esforço maior de esmagamento ou compactação do barro na forma, pois podiam ficar vazios no interior e as arestas do adobe irregulares como apresentados na ultima fotografia da **Figura 79**.
- g) Quando o adobe não era curado corretamente, as superfícies do adobe se ressecavam mais rápido que o interior, podendo retrain rapidamente e até esfarelar, pois a casca de arroz também fazia com que o adobe secasse mais rápido.
- h) O uso do cimento aumentou os custos da obra. A **Tabela 11** apresenta uma exemplificação sobre o custo do adobe 5:1:1 (carriolas solo: saco cimento:casca arroz) que foi usado para a primeira fiada.

Tabela 11 – Exemplo de custos necessários para produzir 130 adobes estabilizados com cimento com traço de 5:1:1 (5 carriolas solo:saco de cimento:casca arroz)- Caso-B2. Fonte: Autor 2011.

ITENS	Condições	Quant.	Valor	Total item
Mão de obra	1 dia de trabalho é igual a duas amassadas de 65 adobes. Total adobes produzidos num dia: 130.	1 pessoa com bom ritmo de trabalho (tomando como exemplo o próprio morador)	R\$ 50,00	50,00
Cimento	O valor não incluiria frete, ou combustível de levar o cimento até o assentamento.	1 saco de 50 kg	R\$ 20,00	20,00
Terra e água	Neste caso a terra e a água não seriam compradas	5 Carriolas bem cheias de terra	R\$ 0	0,00
Casca de arroz	4 balaio = 1 carriola bem cheia aprox.	4 balaio	R\$ 3,00	12,00
TOTAL				R\$82,00

Considerando os valores apresentados na Tabela anterior, o custo necessário para produzir 130 adobes (foi o melhor rendimento do morador), em um dia, é de R\$ 82,00, o que significa que cada adobe pode custar cerca de R\$ 0,63 (63 centavos de Real). Se, por exemplo, o morador tivesse produzido os 4.432 adobes com o traço 5:1:1 para construir sua casa, o custo teria sido de R\$ 2.792,00 aprox. Se o morador tivesse comprado a terra (a terra foi levada de graça por caminhões da prefeitura de Serra Azul), o valor seria maior ainda. A água é uma variável difícil de quantificar, pois o morador a comprava para plantação, fazer comida, etc., e a água usada para os adobes variou muito, porque às vezes a argamassa secava mais e precisava de mais água, outras vezes quando chovia, então não precisava curar os adobes, e assim por diante.

Outro cenário possível seria ter uma situação melhor com pelo menos duas pessoas trabalhando num ritmo normal, e produzindo a mesma quantidade de 130 adobes por dia (os 130 adobes custariam então R\$ 132,00). Então o custo por adobe seria cerca de R\$ 1,00 aprox. O que significaria que para produzir todos os adobes com esse traço, o custo total teria sido de R\$ 4.432,00 (sem considerar a porcentagem de adobes rejeitados ou perdidos).

O cenário mais econômico seria não considerar o custo em dinheiro da mão de obra, não contabilizando então a força de trabalho do morador. Porém, o custo para produzir os 130 adobes 5:1:1, seria de R\$ 32,00, ficando R\$ 0,25 (25 centavos) por adobe. O que significa que para produzir todos os adobes da casa, com essas características, o custo seria de R\$ 1.108,00 aprox.

Para a mesma tipologia da habitação deste caso (sem as ampliações que o morador fez), assim como a do caso B1, eram necessários 2610 (2500 blocos completos e 110 blocos canaleta) blocos cerâmicos estruturais de 14cm x 19cm x 29cm, cujo custo unitário era de R\$ 0,80. O custo total desses blocos era então de R\$ 2.088,00 (valores de abril de 2008).

Como o morador deste Caso B2 ampliou a casa a comparação com aqueles 2610 blocos cerâmicos, referente a um projeto menor, não seria equilibrada, porém, na realidade se precisariam de 3671⁷⁴ blocos cerâmicos para construir uma casa do mesmo tamanho que a do morador do Caso B2; isso quer dizer que esses 3671 blocos cerâmicos custariam então R\$ 3.230,48.

Se comparados estes novos valores do bloco cerâmico com os adobes estabilizados com cimento a diferença é grande se pensamos nas seguintes três situações:

A primeira seria quando é o morador (sem levar em conta o valor “econômico” da mão de obra) quem produz os adobes, pois desta maneira: se os 4432 adobes estabilizados com cimento custam então R\$ 1.108,00 e os 3671 blocos cerâmicos custam R\$ 3.230,48, o morador conseguiria poupar **R\$ 2.122,48**

A segunda seria quando se levasse em conta o valor da mão de obra de somente uma pessoa para produzir os adobes, pois desta maneira: se os 4432 adobes estabilizados com cimento custam então R\$ 2.792,00 e os 3671 blocos cerâmicos custam R\$ 3.230,48, o morador conseguiria ainda poupar **R\$ 438,48**.

A terceira seria quando se levasse em conta o valor da mão de obra de duas pessoas para produzir os adobes, pois desta maneira: se os 4432 adobes estabilizados com cimento custam então R\$ 4.432,00 e os 3671 blocos cerâmicos custam R\$ 3.230,48, o morador já não conseguiria poupar, tendo que pagar ainda uma diferença de - **R\$ 1.201,52**.

As situações anteriores indicam que o ganho maior esta, diretamente relacionado a não contratar mão de obra para a produção dos adobes, embora na segunda situação, ainda tenha se evidenciado um ganho quando é pago somente a mão de obra de uma pessoa. Na terceira situação podemos observar que produzir os adobes contratando duas pessoas é bem mais caro que o custo dos blocos cerâmicos.

⁷⁴ Este número foi obtido a partir da quantidade de adobes que cabem na área total da parede, sendo: 4432 adobes igual a 212,91m² de parede do Caso B2; 2610 blocos cerâmicos estrutural igual a 151,38m² de parede do projeto original sem considerar a ampliação da habitação do Caso B2; e porém 3671 blocos cerâmicos estrutural igual 212,91m² das paredes considerando a ampliação da habitação do Caso B2.

Como um cálculo aproximado, considerando apenas o material; os adobes feitos somente com terra e esterco (sem usar o cimento), no traço 1:1, usados nas paredes internas e nos oitões, tiveram custo zero, pois a terra e o esterco foram dados de graça. Nesse caso a comparação com os R\$ 3.230,48 do custo dos blocos cerâmico estrutural seria bem relevante num projeto que busca os baixos custos.

Por fim, o uso do cimento pode aumentar os custos da casa. No entanto, a grande diferença está na mão de obra, quando se paga tanto uma pessoa quanto duas, ou quando o esforço do morador é quantificado economicamente, pois a questão não é que o adobe é barato ou não vale nada quando o morador o produz. A questão a ser levantada é sobre a quantidade de esforço físico na produção do adobe e de alguns valores agregados como a água, a comida, e até a própria terra, necessários para produzir esses adobes.

Para os cálculos anteriores em relação à comparação do bloco estrutural (cerâmico) e o adobe estabilizado com cimento e casca de arroz, não se levou em conta a argamassa de assentamento, o que podem variar os valores. É necessário também comparar os valores dos reforços estruturais das paredes, como o aço, o concreto da cinta de amarração, as peças das interfaces com as janelas e portas, e as que possam ser necessárias para a estabilidade da parede toda.

Por fim a este item do adobe estabilizado com cimento podemos considerar dois últimos aspectos:

O **primeiro** é relacionado à possibilidade de desenvolver alguma pesquisa sobre a relação do BTC e o Adobe estabilizado com cimento, pois a diferencia do BTC que precisa de prensa e um determinado grau de umidade para produzir o tijolo, o adobe só precisaria de uma forma de madeira mas um grau de umidade maior. Isto seria só dois exemplos de comparação, mas valeria a pena encontrar outros aspectos similares e diferentes para poder propor novos caminhos da arquitetura e construção com terra.

O **segundo** é relacionado à importância de entender que neste caso foram as varias condições do contexto do projeto, que levaram ao uso do cimento, e embora tenha sido uma oportunidade para a construção da casa, não quer dizer que as casas de adobe sem cimento não tenham excelente qualidade, ao contrario disso, é a falta de cuidados, planejamentos, conhecimento da técnica e até a própria falta da tradição construtiva que não permite implementar a tecnologia de adobe com seus valores e essência que a caracteriza, não é em vão que a arquitetura e construção de terra é milenária e que um dos seus principais sistemas construtivos esta baseado no adobe.

2.2.2.1.3. Adobes especiais

Na mesma época, que foram produzidos os adobes estabilizados com cimento, a assessoria desenvolveu varias idéias sobre como melhorar as interfaces do adobe com os outros subsistemas da casa. Aproveitando a produção do adobe, foram adaptadas duas formas de três unidades que o morador usava para produzir os adobes. O primeiro passo foi o melhoramento das laterais internas da forma de madeira, pois, geralmente, para que o barro não grude nessa forma, após limpá-las e molhá-las, era colocada areia nessas laterais internas para o adobe escorregar mais fácil. Como às vezes não se tinha areia e esta atividade significava mais uma etapa e, conseqüentemente, mais tempo, foi colado um polietileno branco de 1mm, nas faces internas para que, ao contato com a umidade, o barro escorregasse mais fácil. Isto resultou em uma melhora, mas mesmo assim a forma de madeira tinha que ser molhada constantemente.

Em seguida foram feitas algumas propostas para desenvolver adobes especiais para melhorar as interfaces com as instalações tubulares (hidrosanitárias e elétrica). Como as instalações hidrosanitárias se localizavam em poucas áreas da casa (cozinha e banheiro), e também porque não deu tempo para fazer mais adaptações nem produzir formas novas, não se produzindo adobes especiais para estas instalações. Somente foi possível desenvolver os adobes para interface com a instalação elétrica, e mais dois tipos chamados de *adobe canaleta* e *adobe pilar*.

Os adobes pilar e canaleta

Antes de adaptar as formas de madeira para produzir estes dois adobes especiais, a assessoria tinha sugerido ao morador varias idéias para realizar a cinta de amarração da casa, pois segundo o projeto original e como foi feito no Caso B1, a cinta de amarração era uma viga perimetral de 15cm x 15cm, a qual tinha que ser concretada com dois aços precisando de muita madeira para construir as formas que serviriam de molde para verter o concreto da cinta de amarração.

Como o morador tinha pouco recurso financeiro, foi pensada uma maneira para adaptar a forma de madeira existente, para produzir estes adobes. Enquanto a assessoria desenvolvia alternativas para realizá-las com o morador, ele tentou produzir um adobe canaleta, colocando uma peça de madeira, de forma mais ou menos trapezoidal, para moldar a cavidade no adobe onde seria concretada a cinta de amarração. Este experimento do morador não deu certo por três razões: a primeira porque o pedaço de madeira, além de não ser muito regular, tinha arestas, provocando o caminho das fissuras; a segunda porque a madeira aderiu ao barro do adobe; e a terceira porque a peça de madeira era simplesmente

colocada na metade longitudinal do adobe pelo morador. Por causa das duas primeiras razões citadas o adobe quebrou pela metade. A consequência da terceira razão era que se juntados vários adobes canaleta em linha reta, as cavidades não iriam coincidir uma com a outra, provocando fissuras e até o rompimento do concreto da cinta de amarração.

A assessoria pensou uma maneira fácil para adaptar a forma de madeira existente, usando canos de PVC de 100mm (resíduos de material usados na Universidade) como apresentado na **Figura 82**. Foram feitos na Universidade desenhos e alguns cortes semicirculares na forma, e foram levados para o assentamento, para que junto com o morador a forma fosse melhorada e montada.

A idéia do funcionamento da forma para o adobe canaleta era que o cano pudesse ser retirado logo depois de moldar o adobe, mas como o cano ficava embaixo do adobe recém moldado (fresco), o cano não saía, porque o adobe pressionava o cano, mesmo porque se saísse o cano, o adobe poderia perder a forma curva, esmagando-se pelo próprio peso.

- 1 Teste falido de adobe canaleta quebrado pela metade
- 2 Forma de madeira adaptada para a produção de 2 adobe canaleta e 1 adobe pilar
- 3 Adaptação da forma junto com o morador
- 4 Empilhamento e armazenagem dos adobes pilar
- 5 Empilhamento e armazenagem dos adobes canaleta

Figura 82 - Adobes especiais: adobe pilar e adobe canaleta. Caso B2. Fonte: Autor 2011

Como a forma de madeira era de três cavidades para moldar o adobe, e precisavam-se mais adobes canaleta (128) do que adobes pilar (80), foram usadas duas cavidades para produzir o adobe canaleta e uma cavidade para produzir o adobe pilar.

O traço usado para estes adobes foi o mesmo da primeira fiada, pois o adobe pilar precisava ser forte para fazer o papel da coluna que suportava o peso da cobertura. Pela cavidade semi-cilíndrica do adobe passavam dois ferros concretados, para que o pilar, segundo o morador, ficasse mais resistente. Para que a cinta de amarração que era feita com concreto fosse mais compatível com o adobe, este também foi estabilizado com cimento. No item **2.2.2.2** Elevação da parede Caso B2 mostra a implementação destes dos tipos de adobes especiais.

Depois de terem sido realizados estes dois tipos de adobes, encontrou-se em diferentes documentos da internet e de livros, exemplos que mostravam experiências parecidas. A **Figura 83** mostra um exemplo de adobe canaleta e um adobe com o canto arredondado (sem cimento) produzido no projeto piloto de habitação em Salvador⁷⁵, e dois BTC produzidos também com formas similares.

Figura 83 - Exemplos de formas especiais de adobe e BTC. Fonte: CRATerre (Fig. Esq) e <http://www.approtechno.com/images/bloc_chainage_200.jpg> (Fig. Dir) acessado em 10 jun.2011

Adobe especial para a instalação elétrica

Este adobe e sua interface com a instalação elétrica foi mais complexo para ser desenvolvido e será apresentado no item **2.2.2.3.4** sobre a interface da parede de adobe com a instalação elétrica.

⁷⁵ Conferir. Capítulo 1 desta dissertação.

2.2.2.2. Elevação da parede Caso B2

Após aproximadamente dois anos de o morador ter começado a produzir os adobes, iniciou-se a elevação da primeira fiada da parede em 14 de novembro de 2010. Este mês já era época de chuva. No entanto, como explicado anteriormente, foi possível começar a elevação da parede usando o adobe estabilizado com cimento. Dez dias depois, o morador tinha conseguido elevar até a quinta fiada aproximadamente e durante os dois meses seguintes (dezembro e janeiro) alcançou até a altura da porta, executando uma verga de concreto no vão que divide o corredor da sala, e assim poder continuar elevando a parede mais alta da casa (a cumeeira).

Para amarrar as intersecções da parede foi usado o aço de $\frac{1}{4}$, dobrado a 90 graus, com comprimento para cada direção da parede entre 30cm a 70cm aproximadamente, segundo o comprimento da parede (30cm no caso da interseção de uma parede comprida e uma parede com comprimento de 1 adobe como no caso dos vãos das portas; e 60cm quando se intersectavam duas paredes compridas, como no caso de uma parede do quarto e a parede principal da fachada).

Em um dos momentos da construção o morador não tinha aço, e a assessoria tinha sugerido usar *vara de pescar* (bambu entre 1,5cm a 2,5cm de diâmetro) para amarrar as paredes. O morador conseguiu algumas varas, as quais foram colocadas para amarrar algumas paredes como no caso da parede da cumeeira. A amarração foi feita aproximadamente a cada 5 fiadas.

Pelo fato do morador ter ampliado a casa (20cm aprox. ao longo de cada lateral externa da casa), o projeto de modulação foi elaborado novamente pela assessoria. No entanto, por não coincidir os tempos do morador, por suas várias atividades, com os tempos da assessoria, que não podia viajar constantemente ao assentamento, o morador assentou a primeira fiada sem a orientação da assessoria. Como consequências, e conforme as **Figuras 84 e 85**, surgiram alguns erros técnicos, como: **a)** a falta de travamento de algumas cantos; **b)** a modulação inexata, tendo que usar adobes com medidas fora do padrão; **c)** a não colocação de argamassa na junta vertical; e também o desgaste dos adobes de solo e terra. Apesar disto, a casa foi construída e está atualmente firme e forte.

Quando o dia era muito quente, as paredes eram umedecidas constantemente para assentar as fiadas seguintes, pois o adobe estabilizado com cimento absorvia e evaporava a água com maior rapidez, se comparado com o adobe só de terra e esterco.

A área total da parede era de 212,91 m², e cada 1m² de parede correspondia a 20,44 adobes, aproximadamente. A elevação da parede toda, nas condições do morador e do projeto demorou nove meses, considerando que, no começo da elevação, foram produzidos vários adobes simultaneamente. Um mês depois de elevar a parede até o oitão a casa foi coberta⁷⁶.

A estratégia principal para usar os dois tipos de adobe (o estabilizado com cimento e o estabilizado com esterco) era que, a parede de adobe estabilizado com cimento ficasse no perímetro externo da casa para protegê-la das chuvas, e posteriormente elevar as paredes internas e as dos oitões com o adobe estabilizado com esterco que não resistiria à umidade, pois pela falta de recursos as paredes demorariam para ser revestidas. As imagens das **Figuras 86, 87 e 88** ajudam a ilustrar o processo geral de elevação da parede, inclusive a implementação do adobe canaleta e pilar. Respeito à etapa da elevação da parede considerando a instalação elétrica, será mais detalhada no item **2.2.2.3.4**.

Figura 86 - Processo geral da elevação da parede. Caso B2. Fonte: Autor 2009 e 2010

⁷⁶ Durante o mês de julho e parte de agosto, foi organizado um estágio, coordenado pelo autor deste trabalho, com o propósito de agilizar a construção das três casas que usavam terra como material principal. Nesta época o grupo Habis, mais 4 estagiários da EESC-USP, formaram a equipe que motivou, junto com a vontade do morador, o fechamento da cobertura da casa de adobe, assim como, avanços significativos nas outras duas casas. Como a Caixa não tinha liberado o recurso para continuar as obras com as casas alternativas, o grupo assessor teve que usar recursos econômicos de pesquisa para poder bancar as viagens, as oficinas, e até alguns materiais para a obra destas três casas alternativas para não ficar parada durante esse período. Após o estágio, foram organizadas outras oficinas nas outras duas casas alternativas.

Figura 87 - Implementação do adobe canaleta na etapa de elevação da parede. Caso B2. Fonte: Autor 2010

Figura 88 - Implementação do adobe pilar na elevação da etapa de parede. Caso B2. Fonte: Autor 2010

Figura 84 - Falta de travamento das interseções da parede. Caso B2. Fonte: Autor 2009

Figura 85 - Paredes no momento de chuva. Caso B2. Fonte: Autor 2011

2.2.2.3. Interfaces da parede de adobe com outros subsistemas construtivos do Caso B2

Embora a casa ainda não esteja totalmente terminada, a seguir são apresentados cinco tipos de interfaces, da mesma maneira como foram apresentadas no Caso A desta dissertação.

2.2.2.3.1. Interface da parede de adobe com a fundação

A fundação foi executada da mesma maneira que no Caso B1. No entanto, houve uma melhoria das primeiras fiadas com o adobe estabilizado com cimento, como descrito nos itens anteriores.

A fundação foi feita com pedra encaixada uma na outra, e vertido uma argamassa líquida de cimento e areia para tampar alguns espaços que ficavam entre as pedras para, segundo o morador, evitar que permanecessem alguns bichos.

A fundação precisou de uma forma de madeira, para acomodar as pedras e ficou enterrada aproximadamente 20 cm e acima do chão ficou com 50 cm, afastando desta forma a base da parede de adobe do nível do chão de terra, tanto para evitar a umidade da chuva, como a provocada pela ação da capilaridade.

Foram colocadas barras de aço no perímetro todo da fundação para ajudar a distribuir uniformemente o peso da parede. Posteriormente se executou o respaldo à base de cimento, areia e impermeabilizantes, para cobrir o aço e para nivelar o perímetro todo da fundação.

Como a fundação estava 50 cm acima do nível do chão, foi necessário aterrar os espaços internos, socando-a posteriormente para compactar a terra. Depois foi colocada uma camada de 8 cm aproximadamente de brita, e posteriormente outra com cimento e areia para terminar o contrapiso.

Foi vantajoso executar o contrapiso antes de produzir os adobes estabilizados com cimento, porque facilitou: a secagem; a organização do canteiro; o empilhamento dos adobes; e, ficava perto das paredes que iriam ser elevadas, diminuindo o esforço para carregar os adobes. A **Figura 89** apresenta as imagens que ilustram esta interface.

Figura 89 - Interface da parede de adobe com a fundação. Caso B2. Fonte: Habis 2007 e Autor 2010/11

2.2.2.3.2. Interface da parede de adobe com as portas e janelas

No projeto original, não existiam especificações amplamente detalhadas sobre esta interface, apenas se considerava a cinta de amarração como o elemento perimetral que, além de amarrar parte das paredes, suportaria as paredes acima dos vãos das portas e das janelas. Neste Caso B2, pelo fato do morador ter decidido aumentar em mais três fiadas a altura da parede, a cinta de amarração não passava mais, logo acima dos vãos das portas e janelas. A solução adotada pelo morador foi passar dois aços entre os blocos acima dos vãos que, segundo ele e como às vezes se faz com o sistema de bloco cerâmico, agüentariam o peso dos adobes sobre as portas e janelas. A assessoria tinha explicado que esta solução não era a mais correta, pois na habitação do Caso A tinham acontecido problemas, porque o peso do adobe não era suportado nem pelos aços, nem pelo batente proposto pelo projeto geral.

Após ter elevado duas a três fiadas acima de alguns vãos, o problema se tornou evidente, quando os adobes começaram a ceder. Isto acontecia mais rápido, porque não se tinha colocado a argamassa de junta vertical, o que fazia com que os adobes não se sustentassem um no outro.

O morador percebeu este problema e resolveu colocar um montante central para que o problema não aumentasse. O caráter determinado do morador não atendia as sugestões da assessoria. A assessoria apresentou várias alternativas, como: **a)** seguindo o exemplo de uma das casas do assentamento que tinha colocado, acima do vão das janelas, dormentes de madeira de um antigo trilho de trem, sugeriu-se buscar algumas dessas peças em uma área próxima ao assentamento, onde se encontravam os dormentes. Como o morador não tinha dinheiro para ir buscar estas peças com camionete e, mesmo porque, pegá-las parecia uma prática ilegal, esta idéia não foi aceita; **b)** outra solução seria produzir vergas de concreto, mais a questão era também a falta de dinheiro para os materiais; **c)** revisando a literatura, assessoria verificou que a solução mais adequada era colocar peças de madeira ou construir arcos. Então, foi proposto ao morador a construção de arcos, inclusive com o mesmo adobe, mas com dimensões diferentes. O morador não aceitou por precisar de mais tempo para produzir os arcos e porque ele não acreditava muito que o arco feito de adobe fosse agüentar o peso da parede. Então foram colocadas para o morador duas situações:

A **primeira** era solucionar o problema nos vãos onde os adobes já tinham se desprendido. Como não tinha recursos, o assessor procurou resíduos de madeira na universidade, encontrando algumas peças de madeira de pinus, com 5 cm de largura, 12 cm de altura, e vários comprimentos que limitavam seu uso. No

entanto, foram usadas peças com comprimento de 1,50m para as janelas e de aproximadamente 1,10 para as portas. As fotos observadas na literatura indicavam que a peça de madeira deveria apoiar em cada lado da parede em pelo menos 30 cm. Como o comprimento da peça achada sobriaria apenas 15 cm de cada lado, decidiu-se deixar os aços que estavam nesta altura e preparar uma argamassa a base de terra, areia e cimento, para ampliar o comprimento da verga e também a sua altura, pois a altura da peça de madeira era somente de 10 cm e o adobe era de 14 cm, mais a altura da argamassa de assentamento.

O procedimento para realizar esta reforma, como ilustrado na **Figura 90** foi: **a)** retirar dos adobes que tinham cedido acima do vão; **b)** colocar três vergas de madeira acima do vão apoiadas em cada lado da parede; **c)** pregar com um pedaço de madeira as três peças de madeira da vergas para elas não se separarem uma da outra; **d)** montar uma forma de madeira para verter a argamassa de terra, areia e cimento; **e)** preparar a argamassa e derramar dentro da forma de madeira acima das vergas; **f)** homogeneizar a superfície da argamassa; **g)** deixar secar a argamassa, **h)** retirar a forma; **i)** curar com água a secagem da verga; e **j)** assentar normalmente os adobes acima da verga de madeira para continuar a parede.

Figura 90 - Problema e reforma das janelas e portas. Caso B2. Fonte: Autor 2010

A **segunda** situação era usar o arco para mostrar ao morador que com este sistema é possível substituir as vergas de madeira e os aços. Foi escolhida uma porta interior e uma janela no interior da casa para fazer a experiência. Ao invés de usar adobes para construir o arco, pois demorariam em ser produzidos, foi decidido comprar tijolo maciço para usá-los na construção do arco. A assessoria produziu uma forma semicircular de madeira, na universidade, e a montou junto com o morador nos vãos para ele ter como guia e poder assentar os tijolos maciços no contorno do arco.

Deixou-se a forma de madeira no assentamento durante um fim de semana enquanto eram trazidos os tijolos maciços. Enquanto isso, o morador decidiu seguir sua própria experiência, conhecimento e maneira de construir o arco, assentando os adobes acima de dois aços curvados. Pelos depoimentos do morador, ele sentiu certa insegurança em relação ao arco. Então a assessoria preparou um material audiovisual para explicar o funcionamento do arco, e foi feito um exemplo no chão colocando os tijolos em volta da forma de madeira para lhe mostrar de maneira didática o seu funcionamento.

Foi observado que no contorno do arco feito com o aço, a argamassa que o recobria, tinha fissurado, e alguns adobes estavam cedendo pelo peso das fiadas de adobe acima dele. Como esta era a parede mais alta e, portanto, a mais pesada, foram retirados os adobes de uma parte dessa parede para poder executar o arco segundo o planejado desde o começo.

A **Figura 91** mostra a execução de dois arcos usando o aço e a **Figura 92**, a execução dos arcos com tijolos maciços.

Figura 91 - Execução de dois arcos usando aço no Caso B2. Fonte: Autor 2010

Figura 92 - Execução de dois arcos usando tijolo maciço no Caso B2. Fonte: Autor 2010

2.2.2.3.3. Interface da parede de adobe com a cobertura

Além da ampliação da área e da altura da casa, o morador decidiu mudar a orientação da cobertura em relação ao projeto original. No projeto original eram propostos painéis de madeira pré-fabricados, os quais

tinham medidas padrões para cada uma das tipologias das casas⁷⁷. Por causa destas mudanças e pelo desejo do morador, foram feitas várias reuniões para refazer o projeto e analisar a viabilidade da sua execução, pois o recurso da cobertura era para a produção dos painéis e não para o sistema de cobertura convencional.

As razões do morador para não aceitar a cobertura proposta pelo projeto geral foram as seguintes: **a)** insegurança em relação à qualidade da madeira de pinus que fazia parte dos painéis pré-fabricados; **b)** não aceitação do sistema de fixação desses painéis pré-fabricados na parede, pois o morador argumentava que os fortes ventos podiam arrancar a cobertura. Este argumento não procedia, pois os estudos do grupo assessor mostravam que a cobertura foi projetada prevendo essas condições climáticas; e, **c)** desejo de ter um forro plano e não inclinado como proposto pelo sistema dos painéis pré-fabricados. Segundo o morador, o forro plano facilitaria a manutenção tanto do forro quanto das instalações elétricas pela possibilidade de ter espaço suficiente para entrar uma pessoa sobre este forro.

A assessoria elaborou vários desenhos junto com o morador, assim como uma maquete para visualizar os comprimentos das peças, a quantidade de madeira necessária e as interfaces com a parede de adobe. A questão principal colocada pela assessoria era de não apoiar diretamente uma peça de madeira sobre a parede de adobe para não exercer uma carga pontual no adobe. Para cumprir esta recomendação, as peças de madeira se apoiaram tanto na cinta de amarração executada com o adobe canaleta, quanto em berços e calços de madeira no perímetro das paredes. A **Figura 93** apresenta as fotos com alguns detalhes da interface:

Figura 93 - Interface da parede de adobe com a cobertura. Caso B2. Fonte: Autor 2010

2.2.2.3.4. Interface da parede de adobe com a instalação elétrica

Atualmente existem poucos trabalhos sobre a técnica do adobe que tratem de maneira minuciosa a compatibilidade entre os diferentes sub-sistemas, como as instalações que precisam de tubulações e, mais

⁷⁷ Confira. VALLE, I. M. R. (2011)

precisamente, de elétrica. Em alguns casos as soluções são resolvidas no próprio canteiro, como se fosse um procedimento óbvio. Em outros casos pode-se planejar o detalhe construtivo antecipadamente pela assessoria e mesmo pelo morador ou pedreiro que executaria esta etapa. Porém, é necessário desenvolver mais os detalhes construtivos e ampliar suas possibilidades inovadoras sempre que sejam viáveis e apropriadas pelo executor (neste caso o morador). Além disso, é necessário pensar não somente nesta interface como nas outras onde é indispensável a passagem de conduites.

O adobe, por ter a característica de ser produzido com um barro plástico e, portanto, se adaptar em vários tipos de forma, seja de madeira seja de metal, se presta para que sua configuração seja flexível e assim se obtenham diversas possibilidades que facilitam as propostas de adaptações estruturais como no caso das paredes reforçadas com varas verticais para mitigar o impacto de um terremoto onde são usados adobes com furos. Como exemplo tem-se o *Projeto de Cayalty (1995)*, onde é proposto um adobe com furos em determinadas posições por onde atravessam elementos verticais como o bambu, melhorando o comportamento anti abalos sísmicos (DOAT et al., 1979, p. 117; MINKE, 2001, p. 73).

Em algumas construções, as soluções adotadas para a compatibilização das instalações se realizam embutindo os conduites dentro ou colocando-os fora da parede. No caso da arquitetura e construção com terra, geralmente são usadas quatro maneiras: a primeira é quebrar a parede fazendo rasgos por onde vão passar as tubulações (geralmente é um método usado nas paredes maciças como a taipa de pilão e adobe); a segunda é quando existem estruturas principais, seja de madeira ou aço em forma de esqueleto por onde passa toda a rede de tubulações antes de se preencher as paredes com barro (como exemplo, o caso da taipa de mão e similarmente na técnica do fardos de palha); a terceira é quando as instalações ficam por fora da parede, chamadas de instalações “aparentes” (usadas geralmente quando tem risco de debilitar a estrutura, em caso de reformas, ou por escolha estética); e, a quarta, quando a parede é projetada com vazios por onde passam as tubulações (no caso do Bloco de Terra Comprimida com cavidades circulares ou quadradas).

A solução escolhida para o caso B2 partiu desta quarta opção, encontrando uma maneira para poder passar os conduites da instalação elétrica no interior do adobe, sem ter que quebrar a parede. A proposta de interface foi levada pela assessoria e desenvolvida junto com o morador.

As variáveis que justificaram o desenvolvimento da interface da parede de adobe com a instalação elétrica foram: **a)** Facilidade de execução da forma de madeira (neste caso, a adaptação da forma existente); **b)**

Participação do morador nas soluções propostas; **c)** Passagem dos conduites somente na vertical (adaptação do projeto da instalação elétrica proposto para todas as habitações, onde o projeto foi pensando para o uso do bloco cerâmico estrutural); **d)** Ter um espaço para colocar as caixas dos interruptores e tomadas; **e)** Proximidade da cavidade por onde passa o conduíte com as caixas dos interruptores, tomadas e de distribuição; **f)** Diâmetro da cavidade furada no adobe para ser suficiente para a passagem do conduíte; **g)** Facilidade na execução (no assentamento dos adobes, na passagem do conduíte, e na passagem da fiação); e **h)** Facilidade de interface com os outros componentes da parede (adobe canelela/viga cinta)

Forma de madeira e tipos de adobe produzidos para a interface com a instalação elétrica:

Pelo fato de não ter existido um projeto detalhado da interface do adobe com a instalação elétrica no momento em que foram produzidos os adobes para a casa toda, as formas de madeira existentes tiveram que se adaptar para poder realizar o furo no adobe por onde passaria o conduíte. Simultaneamente foram discutidas com o morador as soluções de adaptação da forma, e foi decidido perfurar verticalmente o centro da metade de um dos lados do adobe. Foi desenvolvida então, outra forma que teria a função de guia para que o furo ficasse totalmente perpendicular à base do adobe, como apresentado na **Figura 94**. Além disso, esta nova forma seria usada para produzir meios adobes. Para realizar o furo no adobe foram aproveitados alguns canos (restos de obra) que tinham sobrado da instalação hidráulica (tubo de PVC de 35mm).

Esq. a dir. Forma de madeira básica com polietileno branco nas laterais. Colocação da forma de madeira adaptada para furação do adobe. Exemplo de furação, passando o cano PVC 35mm pela mira (guia) da forma adaptada.

Figura 94 – Forma de madeira do adobe inteiro e a forma de madeira adaptada. Fonte: Autor 2010

Pretendeu-se usar uma quantidade mínima de tipologias de adobe para o processo construtivo não ser muito complexo e ser facilmente apropriado pelo morador. No entanto, a nova forma de madeira foi

destinada principalmente para produzir os adobes que eram necessários em maior quantidade (200 adobes de um furo), já que os outros tipos poderiam ser adaptados manualmente realizando-se cortes no adobe antes dele ficar completamente seco.

O adobe de um furo funcionaria de tal maneira que, usando o mesmo adobe de forma intercalada, assentando um em cima do outro e coincidindo os furos, pudesse criar um furo contínuo por onde passaria o conduíte e assim levar a fiação dos circuitos elétricos de forma vertical. Ao todo foram produzidos seis tipos de adobes como mostrado na **Figura 95**.

Os Adobes tipo At1 e At2, seriam usados nas paredes onde estariam as caixas de interruptores e tomadas. Os Adobes tipo At3, At4, At5 e At6, seriam usados na parede onde estaria a caixa de distribuição dos circuitos. Esta localização dos tipos de adobe na parede se apresenta na **Figura 96**.

Adobe tipo	Especificação	Perspectiva	Horizontal	Lateral	Frontal	Quant.
At1	De um furo para passagem do conduíte					200
At2	Com espaço para a caixa do interruptor e tomada					17
At3	Com espaço para caixa de distribuição (superior)					1
At4	Com espaço para caixa de distribuição (inferior)					1
At5	Com a metade do espaço para passagem dos conduítes da caixa de distribuição					7
At6	Com o espaço completo para passagem dos conduítes da caixa de distribuição					14

Figura 95 – Tipos de adobe usados na interface da parede de adobe com a Inst. elétrica. Fonte: Autor 2010

Figura 96 – Exemplo de localização dos tipos de adobe da instalação elétrica na parede. Fonte: Autor 2010

Por meio da **Tabela 12**, foram definidas e descritas 11 etapas as quais são ilustradas, de modo geral por meio de 12 fotografias na **Figura 97**.

Tabela 12 – Tabela da produção do adobe especial da interface da parede de adobe com a Inst. Elétrica. Fonte: Autor 2010

No. etapa	Etapa	Descrição da etapa
1	Preparação do barro	O barro usado foi o mesmo empregado na produção dos adobes que foram estabilizados com cimento descritos anteriormente.
2	Preparação da formas	As formas eram devidamente lavadas e umedecidas para o barro não aderir nas laterais. A forma adaptada não precisava de nenhum tipo de preparação.
3	Moldagem do adobe	O barro era colocado no molde de três adobes, preenchendo todos os espaços, tanto laterais quanto nos cantos.
4	Retirada do excedente do barro	O barro que sobrava era retirado com as mãos protegidas com luvas pelo fato de ter cimento na mistura. Era necessário que a superfície ficasse plana para colocar a forma adaptada em cima.
5	Colocação da forma adaptada	Após a moldagem dos adobes, colocava-se a forma adaptada que tinha dois orifícios sobre cada adobe para guiar o cano que furava o adobe. A forma era colocada em um extremo da forma dos adobes. Esta forma tinha encaixes para não sair do lugar.
6	Abertura dos orifícios	Após a colocação da forma adaptada, enfiavam-se os 3 canos (um em cada adobe) até atravessar completamente o adobe. Este cano era de PVC de $\frac{3}{4}$ " e 35cm de comprimento. A idéia inicial era que, como o cano era oco, o barro que entraria no orifício ficaria dentro do cano. Depois se observou que era melhor que o cano ficasse tampado, porque o barro que ficava no cano escorregava dentro do buraco novamente; e também porque as laterais do buraco (que era em forma cilíndrica) ficariam mais compactadas pela pressão que exercia o cano.

7	Retiro da forma adaptada	Posteriormente se retirava a forma adaptada com cuidado para não movimentar fortemente os canos que estavam dentro do adobe.
8	Secagem dos adobes	Esta etapa tinha dois momentos: o primeiro era a secagem dos adobes com os canos ainda enfiados no adobe (ver etapa seguinte); e o segundo momento era da mesma maneira que os outros adobes: virando eles para ter uma secagem mais homogênea, cobri-los por causa do sol excessivo que podia criar fissuras pelo efeito da retração, tanto no chão quanto empilhados. Por causa do cimento, era necessário molhá-los constantemente.
9	Retirada dos canos de PVC	Devido à plasticidade do adobe, o excesso de umidade do barro por ter sido estabilizado com cimento, a pressão do cano por estar tampado, e o orifício ter um diâmetro de 35mm, a tendência da cavidade era se fechar quando o cano era retirado logo depois de abrir o buraco (ver Figura 98). Por isto, era necessário deixar o cano dentro do adobe aprox. 40 minutos, até o adobe secar um pouco (secagem era rápida por causa do cimento) e o orifício se manter com a forma do cano. Depois deste tempo os canos eram aproveitados para furar outros adobes. Esses 40 minutos não era tempo perdido porque simultaneamente se estavam produzindo outros adobes. (adobe canaleta, adobe pilar e adobe normal). O cano se retirava com precaução para não alterar o tamanho do orifício.
10	Corte nos Adobes tipo At2, At3, At4, At5 e At6	Nesta etapa se usava os adobes normais que eram aproveitados ainda úmidos, pois era o melhor momento para realizar o corte onde se colocariam as caixas dos interruptores, tomadas e a caixa de distribuição dos circuitos da casa toda. Este corte se realizou com um facão e precisava ser feito com cuidado para não partir o adobe. Depois do corte deixava-se o adobe secar completamente. Obs.: No momento de executar a forma adaptada, chegou-se a pensar em adaptações para os outros tipos de adobe, mas o morador tomou a iniciativa e foi cortando os adobes com o facão, justificando que era um serviço fácil e gostoso de fazer.
11	Armazenagem dos adobes	Os adobes foram empilhados acima do contrapiso e cobertos com lona ou plástico preto.

Figura 97 – Processo de produção dos diferentes tipos de adobes da interface com a instalação elétrica. Fonte: Autor 2010

Figura 98 – Cavidade se fechando quando o cano era retirado logo depois de abrir o orifício . Fonte: Autor 2010

Em relação à etapa da elevação da parede, usando os diferentes tipos de adobes desta interfase, foram definidas 9 etapas apresentadas na **Tabela 13** e ilustradas de modo geral na **Figura 99** com 12 fotografias.

Tabela 13 – Tabela da elevação da parede usando o adobe especial da interface com a Inst. Elétrica. Fonte: Autor 2010

No. etapa	Etapa	Descrição da etapa
1	Elevação dos cantos da parede	Como os Adobes tipo At1 geralmente se localizavam em pontos médios do comprimento da parede, era necessário assentar primeiro os cantos e os cruzamentos da parede, e assim saber o espaço que ficava entre um canto e outro para posicionar os adobes de maneira intercalada.
2	Localização para posicionar os Adobes	Para que o morador soubesse o lugar exato (distância horizontal e vertical) para assentar o Adobe tipo At2 (segundo o projeto elétrico da casa), foi feita uma marca num adobe da primeira fiada com o número da fiada (verticalmente) onde se posicionaria o At2. Exemplo: a marca q3 significava que na terceira fiada, justo acima dessa marcação se devia colocar um Adobe tipo At2, onde iria uma tomada, e a partir daí se assentariam intercaladamente os Adobes At1 até chegar na cobertura. Outro exemplo era quando se marcava q3q8, que significava que na terceira e oitava fiada, se colocava um adobe At2. No caso dos At3, At4, At5 e At6, não se fizeram marcas, pois só era determinar a altura em que a caixa de distribuição ia se instalar (neste caso ficou na décima fiada).
3	Assentamento dos Adobes	Seguindo a etapa anterior, o primeiro adobe era colocado na terceira e oitava fiada. A terceira fiada era para tomada (a 30cm aprox. do nível do contrapiso), e a oitava fiada para interruptores ou/e tomadas (a 120cm aprox. do nível do contrapiso). O assentamento dos adobes se fazia com a mesma argamassa para assentar os adobes da casa toda.
4	Passagem do conduíte pelo orifício do adobe	Cada vez que se assentavam estes adobes especiais se devia passar o conduíte pelo orifício (como linha na agulha), garantindo que o conduíte ficasse o mais reto possível e sem esmagá-lo, pois se ele ficasse torto e/ou esmagado, seria muito difícil passar a fiação dentro dele. Era necessário também tampar a boca do conduíte no momento de passar pelo adobe para a terra não obstaculizar a passagem da fiação pelo conduíte.
5	Assentamento dos seguintes adobes de maneira intercalada	Após assentamento do primeiro Adobe tipo At2, o seguinte (At1) se assentava na outra direção (intercalado), coincidindo o orifício de cada adobe, pois desta maneira se podia seguir o travamento da parede. Os adobes iam sendo assentados até se encontrar com a cobertura, passando também pela viga cinta. Da mesma maneira foi feito na parede da caixa de distribuição.

6	Ajuste da cavidade do Adobe tipo At2	Após o adobe At2 (também o At3 e At4) ser assentado, em alguns dos casos era necessário ampliar o corte retangular para que a caixa se adaptasse corretamente.
7	Colocação das caixas dentro dos adobes	As caixas dos interruptores e tomadas podiam ser colocadas dentro do adobe tanto no momento de assentar o adobe At2 quanto depois de elevada a parede. O importante era que o conduíte ficasse dentro da caixa com pelo menos 10 cm para poder manusear a passagem dos fios pelo conduíte.
8	Passagem dos fios elétricos	Os fios eram passados de baixo para cima, até chegar no teto para fazer as devidas emendas com os outros fios. Esta etapa ainda não está terminada.
9	Colocação do acabamento	Até o momento já foram colocados alguns acabamentos dos interruptores, tomadas e da caixa de distribuição. A casa ainda não foi rebocada, mas deve-se considerar a espessura do reboco para dar um melhor acabamento.

Izq. a dir. Assentamento do Adobe tipo At2 com a caixa da tomada. Colocação de argamassa de assentamento acima do Adobe tipo At1. Passagem do conduíte pelo Adobe At1. Assentamento do Adobe tipo At1.

Izq. a dir. Adobe tipo At2 e At1 assentados com o conduíte passando dentro da parede conectando o interruptor e tomada. Adobes tipo At1 intercalados para coincidir o orifício por onde passa o conduíte. Adobe tipo At4 assentado. Passagem dos conduítes pelo Adobe tipo At3.

Izq. a dir. Adobes tipo At3 e At4 assentados com a caixa de distribuição embutida. Preenchimento do Adobe tipo At3 com os conduítes chegando na caixa de distribuição. Assentamento do Adobe tipo At5. Assentamento dos Adobes At3, At4, At5 e At6

Figura 99 – Processo de elevação da parede usando os adobes da interface com a instalação elétrica. Fonte: Autor 2010

Algumas outras considerações sobre a interface com a instalação elétrica são as seguintes: **a)** é recomendável elaborar um projeto de modulação das paredes prevendo a localização exata dos adobes especiais (interface com a elétrica), e garantir que o pedreiro (seja o morador ou um pedreiro contratado) siga esse projeto, pois desta maneira facilita a execução da elevação da parede sem ter que cortar os adobes; e **b)** Embora a passagem do conduíte dentro do Adobe tipo At1 não fosse difícil, mas precisava de

certa precisão para garantir o prumo ao longo do conduíte, foram aproveitados alguns Adobes At5 para ter maior flexibilidade na hora de passar o conduíte por sua cavidade ser maior, não precisando enfiar o conduíte, mas só encaixá-lo de lado.

2.2.2.3.5. Interface da parede de adobe com as instalações hidrossanitárias

A assessoria desenvolveu uma proposta de tipologia de adobe para adaptar às tubulações da instalação hidrossanitária, que consistia em adobes sem algumas arestas que colocados um do lado do outro criariam o caminho e a cavidade para colocar os canos de uma maneira superficial e não embutidos no interior do adobe. Caso acontecesse algum vazamento seria melhor romper a parede superficialmente do que quebrar a metade da profundidade do adobe. No entanto não foram desenvolvidas as formas para produzir esses adobes pelas seguintes razões: **a)** não compensaria gastar tempo e material por poucos adobes; **b)** como a elevação da parede estava num ritmo rápido, não daria para esperar a produção desses adobes; e **c)** como eram poucos canos que precisavam ser instalados, o morador afirmou que faria o corte no adobe com um equipamento elétrico de corte (maquita) que ele tinha.

As etapas para realizar a seguinte interface foram: **a)** marcação – uso de um prego para desenhar na parede a localização dos canos das instalações; **b)** cortes – execução dos cortes com uma ferramenta elétrica; **c)** instalação – montagem da instalação com as devidas conexões e teste de vazamento após 24h da colagem dos canos; e **d)** argamassa - tampar o cano dentro do rasgo com uma argamassa à base de solo, areia e cimento, nivelando a superfície da argamassa. A **Figura 100** ilustra esta interface.

Figura 100 - Interface da parede de adobe com a instalação hidrosanitária. Caso B2. Fonte: Autor 2010

2.2.2.3.6. Interface da parede de adobe com os revestimentos

Esta interface não foi desenvolvida totalmente, pois por falta de recursos o morador, atualmente (20 out. 2011) não tem conseguido revestir a sua casa. No entanto, três aspectos são importantes de destacar:

Como exemplificado na **Figura 101**, o **primeiro** foi um revestimento de proteção a base de terra e esterco que se realizou em algumas partes das paredes internas de adobe, pois esses adobes estavam expostos à chuva e estavam se desgastando rapidamente. Isto era uma boa estratégia tanto para proteger as paredes, como para aproveitar a argamassa da produção de adobes e do seu assentamento que sobrava do trabalho de um dia. Como a argamassa era acrescida de cimento, os adobes com esterco e solo ficavam então protegidos das chuvas.

Figura 101- Revestimentos para a proteção de algumas paredes de adobe de terra e esterco. Caso B2. Fonte: Autor 2010

O **segundo** aspecto foi um teste de revestimento realizado pela assessoria em conjunto com o morador o qual é ilustrado na **Figura 102**. Este teste tinha como propósito encontrar um traço a ser usado para revestir a casa toda. No dia da experimentação tinham sido definidos vários testes, mas por causa do pouco tempo do morador só foi executado um teste com o seguinte traço em volume: 6 partes de solo arenoso do lote do morador, 2 partes de pasta de cal, a qual tinha sido hidratada 2 dias antes, 1 parte de solo argiloso, que era do trecho da rodovia SP333 com que foram feitos os adobes, e 1/16 de óleo de linhaça que ajudaria a melhorar a impermeabilização. As etapas para executar o teste foram: **a)** definição do traço usando a terra local com que foram produzidos os adobes; **b)** peneiramento da terra argilosa e arenosa; **c)** mistura e amassamento vigoroso dos componentes do traço; **d)** descanso da argamassa por 2 horas; **e)** umedecimento da superfície da parede de adobe sem saturá-la de água (a superfície não pode ficar brilhante, tem que esperar a superfície ficar fosca); **f)** aplicação da argamassa de baixo para cima sobre a parede; **g)** esperar secar um pouco para homogeneizar a superfície com uma esponja; **h)** avaliar após a secagem.

Como avaliação feita pelo assessor junto com o morador, a argamassa deste teste não retraiu e possuía boa aderência na parede. Infelizmente não foi possível continuar com os testes. É recomendável realizar outros testes para ter pontos de comparação e otimizar o traço a ser implementado na casa, tanto nas paredes externas como nas internas.

Figura 102 - Teste de revestimento. Caso B2. Fonte: Autor 2010

O **terceiro** aspecto se refere ao melhoramento da superfície da parede das áreas úmidas, porque, embora o adobe tenha sido produzido com cimento, fosse provável que uma argamassa acrescida em impermeabilizante para assentar os azulejos pudesse se desprender da parede. Por causa disso, e em referencia ao Caso A, foi pregada uma tela de galinheiro com pregos e tampas metálicas amassadas, como mostradas na **Figura 103**.

Figura 103 - Melhoramento de superfície de contato entre a parede de adobe e os revestimentos das áreas úmidas (exemplo do banheiro). Caso B2. Fonte: Autor 2010

2.2.2.4. Sensibilização e formação da técnica e do canteiro da casa de adobe

Além das oficinas implementadas no primeiro período de produção do adobe, no segundo período foram realizadas várias atividades para que a formação do assessor-pesquisador e do morador tivesse ganhos

tanto no aumento de conhecimentos sobre a terra como material de construção quanto a própria produção da casa como um todo. Algumas das atividades realizadas são as seguintes:

- a) apresentação de fotografias e vídeos sobre casas construídas com terra, focando no adobe, de diferentes lugares do mundo. Foi levado o computador portátil para o lote do assentamento, possibilitando assim a apresentação tanto para o morador quanto à filha, o genro e o neto;
- b) elaboração de uma maquete em três dimensões, para visualizar a casa antes de ser construída. A assessoria pensou que esta seria uma boa estratégia para motivar o morador a dedicar mais tempo na construção da casa;
- c) como uma estratégia de coleta de dados para a pesquisa, foi capacitado o genro do morador sobre conceitos básicos em filmagem, com o propósito de registrar os avanços da construção da casa no período de dezembro a janeiro, meses de férias dos assessores. O produto desta atividade foi um caderno relatando sistematicamente algumas atividades da construção da casa, assim como uma fita de 1h30m de filmagem;
- d) exemplificações por meio de desenhos, tanto em caderno quanto na própria parede da casa (na escala 1:1) como meio de expressão das idéias tanto do morador quanto do assessor;
- e) no caso das inovações propostas nas tipologias dos adobes especiais, sempre tentou-se criar um diálogo de exemplos e avaliações de cada etapa realizada para a execução destas interfaces;
- f) junto com outro assessor do grupo Habis, foi construída uma maquete em escala pequena para poder explicar e entender as idéias do morador sobre a estrutura e interfaces da cobertura com a parede de adobe;
- h) no caso da formação do assessor-pesquisador, foram realizadas várias reuniões com a equipe do grupo de pesquisa Habis, para a tomada de decisões e solução de conflitos referentes à construção tanto do projeto geral das 77 casas, quanto do projeto da habitação de adobe. algumas fotografias que ilustram as atividades são apresentadas na **Figura 104**.

Figura 104 - Formação e educação do morador e do assessor. Caso B2. Fonte: Autor 2010

SEMELHANÇAS, DIFERENCIAS, PROBLEMAS E AVANÇOS DAS ETAPAS CONSTRUTIVAS: CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE GRUPAL

CAPITULO 3

A diferença entre sistemas construtivos onde o material da alvenaria geralmente é comprado, como, por exemplo, o bloco cerâmico, bloco de concreto, tijolo maciço etc., com as características do sistema construtivo em adobe se refere a sua produção no próprio canteiro onde vai ser construída a edificação.

Apesar da produção do adobe apresentar características diferentes conforme o contexto onde é produzido, quatro grandes etapas de produção podem ser destacadas, antes de se iniciar a construção, sendo elas:

- 1) extração do solo;
- 2) amassamento;
- 3) moldagem; e
- 4) secagem.

Estas grandes etapas podem ser divididas, ainda mais como por exemplo no *esquema de produção por dia* proposto por Carazas (2003), onde classifica a produção de adobe em 14 etapas, distribuídas em 13 dias, desde a extração do solo até chegar na grande etapa da construção, conforme é ilustrado na **Figura 105**.

Figura 105 – Esquema de produção de adobe por dia. Fonte: Carazas (2003)

A grande etapa da construção da casa, também depende de muitos fatores, como: os sistemas construtivos tradicionais de cada região; as condições naturais; as propostas arquitetônicas dos profissionais; o custo; etc.

Para a caracterização dos três casos, objeto desta dissertação, as etapas construtivas das habitações foram identificadas e categorizadas em três grandes etapas: **1)** produção de adobe; **2)** elevação da parede e; **3)** a execução das interfaces entre a parede de adobe e os outros subsistemas construtivos das casas, como apresentado no Fluxograma da **Figura 106**.

Figura 106 – Fluxograma para a caracterização do processo construtivo das habitações dos Casos A, B1 e B2. Fonte: Autor 2011

O fluxograma anterior, descreve todas as etapas que foram identificadas no processo de construção das habitações dos três casos estudados. Estas etapas, embora possam se estruturar de outra maneira, e inclusive conter mais etapas ou não em outro processo de produção habitacional, fazem parte do resultado de caracterização da essência destes três casos, o que indica que, a soma das etapas de cada um dos casos está, de alguma maneira, contemplada nesse fluxograma.

Após o levantamento das etapas construtivas e junto com os dados sistematizados de cada Caso, foram definidas algumas variáveis que auxiliaram na compreensão de cada etapa. Com estas variáveis, cada caso foi caracterizado por meio de uma **Tabela comparativa**⁷⁸ dos três Casos, seguindo a estrutura do fluxograma apresentado anteriormente, ou seja: etapas, sub-etapas, operações, variáveis e as características de cada caso.

As etapas de produção de adobe, elevação da parede e as das interfaces entre a parede de adobe e outros subsistemas construtivos, tiveram uma Tabela independente que abarca dados relevantes de modo mais geral. Posteriormente são apresentadas as Tabelas com as sub-etapas e operações de forma mais detalhada.

Questionamentos comparativos e relevantes de cada Tabela: após a apresentação de cada Tabela, e com os dados referentes a ela, se realizam alguns questionamentos e comparações que foram relevantes em relação às etapas caracterizadas. Na abordagem destes questionamentos não foram discutidas completamente todas as variáveis para não tornar o processo de análise muito repetitivo.

Método de análise da Tabela: A Tabela contém tanto dados qualitativos quanto quantitativos colocados segundo a ordem do processo construtivo das três casas, não sendo, no entanto categorizados por esta ordem. Para avaliar de modo sistemático os dados da Tabela e assim poder obter algumas evidências mais contundentes na comparação dos três casos, foi necessário desenvolver o seguinte método de análise: **a)** definição de perguntas relevantes; **b)** criação de um método visual para destacar e categorizar os dados segundo as perguntas relevantes; **c)** aplicação do método visual e identificação dos dados que respondem às perguntas relevantes dentro da Tabela objeto deste capítulo; e **d)** categorização e reagrupamento dos dados segundo as perguntas relevantes.

⁷⁸ A tabela foi elaborada como uma única peça. No entanto, para facilitar a leitura e a diagramação do trabalho, a tabela foi fragmentada segundo as sub-etapas e etapas construtivas dos três casos.

a) Definição de perguntas relevantes: a essência das perguntas se refere a quatro questões: **1)** o que foi *igual*?; **2)** o que foi *diferente*?; **3)** o que significou *problema*?; e **4)** o que significou *avanços*?⁷⁹. A partir destas questões anteriores e do desdobramento de algumas relações entre essas perguntas e os dados coletados na Tabela objeto deste capítulo, foram definidas 10 perguntas chaves que ajudam a categorizar e sistematizar de maneira mais clara os fenômenos acontecidos no processo construtivo em relação às etapas construtivas.

Estas perguntas foram as seguintes: **pergunta 1** - quais as características que foram iguais nos três casos?; **pergunta 2** - quais as características que foram iguais em 2 casos e só um caso diferente?; **pergunta 3** - quais as características que foram diferentes nos três casos?; **pergunta 4** - quais as características que significaram problema nos três casos, sendo elas iguais ou diferentes?; **pergunta 5** - quais as características que significaram problema em 2 casos e no outro caso não, sendo elas iguais ou diferentes?; **pergunta 6** - quais as características que significaram problema em 1 caso só e nos outros dois casos não; sendo elas iguais ou diferentes?; **pergunta 7** - quais as características que significaram avanços em só 1 caso e nos outros dois casos não, sendo elas iguais ou diferentes?; **pergunta 8** - quais as características que significaram avanços em 2 casos e no outro caso não; sendo elas iguais ou diferentes?; **pergunta 9** - quais as características que significaram avanços em 1 caso, problemas no outro e no último caso não; sendo elas iguais ou diferentes?; e **pergunta 10** - qual o grupo de características de cada caso que o diferenciaram dos outros?

As perguntas anteriores fazem parte de uma análise horizontal, ou seja, se referindo às características dos três casos da mesma variável apresentada na Tabela. Por outro lado, numa análise vertical, é possível encontrar, por cada caso, o grupo de características que diferenciam um caso dos outros dois.

b) Criação de um método visual para destacar e categorizar as características segundo as perguntas relevantes do item anterior dentro da Tabela já mencionada. Para criar este método foi usada a lógica procedimental, baseada nas quatro questões essenciais elencadas anteriormente. Cada questão é determinada por um destaque em cores do fundo e/ou contorno das células da Tabela. A **Figura 107**

⁷⁹ Como os projetos foram assessorados pelo mesmo grupo de pesquisa, os avanços se destacam em relação ao primeiro projeto, ou seja, o Caso A. Porém, neste caso não serão destacados com contorno verde (avanços), pois além de ser, cronologicamente, o primeiro projeto, seria necessário fazer uma comparação desse projeto com outros realizados em outros contextos e assim saber quais foram os avanços em termos de processo construtivo relacionados às etapas construtivas. É claro que o fato de ter construído esta casa num contexto de assentamentos onde foram evidenciados grandes esforços, já implica uma contribuição ao desenvolvimento de habitação rural e, portanto, considera-se que o projeto foi sim um avanço.

apresenta de forma *resumida e essencial* um diagrama mostrando a maneira como serão feitos os destaques nas células na Tabela, seguindo o princípio da lógica proposta:

Figura 107 – Diagrama resumido com a lógica para analisar a Tabela que caracteriza os três casos. Fonte: Autor 2011

Com base no diagrama-síntese anterior, a **Figura 108** apresenta outro diagrama exemplificando sua aplicação na Tabela, mostrando as relações⁸⁰ que através de uma análise horizontal e vertical ajuda a responder as 10 perguntas do item anterior.

⁸⁰ A partir da pergunta 4, (como mostrado no diagrama da **figura 108**), algumas células tem o fundo dividido com 2 cores (rosa e branco). Isto indica que as características podem ser ou iguais entre si (fundo rosa) ou diferentes entre si (fundo branco), o que implica pensar na relação das características que foram diferentes ou similares com o que significou problema e/ou avanços. É por isto que no diagrama existe uma linha pontilhada e cinza a partir da pergunta 4 (no lado esquerdo há um diagrama explicando graficamente a relação). Note-se que nas características da pergunta 5, 8 e 9, têm uma célula que não está dividida nas duas cores. Isto significa que ela é considerada como somente diferente por ser só uma, e por não ser nem um problema nem um avanço.

Figura 108 – Diagrama exemplificando a implementação do método visual que destaca e categoriza as características nos três casos, considerando as 10 perguntas relevantes. Fonte: Autor 2011

A seguir será desenvolvido o item “c”: aplicação do método visual e identificação dos dados que respondem às 10 perguntas relevantes dentro da Tabela objeto deste capítulo, sendo desenvolvido ao longo das Tabelas da produção de adobe, elevação da parede e das interfaces.

O item d) categorização e reagrupamento dos dados segundo as 10 perguntas relevantes, será desenvolvido no final deste capítulo no item 3.4.

3.1. Caracterização da etapa de produção de adobe dos três Casos

A etapa de produção de adobe foi subdivida em nove sub-etapas, e estas por sua vez, se subdividiram em 18 operações, as quais, por meio das suas variáveis ajudaram a identificar 107 características em cada Caso, em relação à produção de adobe. A **Tabela 14** apresenta os dados gerais que caracterizaram a produção de adobe dos três Casos.

Tabela 14 – Caracterização de dados gerais da etapa de produção de adobe dos três casos. Fonte: Autor 2011

Etapa	Variáveis	Características segundo as variáveis das etapas		
		Caso A	Caso B1	Caso B2
3.1 PRODUÇÃO DE ADOBE	Quantidade de oficinas realizadas com o coletivo	3	3	3
	Quantidade de oficinas realizadas individualmente	1	2	7
	Produtividade máxima (adobes/dia)	220 (4 pessoas) aprox.	500 (5 pessoas) aprox.	200 (4 pessoas) aprox. (adobe de solo: esterco); e 130 (2 pessoa) aprox. (adobe de solo: cimento: casca arroz ou areia)
	Produtividade mínima (adobes/dia)	60 (1 pessoa) aprox.	200 (3 pessoas) aprox.	30 (1 pessoa) aprox. (adobe de solo: esterco); e 65 (1 pessoa) aprox. (adobe de solo: cimento: casa de arroz ou areia)
	Tipo de energia gastada	Humana, solar e por combustível	Humana, solar, elétrica	Humana, solar, por combustível e as decorrentes pelo uso do cimento
	Local e distância de extração do solo	Tanto do próprio lote quanto outros lugares dentro de um radio de 150m ao local de produção	Tanto do próprio assentamento (distância de 500m) quanto de um trecho em ampliação da estrada SP333 (distância de 8 km)	De um trecho em ampliação da estrada SP333 (distância de 8 km)
	Quantidade de solo usado e expandido	25m³	26m³ aprox.	32m²

Continua

Quantidade de adobes produzidos e usados na construção da casa	5141	3500 aprox.	4432
Quantidade de tipologias de adobe	1	1	9
Tipos de mão de obra predominantes	Coletiva, familiar e individual	Coletiva, familiar	Individual
Data de início da produção de adobes a serem usados na casa, referente ao projeto geral	Julho 2003	Março 2007	Não aplica (o morador só produziu adobes no seu lote, no entanto participou 7 meses, antes de se afastar do grupo alternativo)
Data de início da produção de adobe individualmente	Julho 2004	Setembro 2007	Outubro 2007
Quantidade de meses gastos da produção de adobe no lote do morador	1	5 (intensivo de produção nos últimos 2 meses)	31
Quantidade total de meses gastos para a produção total de adobe para serem usados na casa (no lote individual e na áreas coletivas)	13	11 (quando a casa colapsou faltavam 130 adobes)	31 (2 anos e meio) (Não considera os 7 meses de trabalho com o grupo alternativo, pois o morador não produziu nesta época adobes para sua casa)

Conclusão

a) Oficinas de capacitação e oficinas demonstrativas: Nos três Casos foram realizadas oficinas de produção de adobe no início do projeto geral, com a idéia de “*capacitar*” os moradores para eles mesmos produzir os adobes e construir suas casas. É claro que, pela desistência gradativa e do desinteresse pelo uso do adobe, os acompanhamentos da assessoria se tornaram mais individualizados.

Não se pode afirmar a quantidade exata e necessária de oficina para capacitar um morador. Primeiro porque cada morador se apropria de uma maneira diferente dos conhecimentos transferidos nestas oficinas. Até onde um morador, de uma certa idade, capacita-se sobre a produção de adobe? Até onde o conhecimento adquirido nas oficinas é suficiente para o morador desenvolver um trabalho adequado na construção da sua casa? A palavra “*capacitar*” fica entre aspas, principalmente porque as oficinas geralmente não chegam a capacitar. O mais provável é que sejam demonstrativas e proporcionem o espaço para o morador ter o contato com o material.

As oficinas de produção de adobe devem ir além da prática de produção do material, incluindo também a prática construtiva com esse material. É claro que, se o morador não tem o propósito, motivação ou a oportunidade de dar continuidade a esse conhecimento, não precisa aprender tudo sobre o adobe. Até

onde o morador capacitado estaria em condições de capacitar outras pessoas? Qual o conhecimento que ele transferiria? Um morador precisa saber como definir uma composição para produzir o adobe, ou simplesmente aprender uma única receita para sua possível produção individual?

b) Produtividade e tempo total de produção dos adobes: Embora as produtividades máximas da produção de adobe, tenham dado bons resultados, as questões centrais são: quais as condições que o morador precisaria para que essa máxima produção fosse contínua? Por acaso, não seria melhor produzir todos os adobes em um mês ao invés de demorar entre 1 ano e 2 ½ anos, como apresentado na Tabela anterior? Por que, a construção destas casas demorou tanto tempo? Por trás de uma técnica aparentemente “simples”, encontra-se um aparato complexo de relações que este trabalho de pesquisa pode ajudar a entendê-las.

c) Qualidade e uso dos adobes produzidos nas oficinas: Tanto no Caso A como no B1, parte dos adobes produzidos coletivamente, no início do projeto geral, foram utilizados pelo morador de cada um destes Casos, o que significa que nem todos os adobes foram produzidos pelos moradores. Este fato se torna uma característica que ajudou a viabilizar a construção destes dois casos. No Caso A, os adobes mantinham a mesma qualidade que os produzidos pelo próprio morador, o que indica que não afetou a qualidade geral dos adobes usados na construção da casa. No entanto, no caso B1, os adobes que o morador pegou da área coletiva não tinham a qualidade necessária para a construção da casa, e mesmo assim foram usados. Até onde, a produção coletiva de adobes, no início do projeto, possuem qualidade mínima para a construção da casa? Qual o valor da produção de adobes neste caso em que o morador não produz toda a quantidade necessária? Foram estes adobes produzidos coletivamente que viabilizou a permanência dos moradores do Caso A e B1 na idéia de não desistir do uso do adobe como material para sua casa? Alguns argumentos das famílias que desistiram do adobe, se referiam exatamente ao fato de ter que produzir muito, acarretando alto esforço físico. Qual a diferença do valor da força de trabalho do Caso B2 onde o morador produz os seus próprios adobes, em relação aos dos Casos B1 e B2 onde os moradores aproveitaram os adobes produzidos por outras pessoas que faziam parte do coletivo inicial dos projetos gerais? Muitas das questões lançadas aqui ficam em aberto, algumas indicam e/ou confirmam a complexidade de um processo de trabalhar com tecnologias mais artesanais não convencionais. Na sequência serão abordadas a caracterização feita para as nove sub-etapas

3.1.1. Caracterização da sub-etapa de avaliação do solo e do adobe dos três Casos

A primeira sub-etapa da produção de adobe é apresentada na **Tabela 15**, que se refere à avaliação do solo e do adobe, etapa preliminar onde se deve estudar e avaliar o solo e o adobe antes de começar sua produção.

Esta sub-etapa deve ser alimentada por outras etapas anteriores referente ao planejamento e gestão por parte da equipe assessora, quando devem ser realizadas pesquisas sobre o tema, reuniões, articulação de laboratórios para a realização dos ensaios, criação de parcerias com especialistas no adobe, busca e inserção de técnicos e alunos de vários níveis de educação com interesse em pesquisar sobre a técnica de adobe. Além disto é necessário trabalhar como assessor no assentamento rural, fazer a articulação com os moradores para a produção de adobes a serem ensaiados, coletar e identificar as amostras, e todas as várias etapas do procedimento para realizar cada ensaio.

Tabela 15 – Caracterização da sub-etapa de avaliação do solo e do adobe dos três casos. Fonte: Autor 2011

Sub-etapa	Variáveis	Características segundo as variáveis das etapas		
		Caso A	Caso B1	Caso B2
3.1.1 AVALIAÇÃO DO SOLO E DO ADOBE	Tamanho em (cm) do adobe sem retração (dimensões internas da forma de madeira)	30 x 15 x 11	30 x 15 x 14	30 x 15 x 14
	Tamanho em (cm) dos adobes com retração (após secagem) usados na casa.	29,0 x 14,2 x 9,9	28,5 x 14 x 13,5 aprox.	a) 29 x 14,4 x 13,8 b) 30 x 15,2 x 13,5 c) 29,8 x 15,2 x 13,8 d) 30 x 15,4 x 13
	Traço(s) reais usados no canteiro para a produção do adobe	10 latas de solo: 6 latas de casca de arroz	Não definidos (ao olho do morador)	a) 1 carrinho de solo: 1 carrinho de esterco; b) 5 carrinhos de solo: 1 saco cimento: 1 carrinho de casca arroz; c) 7 carrinhos de solo: 1 saco cimento: 1 carrinho de casca arroz; d) 5 carrinhos de solo: 1 saco cimento: 1 carrinho de areia media
	Traços aprox. em volume	10:6	Não definidos (ao olho do morador)	a) 1:1 b) 20:1: 4 c) 28:1: 4 d) 28:1: 4
	Quantidade de traços usados e não ensaiados	0	5	1
	Quantidade de traços usados que foram ensaiados	1	0	4
	Quantidade de traços ensaiados e não usados	2	0	2
	Quantidade de traços não usados e não ensaiados (ficou só na experimentação)	0	0	3

Continua

	Conhecimento dos moradores sobre os resultados dos ensaios no laboratório	Sim, assessoria informou.	Segundo o morador não sabia	Sim, a assessoria informou e explicou.
Operações	Variáveis	Características segundo as variáveis das operações		
		Caso A	Caso B1	Caso B2
3.1.1.1 Realização de práticas de campo para a identificação do solo	Práticas de campo usadas	Nos três casos, nas primeiras duas oficinas referentes ao projeto geral, predominaram os testes: tátil-visual e o teste do vidro		
3.1.1.2 Realização de ensaios do solo no laboratório	Resultados da curva de distribuição granulométrica do(s) solo(s) usados	50% Areia; 6% Silte; 44% Argila	Não teve ensaio (do solo SP 333, pode-se aproximar ao caso B2, o outro solo para a produção coletiva não tem dados)	25,8% Areia aprox.; 28,5% Silte aprox.; 45% Argila aprox.
3.1.1.3 Realização do ensaio de resistência à compressão	Método usado	Faria (2002)	Não aplica	Diferentes adaptações das NBRs: 7170, 8941 e 8492; Faria (2002)
	Valor médio de resistência à compressão, segundo os traços ensaiados	1,42MPa	Não aplica	a)1,2MPa; b)1,92MPa; c)0,72MPa; d)2.1MPa aprox.
	Desvio padrão	0,16MPa	Não foi obtido	Não foi obtido
	Coefficiente de variação	11,41%	Não foi obtido	Não foi obtido

Conclusão

a) Altura dos adobes: Uma estratégia adotada para produzir menos adobes na construção da casa, foi aumentar a altura do adobe, de 11cm (Caso A) para 14cm no caso B1 e B2, diferindo quase 3 centímetros na altura dos adobes. Esta maior altura pode ser adequada se forem tomados os devidos cuidados na hora de garantir o nível do adobe assentado, pelo fato do adobe mais alto ter menos estabilidade em relação à superfície de contato com a argamassa de assentamento.

b) Unidade de medida do traço: Nos três casos, as unidades de medida dos traços se adaptavam às condições e experiência de cada morador, utilizando-se de latas, baldes, carrinhos etc. Apesar de, no ensaio em laboratório, definir um “traço correto”, na realidade dos moradores o que acontece é uma apropriação desse traço em relação à vivência que o morador tem no dia a dia com o material terra e que leva a tomar a decisão, às vezes sem medida muito precisa, de dosar o barro a ser produzido. Esta adaptação é um grande avanço no arranjo necessário para o começo de uma tradição construtiva com terra.

c) Variação dos traços: Na quantidade de traços usados em cada Caso, foram evidentes as diferenças. No Caso A, a tendência foi conservar o mesmo traço, devido ao trabalho preliminar por parte da assessoria

em estabelecer estes parâmetros de composição através dos ensaios no laboratório. Era uma grande vantagem o fato de não precisar mudar os traços, não correndo o risco de alterar a qualidade do adobe, e demandar mais operações à assessoria técnica, como aconteceu nos outros dois casos. No Caso B1, a vontade de experimentação de vários traços de composição dos adobes, acabou levando ao descontrole da sua qualidade, ao contrário do que aconteceu no Caso B2, que tentou monitorar vários tipos de traços usados, acarretando mais tempo e recurso para a realização de ensaios no laboratório. O ideal da etapa de avaliação do solo e do adobe é que seja desenvolvida antes de começar a produção de adobe e a elevação da parede, e não uma etapa simultânea, como no Caso B1 e B2. Esta falta de definição dos trabalhos preliminares pode, inclusive, ter se somado às causas do colapso da habitação do Caso B1. Também é claro que, preliminarmente, é necessário definir e estudar a viabilidade do local e a quantidade de extração do solo a ser usado na totalidade da construção das casas.

d) Presença do silte e extração do solo: após o passo anterior, com o solo previamente definido, é possível realizar os estudos, ensaios e testes, tanto do adobe quanto do solo. No caso A, a proporção de silte (6%) e a proporção de areia (50%) foram diferentes dos outros dois casos: silte (28%) e areia (25,8%), enquanto a argila tinha uma porcentagem similar: Caso A (44%) e Caso B1 e B2 (45%). Estes últimos dados dos casos B1 e B2 foram uma aproximação, pois, por exemplo, no Caso B2 foram feitos ensaios, tanto do solo obtido num primeiro momento para a produção do adobe estabilizando somente com esterco e do monte de solo do segundo momento de produção de adobe (os estabilizados com cimento), sendo estes extraídos do mesmo trecho da estrada SP333 que estava em ampliação. Os solos já mostravam uma diferença de variação granulométrica (argila entre 40% e 51%, silte entre 26% e 31%, e areia entre 23% e 28%). A diferença (em relação à granulometria dos solos usados) da melhor qualidade do adobe do Caso A, além do seu processo de produção ter sido mais cuidadoso, estava na sua composição granulométrica, onde a silte não teve maior predominância.

e) Granulometria de solo adequada para o adobe: Para a produção de adobe, existem várias opiniões sobre as porcentagens mais adequadas da granulometria do solo. Na **Tabela 16** estão algumas delas, indicadas pelo Proterra (2010).

Tabela 16 – algumas porcentagens granulométricas para a produção do adobe. Fonte: Proterra (2010)

Fonte	Argila (%)	Silte (%)	Areia (%)
NTE-E 080, (2000) ⁸¹	10-20	15-25	55-70
Barrios et al. (1987) ⁸²		35-45	55-65
Houben; Guillaud (1994) ⁸³	5-29	-	-
Graham Mc Henry (1996) ⁸⁴	15-25	-	-
Carazas Aedo (2002) ⁸⁵	1 Volume de solo argiloso: 2 volumes de solo arenoso		
HB 195 (2002) ⁸⁶	10-40	10-30	30-75 (Areia e grava)
Projeto Hornero (2007) ⁸⁷	50% de solo argiloso: 50% de solo arenoso		

Embora os dados apresentados na **Tabela 16** não especifiquem se houve algum tipo de estabilizante, pode se observar que não existe uma proporção exata mais adequada para a produção do adobe. O que se tem é uma faixa de porcentagem, que indica a dificuldade de padronizar a composição do adobe.

f) Resistência à compressão: No Caso A, teve-se maior cuidado nos procedimentos tomados para a realização do ensaio de resistência à compressão implementando uma metodologia proposta por um especialista em adobe (Obede Faria) ⁸⁸, cujo resultado foi de 1,42MPa. Diferente dos outros dois casos. No Caso B1, não foi feito este tipo de ensaio, embora o morador tenha usado alguns adobes produzidos naquela área coletiva do grupo alternativo, os quais tinham sido ensaiados com pouco controle na quantidade de amostras, dando como resultado um baixo desempenho para usá-lo na construção da casa. No caso B2, foram realizados vários ensaios do adobe, cujos resultados variavam desde 0,7MPa a 2,1MPa, que permitiram ter um monitoramento mais próximo se comparado com o Caso B1. Por outro lado, apesar das adaptações de outras normas, não se conseguiu ter os mesmos parâmetros referentes aos métodos realizados em cada ensaio de resistência à compressão executado. Este cenário nos mostra a lacuna existente na padronização dos ensaios de resistência à compressão. Ainda não há consenso entre os pesquisadores sobre o método a ser adotado. É necessária a padronização de método a ser empregado na determinação deste parâmetro para possibilitar o avanço desta técnica. Entretanto, ao

⁸¹ NTE-E 080 (2000). **Adobe. Norma Técnica de Edificación**. Reglamento Nacional de Construcciones. Lima: SENCICO

⁸² Barrios, G. et al. (1987). **Comportamiento de los suelos para la confección de adobes**. Informes de la construcción N° 377, vol. 37. Madrid: Instituto Eduardo Torroja.

⁸³ Houben, H.; Guillaud, H. (1984). **Earth construction primer**. Brussels: CRATerre/UNCHSPCD-CRA-AGCD.

⁸⁴ Graham Mc Henry, P. (1996). **Adobe. Cómo construir fácilmente**. México: Ed.Trillas.

⁸⁵ Carazas Aedo, W. (2002). **Adobe. Guía de construcción parasísmica**. Grenoble, Francia. CRATerre-EAG-Misereor. Ed. CRATerre.

⁸⁶ HB 195 (2002). **The Australian earth building handbook**. Sydney: Standards Australia and Walker.

⁸⁷ PROYECTO HORNERO (2007). **Prototipo global de experimentación construcción con materiales naturales**. Montevideo: Facultad de Arquitectura. Universidad de la República.

⁸⁸ Confira Faria, O.; 2002.

mesmo tempo em que se verifica esta lacuna, pode-se levantar outras questões, como, por exemplo: seria possível padronizar a terra sendo um material da natureza com enorme variedade de características?

g) Limites: Algumas outras dificuldades para a realização dos vários ensaios de resistência à compressão tinham relação com os tempos limitados da assessoria e dos moradores, pois, às vezes, deviam-se encontrar respostas imediatas que ajudassem a tomar as decisões, relacionadas à execução das várias etapas, tanto da produção do adobe quanto da elevação da parede. Este fato, é um exemplo da dificuldade do assessor ser simultaneamente pesquisador (metodologia de pesquisa-ação implementada pelo grupo de pesquisa que assessorava as casas). Como assessor, também se formava ao mesmo tempo que assessorava, dificilmente conseguia coletar dados, assessorar, sistematizar, planejar, discutir com a equipe de pesquisa assessora e, ainda, realizar as pesquisas preliminares que lhe ajudassem a obter os conhecimentos básicos e necessários para interpretar e agir com segurança no ritmo que demandava o trabalho no canteiro. Pergunta-se então: qual era o principal limite? A incompatibilidade dos tempos? A falta de experiência dos assessores? O ritmo e condições da própria família ou morador que construía cada uma das suas casas? Respondendo estas perguntas em relação aos três Casos estudados, pode-se afirmar que foi a soma de tudo.

h) Normativas: Na atualidade, existe uma carência de normas e propostas direcionadas à padronização dos métodos de ensaios para determinar, por exemplo, a resistência à compressão, à flexão e a absorção da água, seja de uma unidade de adobe seja de uma parede de adobe. Algumas das poucas referências normativas internacionais que tratam o adobe são: COBE (1997)⁸⁹, ITINTEC (1978)⁹⁰, NMAC (1997)⁹¹, NMBC (2000)⁹², NMBC (1982)⁹³, NTE-E 080 (2000)⁹⁴ e algumas recomendações e propostas nacionais e

⁸⁹ Programa de Construcción con Adobe Estabilizado COBE (1997). Adobe estabilizado. Lima: Ministerio de Vivienda y Construcción. Oficina de Investigación y Normalización.

⁹⁰ Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas (1978). ITINTEC 331.201; 331.202; 331.203: Elementos de suelo sin cocer: adobe estabilizado con asfalto para muros: Requisitos, métodos de ensayo, muestra y recepción. Lima: Instituto de Investigación Tecnológica y de Normas Técnicas. (ver también INDECOPI)

⁹¹ New Mexico Administrative Code (1997). NMAC: 14.7.2. Santa Fé, NM: Construction Industries Division (CID) of the Regulation and Licensing Department.

⁹² New México Building Code (2000). NMBC:14.7.2.30, Chapter 21, Masonry: Uniform Building Code, 2109.9 Unburned Clay Masonry (adobe). Santa Fé, NM: Construction Industries Division (CID) of the Regulation and Licensing Department.

⁹³ New México Building Code (1982). NMBC: Section 2412; Section 2405. Santa Fé, NM: Construction Industries Division (CID) of the Regulation and Licensing Department.

⁹⁴ Norma Técnica de Edificación (2000) NTE-E 080: Adobe. Reglamento Nacional de Construcciones. Lima: SENCICO.

internacionais, como as elaboradas pela RED HABITIERRA-CYTED (1995)⁹⁵, Neves & Faria (2008)⁹⁶ e Barbosa et al. (2005)⁹⁷.

i) Normas e o contexto: Além de outras, uma dificuldade para a padronização das normas é justamente pelos métodos de ensaios dependerem muito do local de onde são aplicados, como afirma Jiménez & Delgado (apud MARTINS; VARUM; COSTA, 2010, p.147)

Em geral, a bibliografia e normas internacionais relevantes sobre construção com terra, e em particular sobre adobe, são bastante dispares do ponto de vista dos procedimentos e ensaio preconizados. Assim, verifica-se que os métodos de ensaio e a formulação e análise dos resultados obtidos se definem adequando-os em função da especificidade local das características do material e das práticas correntes de ensaio, apoiando a sua metodologia em ensaios adaptados de outras áreas do conhecimento. Quer isto dizer que o enquadramento normativo dos ensaios para diferentes tipos de alvenaria de adobe existentes no mundo difere muito entre si, estando este muito condicionado pelo estudo prévio dos aspectos mais relevantes que condicionam o seu comportamento em cada região.

j) Ensaio do adobe sob o aspecto de comportamento na chuva: Mais uma dificuldade se refere à realização dos ensaios de resistência à compressão do Caso B2, por causa do problema apresentado na primeira fiada do Caso B1 (elevada absorção de água de chuva pelo adobe), para entender o desempenho de um adobe em estado altamente úmido. É necessário pensar em um cenário real, onde as chuvas constantes podem degradar os adobes das primeiras fiadas. Na literatura, e em algumas normas, se encontrava que o adobe é ensaiado em estado seco, o que era o contrário, por exemplo, às normas de tijolo cozido ou bloco cerâmico, pois seus ensaios de resistência a compressão são realizados após a imersão na água.

k) Absorção da água pelo adobe: No caso B1, vimos que a umidade excessiva da primeira fiada foi um fator determinante no colapso da casa. No entanto, como se pode entender melhor esse comportamento da resistência a compressão de um adobe saturado de água se dificilmente existem referências sobre este tema?

[...] as normas existentes limitam inferiormente a resistência à compressão do adobe para construções novas entre 1,0MPa e 2,1MPa. Além disso, convém referir que na bibliografia

⁹⁵ Red HABITIERRA-CYTED (1995). Recomendaciones para la elaboración de normas técnicas de edificaciones de adobe, tapial, ladrillos y bloques de suelo-cemento. La Paz: Programa CYTED, Ciencia y Tecnología para el Desarrollo.

⁹⁶ NEVES, C.; FARIA, O. (2008). Programa interlaboratorial proterra: ensaio de adobe. In: TerraBrasil 2008, São Luis. Proceedings... Maranhão:Proterra. 1 CD-ROM

⁹⁷ BARBOSA, N. (2005). Considerações sobre materiais de construção industrializados e não convencionais. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa: Apostila.

consultada nenhuma referência prevê requisitos mínimos e resistência mecânica para o adobe saturado. Somente se detectou num caso menção à capacidade de absorção total de água admissível para o adobe estabilizado na norma NMAC 14.7.4(2003)⁹⁸, a qual limita a 2,5%, após imersão em água durante 7 dias, a máxima absorção de água para que este se considere estabilizado. [...] como sejam a cal, o cimento ou emulsões asfálticas. (MARTINS; VARUM; COSTA, 2010, p.147)

Embora duas casas tenham ficado em pé, é necessário que os novos profissionais que se especializam em construção com terra, e mais especificamente no adobe, adquiram os novos conhecimentos sobre o desempenho do material terra em todas suas manifestações.

3.1.2. Caracterização da sub-etape de preparação do canteiro dos três Casos

Para a realização desta segunda etapa apresentada na **Tabela 17** de produção do adobe, outras várias operações foram necessárias e executadas com as famílias e o grupo assessor, algumas delas são: elaboração de orçamentos, de projetos para a construção das estruturas cobertas onde secariam e armazenariam os adobes, parceira com o laboratório de maquetes da Universidade (IAU-USP) para/e montagem da forma de madeira, etc.

Tabela 17 – Caracterização da sub-etape de preparação do canteiro dos três casos. Fonte: Autor 2011

Sub-etape	Variáveis	Características segundo as variáveis das etapas		
		Caso A	Caso B1	Caso B2
3.1.2. PREPARAÇÃO DO CANTEIRO	Tempo de preparação do canteiro coletivo	1 mês	6 meses	
	Tempo de preparação do canteiro individual	1 semana	1 mês	1 mês
	Condições preliminares e necessárias para a produção no próprio lote	Contrapiso terminado	Estrutura de madeira coberta com área de 30m ² (5m x 6m)	Estrutura de bambu coberta com área de 30m ² (1º momento do adobe de solo: esterco); e depois Contrapiso da casa (2º momento do adobe com cimento)
Operações	Variáveis	Características segundo as variáveis das operações		
		Caso A	Caso B1	Caso B2
3.1.2.1. Viabilização dos materiais e	Quantidade e descrição das principais ferramentas usadas	1 pá, 1 enxada, 1 carrinho, 1 mangueira, 1 balde	Sem dado	2 pás, 2 enxadas, 1 tanque de água de 200 lt, 1 mangueira, 2 carrinhos. 2 baldes

Continua

⁹⁸ NEW MÉXICO EARTHEN BUILDING MATERIALS CODE. (2003). **NMAC 14.7.4**. Santa Fé, NM: Construction Industries Division of the Regulation and Licensing Department

equipamentos	Uso de equipamentos especiais	Não foram usados	Triturador elétrico usado na obtenção das fibras usadas para estabilizar o adobe	Serrote, serrinha, furadeira, serra, lixadeira, cola industrial para a adaptação da forma para os adobes especiais.
3.1.2.2. Produção da forma de madeira	Dimensões interiores da forma de madeira	30 cm x 15 cm x 11 cm	30 cm x 15 cm x 14 cm	30 cm x 15 cm x 14 cm
	Quantidade de unidades de adobe que molda a(s) forma(s)	Na oficina: 6,3 e 1; na produção individual de 1	Na oficina: 6 e 3; na produção individual de 3	Na oficina de 4 e 3; na produção individual de 3
	Quantidade de formas usadas	1	2	2 (posteriormente adaptadas)
	Forma com fundo ou sem fundo de madeira	Sem fundo	Sem fundo	Sem fundo
	Tipo de madeira que foi usada na forma	Sem dado	Pinos	Pinos
	Modo de fixação	Parafusada	Parafusada e encaixada	Parafusada e encaixada
	Recobrimento nas laterais interiores	Sem recobrimento	Sem recobrimento	Recobrimento com polietileno branco de 1 mm, quando a produção do adobe com cimento.
	ConFiguração do volume da forma de madeira	Paralelepípedo	Paralelepípedo	Paralelepípedo e mais 3 adaptações para os adobes: canaleta, pilar e elétrica de um furo
3.1.2.3. Definição da logística	Local de produção do adobe	Num barracão de uso coletivo e no próprio lote	Numa área coletiva e no próprio lote	No próprio lote
	Características do local de produção	A produção no barracão era coberta, só tinha duas fachadas vedadas, a altura era cerca de 6m, tinha contrapiso de concreto e possuía um quarto para guardar os materiais. A produção no próprio lote foi acima do contrapiso.	Área coletiva teve uma estrutura de bambu coberta com lona, o chão era de terra. No lote do morador foi construída outra estrutura de madeira coberta com plástico preto e lona.	Produção no próprio lote. Adobes de esterco e solo produzidos do lado do monte de terra. Secagem embaixo de uma estrutura de bambu coberta por lona. Adobes com cimento produzidos no contrapiso acima de um plástico preto.
	Área coberta e não coberta do local de produção	Barracão coberto com 300m ² aprox.; e na casa sobre contrapiso não coberto de 64m ² aprox.	200m ² cobertos e 800m ² envolta na área coletiva; e no próprio lote 30m ² cobertos e 100m ² sem cobrir.	Num começo: 30m ² cobertos do lado da casa, 100m ² envolta sem cobrir; e depois acima do contrapiso não coberto da casa de 90m ² aprox.
	Distância entre o local de produção do adobe e o local da casa	Desde o barracão 300m aprox. E no próprio lote: acima do contrapiso	Desde a área coletiva 400m aprox. E a 25m no próprio lote.	A 10m antes de ter o contrapiso, e depois sobre o contrapiso da própria casa

a) Momento de execução do contrapiso: O Caso A, foi a primeira experiência do grupo assessor referente ao uso do adobe na construção de habitação em assentamentos rurais. Nessa experiência, os assessores chegaram à conclusão que, se por um lado, executar o contrapiso devia ser uma condição preliminar para a produção de adobe, a mesma condição não era favorecedora para a elevação da parede, pois se observou que, com a parede, a água da chuva se acumularia no contrapiso, aumentando a umidade da primeira fiada. A vantagem de construir o contrapiso como uma etapa preliminar à produção de adobe se baseava na facilidade para secar e empilhar os adobes e ter um canteiro mais ordenado. Nos Casos B1 e B2, a orientação foi para não executar o contrapiso antes da elevação da parede, pois o ideal da produção de adobe era que fosse feita na área coletiva e não nos próprios lotes. Apesar de, no Caso B1, não ter sido realizado o contrapiso antes da produção dos adobes e da elevação das paredes, o aterro da parte interna da fundação provocou o mesmo efeito de acúmulo de água, como se tivesse um contrapiso. No caso B2, resolveu-se os dois problemas da seguinte forma: executou-se preliminarmente o contrapiso onde se produziu o adobe e tomou-se especial cuidado com a composição dos adobes da primeira fiada para não ser afetada pela umidade vinda das chuvas.

b) Ferramentas e equipamentos: Apesar do recurso do projeto não contemplar a compra de ferramentas básicas para a produção de adobe e também para a elevação da parede, nos três Casos constatou-se que os moradores possuíam as ferramentas necessárias. Mesmo quando não as possuíam, eram de baixo custo ou podiam ser emprestadas dos vizinhos. Isto reafirma que uma das vantagens da construção em adobe é a facilidade de acesso e baixo custo das ferramentas indispensáveis para a produção da casa. Mesmo que a assessoria tenha doado as formas de madeira para produzir o adobe, estas também não representam um alto custo de produção. No caso B1, foi usada uma máquina trituradora de propriedade do morador para picar as fibras usadas nos traços dos adobes e no Caso B2, como o morador desenvolvia trabalhos com madeira, existiam alguns equipamentos como furadeira, talhadeira, esmirilhadeira, martelo, chave de fenda, etc. que foram usados como, por exemplo, na adaptação das formas de madeira para a produção dos adobes especiais. Apesar de estas ferramentas terem um custo mais alto que as ferramentas básicas, isto serve apenas para demonstrar que o morador, geralmente, tem a habilidade de saber adaptar e atender as necessidades, seja com suas ferramentas ou com as emprestadas, que vão surgindo na obra. Ou seja, conseguem “se virar com o que tem”.

c) Formas de madeira para adobe: A assessoria propôs usar vários tipos de formas de madeira em relação à quantidade de adobes que estas formas moldam. Nas oficinas, pelo trabalho coletivo, foram

usadas as formas de madeira de 6 adobes. No entanto, na produção individual, por exemplo no Caso A, o morador usou 1 forma de 1 adobe, enquanto nos outros dois casos foram usadas 2 formas de 3 adobes cada. Isto evidencia que só uma pessoa desmoldava os adobes, talvez porque era mais fácil, mais prático, mais rápido ou, pelo fato de ser um trabalho pesado, nem as mulheres nem os filhos mais novos poderiam executar esta etapa da produção do adobe. Com isto, surgem as seguintes questões: qual seria a diferença se os moradores tivessem usado as formas de 6 adobes? A produção aumentaria? Produziriam adobes em menos tempo? Obrigaria à família a ajudar mais? A produção seria mais lenta pelo fato de nem sempre ter duas pessoas para desmoldar? Talvez no Caso A e no Caso B1 tivesse funcionado, pois a família ajudava na produção, ao contrário do caso B2 onde geralmente era só o morador quem produzia seus próprios adobes.

d) Inovação nas formas de madeira: Uma adequação positiva nas formas de madeira foi a realizada no Caso B2, onde foi melhorada a superfície interna da forma colando polietileno liso, que ao contato com o barro úmido, facilitava o desmolde, mas tinha que limpar do mesmo jeito como as outras formas feitas somente de madeira. No caso A e B1, foi usada areia fina e apenas no Caso B1 usaram água com cinza do fogão para facilitar o desmolde do adobe. Esta etapa de colocar areia cada vez que molda os adobes implica em mais tempo e recurso para comprar a areia, o que não aconteceu no Caso B2, como anteriormente mencionado. Convém uma pesquisa mais aprofundada sobre esta etapa, considerando que existem formas de outros materiais como a de metal, cuja durabilidade é maior.

e) A criatividade e a forma do adobe: O uso de adobes especiais no Caso B2, reafirma uma vantagem da técnica do adobe em relação à diversidade de maneiras pela qual pode ser moldado, se adaptando a várias situações, como das interfaces, possibilitando inclusive outros resultados estéticos. Se o morador não cria estas formas de adobe, a assessoria pode mostrar as várias opções ao morador. Geralmente estas qualidades que agrega a criatividade com um pouco de conhecimento é o ideal para o perfil da pessoa, seja assessor ou morador, que podem determinar os resultados, a não ser que o projeto geral consiga inovar desde a concepção do projeto e todos os detalhes construtivos a serem implementados na construção da casa. Isto também depende do perfil do grupo que propõe estes projetos. *Geralmente* são os profissionais com sensibilidades e habilidades projetivas, como os arquitetos, que, pela sua formação criativa, tem a capacidade de desenvolver este tipo de trabalho.

f) Logística do canteiro: Um dos fatores que influi determinantemente na estrutura logística de funcionamento de um canteiro de construção com adobe é a proximidade e distribuição de cada área ou

espaço utilizado, tanto para a produção de adobe quanto para a elevação da parede. A produção de adobe numa área coletiva, assim como tem vantagens de centralização do esforço de uma comunidade, também pode ter a desvantagem de ficar muito isolada da construção da casa no lote individual. Outro exemplo é a distância do local de extração do solo, a distância para a obtenção da água, etc. Tudo que implica distância, transporte, custos e tempo, principalmente quando se refere ao meio rural onde o tempo para percorrer de um lugar a outro é maior se comparado com a centralização de um canteiro de obras na cidade.

3.1.3. Caracterização da sub-etapa de obtenção da terra dos três Casos

Esta terceira etapa apresentada na **Tabela 18** compreende desde o local de extração da terra, até esta ficar pronta para a mistura com os outros estabilizantes. A etapa principal que a antecede é a definição desse local de extração, levando em conta a distância e a quantidade necessária para a construção.

Tabela 18 – Caracterização da sub-etapa de obtenção da terra dos três casos. Fonte: Autor 2011

Sub-etapa	Variáveis	Características segundo as variáveis das etapas		
		Caso A	Caso B1	Caso B2
3.1.3. OBTENÇÃO DA TERRA	Impacto ambiental da extração do solo, em relação à construção da casa	Mínimo (do próprio local)	Mínimo (na produção coletiva tinha solo de vários lotes); e mínimo (Impacto absorvido pela ampliação do trecho da estrada SP333)	Mínimo (Impacto absorvido pela ampliação do trecho da estrada SP333)
	Valor do solo arcado pelo morador.	R\$ 0,00 (do próprio local)	R\$ 0,00 (do próprio assentamento e doação)	R\$ 0,00 (doação)
Operações	Variáveis	Características segundo as variáveis das operações		
		Caso A	Caso B1	Caso B2
3.1.3.1 Extração	Profundidade de extração (abaixo da camada orgânica)	De 0,20m a 2m	De 0,30m a 20m aprox.	De 0,30m a 20m aprox.
	Porcentagem de expansão da terra	30%	30%	30%
	Veículos e/ou ferramentas usadas na extração	Carrinho, pá e enxada	Pá carregadora	Pá carregadora
	Meio de transporte da terra extraída	Não foram usados	Caminhão de 6m³ aprox. de capacidade	Caminhão de 6m³ aprox.
	Local de armazenamento	Na produção coletiva: dentro do barracão; na produção individual: no próprio lote ao ar livre	Tanto na área coletiva como no próprio lote era ao ar livre	Ao ar livre dentro do lote
	Proteção da terra extraída	No barracão sim. No lote não.	Na área coletiva e no próprio lote não	No próprio lote não

Continua

3.1.3.2 Trituração ou peneiramento	Ferramentas para peneirar o solo	Testes falidos com triturador elétrico. Usou-se peneira redonda com tela quadrada	Terra não peneirada	Terra não peneirada
	Espaçamento da tela da peneira	5 mm aprox.		
	Proteção da terra peneirada	No barracão sim. No lote não, pois peneirava a quantidade necessária do dia, não armazenava terra peneirada	Terra não peneirada	Terra não peneirada

Conclusão

a) Local de extração da terra: No Caso A, o local de extração da terra foi mais próximo da casa (dentro do lote a aproximadamente 150m), minimizando os tempos e custo de transporte, diferente do Caso B1 e B2 cuja distância de extração da maioria do solo usado, foi de 8 km (aprox.). Apesar de o transporte ter sido doado e o impacto ambiental da extração da terra ser absorvido pela ampliação daquela estrada do trecho SP333, o princípio referente ao uso de materiais locais que caracteriza a construção com terra não foi cumprido nestes dois casos. Não significa que sempre que se construa com terra, este material deva ser local. As questões que se colocam são: o que implica trazer a terra de outro local diferente ao canteiro da construção da casa? Se a terra local não cumpre com as características para produzir adobe, então por que se deve usar como um dos materiais principais? Se o uso da terra que pela sua própria natureza não é apta para produzir os adobes, qual o custo dos estabilizantes? Não é melhor planejar o custo do adobe, sabendo preliminarmente se este precisa ser estabilizado ou não? Se existem outras técnicas com terra que usam características granulométricas diferentes, não é melhor adaptar o tipo de solo local à técnica que melhor se adéque, que adaptar o solo à técnica que por alguma razão decidiu-se implementar? É necessário que a equipe formuladora dos projetos habitacionais, que usa a terra como material principal, realize estudos preliminares do tipo de solo que será usado para a construção das casas e consequentemente defina a técnica mais viável para esse tipo de solo em relação, obviamente, às outras condições econômicas, ambientais, sociais, culturais e até políticas, tanto do próprio assentamento quanto dos diferentes atores envolvidos.

b) Peneiramento da terra: A etapa de peneiramento do solo, nos três Casos não foi mantida durante o processo todo de produção do barro, tanto para o adobe quanto para a argamassa de assentamento. Apesar de ser uma etapa aparentemente desnecessária, pois, segundo os moradores, o amassamento do barro era suficiente para chegar na consistência ideal do adobe, a vantagem de peneirar um solo é homogeneizar as partículas que compõem o barro, além de facilitar a separação do material orgânico, lixo

e pedras. Esta etapa também diminui o esforço de amassamento, porque não é necessário triturar os torrões secos que geralmente estão no solo. Existem outros procedimentos para mecanizar esta etapa de trituração e peneiramento, principalmente quando um solo é muito argiloso, aumentando ainda mais o esforço. Pode-se usar destorroadeiras ou trituradoras mecânicas que, às vezes, os próprios moradores possuem. Em algumas regiões onde existe a tradição da construção com terra, a produção do adobe começa após as chuvas, pois nesta época o solo possui certa umidade que facilita o destorroamento e amassamento do barro.

3.1.4. Caracterização da sub-etapa de obtenção do estabilizante dos três casos

Nesta quarta etapa, como indicado na **Tabela 19** não foram classificadas sub-etapas. Seria necessário realizar um trabalho comparativo sobre a cadeia de produção de cada estabilizante para se identificar todas as etapas que estariam antes da própria obtenção do estabilizante. Outra etapa que deve anteceder esta quarta etapa é, principalmente, a definição preliminar e de viabilidade sobre o custo e local de obtenção deste material.

Tabela 19 – Caracterização da sub-etapa de obtenção do estabilizante dos três casos. Fonte: Autor 2011

Sub-etapa	Variáveis	Características segundo as variáveis das etapas		
		Caso A	Caso B1	Caso B2
3.1.4 OBTENÇÃO DO ESTABILIZANTE	Critérios predominantes para a seleção do material estabilizador	a) Necessidade de biomassa para estabilizar um solo argiloso; b) por ser resíduo agrícola na região	a) Desejo de experimentação do morador	a) Necessidade de biomassa para estabilizar um solo argiloso; b) lidar com solo siltoso; e c) baixo desempenho do adobe em época de chuva.
	Tipo de materiais usados para estabilização	Casca de arroz	Esterco de gado seco, capim, cotralaria, casca do feijão guandu e palha colonial	Esterco de gado seco, casca de arroz, cimento e areia média
	Picado da palha	Não precisou	Picador elétrico	Não precisou.
	Custo do estabilizante	Doação (Não inclui custo do transporte)	Gratuito	Esterco de gado: doado por amigo do morador (não inclui o transporte); Casca de arroz: R\$ 3,00 o balaio (saco de 70 cm x 50 cm x 25 cm aprox.). Cimento: R\$ 18,00 aprox. o saco de 50 kg. Areia média lavada: R\$ 36,00: 1m³.

Continua

	Local de obtenção	No próprio assentamento	No próprio lote do morador	Esterco de gado: no próprio assentamento; casca de arroz: na cidade de cajú a 20min do assentamento; cimento e areia: loja de materiais da cidade de serra azul a 15min do assentamento.
	Quantidade de estabilizante usado na produção total dos adobes para a construção da casa	612 kg	Sem dado	Esterco de gado: 2 caminhões de 5m³ aprox.; casca de arroz: 20 balaos aprox.; cimento: 15sacos. Areia: <i>sem dado</i>

Conclusão

a) Estabilizantes a base de biomassa: Nos três casos, foi necessário usar estabilizante pelo fato do solo ser argiloso, com exceção do Caso B1, onde foram usados aqueles adobes com solo arenoso na área coletiva que não foram estabilizados. No Caso A, a obtenção da biomassa foi um aspecto ideal na utilização de materiais locais e disponíveis, pois a casca de arroz era realmente um resíduo agrícola do assentamento, cujo valor fixo era igual a R\$ 0.0. Enquanto no Caso B2, a casca de arroz foi comprada de um vendedor de outra cidade próxima, por não ser um material local disponível no assentamento. O caso B2 é um exemplo positivo do ponto de vista da variedade das biomassas ou também das chamadas fibras vegetais. Apesar de estas fibras estarem disponíveis, o aspecto negativo que já foi amplamente mencionado se refere à falta de controle na dosagem deste estabilizador em relação ao solo usado para a produção do adobe.

b) Estabilizantes e a disponibilidade de um solo apto e disponível para o adobe: O cimento, a areia, a cal foram outras opções que fizeram parte dos estabilizantes do adobe no Caso B2. É importante deixar claro, que os estabilizantes também devem ser previamente identificados e estudados segundo sua viabilidade de uso na produção do adobe, pois nem sempre são de origem local e disponível. Por exemplo: no caso A não teve custo fixo do estabilizante; no caso B2 os custos variavam de R\$ 3.00 de um balaio de casca de arroz até R\$ 18.00 de um saco de cimento. Se incluir estes valores no custo final da casa, a diferença vai ser considerável. Por esta razão, o orçamento da construção total da casa deve considerar estes valores nos estudos preliminares de viabilidade.

3.1.5. Caracterização da sub-etapa de obtenção da água dos três casos

Esta quinta etapa apresentada na **Tabela 20** geralmente não é considerada neste tipo de projeto, mais em um contexto onde se carece de água, esta etapa se torna uma das principais condições para viabilizar todo o processo construtivo da casa.

Tabela 20 – Caracterização da sub-etapa de obtenção da água dos três casos. Fonte: Autor 2011

Sub-etapa	Variáveis	Características segundo as variáveis das etapas		
		Caso A	Caso B1	Caso B2
3.1.5 OBTENÇÃO DA ÁGUA	Quantidade de água gastada	Sem dado	Sem dado	Sem dado
	Local de obtenção da água	Próprio assentamento, e poço dentro do lote do morador	Perto do assentamento	Perto do assentamento
	Água comprada ou não comprada	Não comprada (não inclui os custos derivados da bomba elétrica que puxa a água do poço)	Comprada	Comprada
	Custo da água		Sem dado	1 tanque de 4000 Lt custava R\$ 15,00

a) A falta de água: A água, geralmente também não é considerada nos orçamentos, no caso da cidade, onde a sua disponibilidade é maior. Em área rural, apesar de existir a possibilidade de lagoas, poços etc., a realidade em alguns assentamentos pode ser bem diferente onde as redes de água ou os reservatórios familiares são escassos. Segundo os moradores do Caso B1 e B2, a falta de água no assentamento era causada por várias razões: a primeira era a demora da implantação e a qualidade das redes de água por parte do INCRA, o qual tinha a responsabilidade de garantir este direito básico para a *subsistência humana* do assentado; a segunda porque os moradores não pagavam as contas de energia da bomba que puxava a água para a superfície em alguns dos poucos poços coletivos; e a terceira, porque nem todas as famílias tinham a capacidade econômica de construir algum reservatório de água. Estes problemas caracterizaram determinantemente as condições do desenvolvimento geral do projeto, e principalmente da produção do adobe que precisa de água. A água deve ser garantida como uma condição essencial e preliminar num projeto de construção de casas.

3.1.6. Caracterização da sub-etapa de preparação do barro dos três casos

Como apresentado na **Tabela 21**, esta sexta etapa, junto com a etapa de obtenção da terra, são as que mais precisam de esforço físico, e é onde se juntam todos os componentes do barro. Esta etapa

geralmente é quando se precisa da força de várias pessoas, caso o processo não seja mecanizado. A mecanização na produção de adobe trata principalmente de diminuir o trabalho físico desta etapa.

Tabela 21 – Caracterização da sub-etapa de preparação do barro dos três casos. Fonte: Autor 2011

Sub-etapa	Variáveis	Características segundo as variáveis das etapas		
		Caso A	Caso B1	Caso B2
3.1.6 PREPARAÇÃO DO BARRO	Sistema artesanal ou mecanizado	Artesanal	No começo do projeto geral foi implementada uma pipa, movida pela força animal, mas a sua implementação não teve resultados positivos na produção coletiva do grupo alternativo. Posteriormente a produção foi artesanal.	
Operações	Variáveis	Características segundo as variáveis das operações		
		Caso A	Caso B1	Caso B2
3.1.6.1 Mescla dos componentes do barro	Unidades de medida dos traços	Latas de 25 lt aprox.	Ao olho	Carrinho e no caso do cimento o volume de 1 saco de 50 kg
	Características do local de mescla	Acima do contrapiso	Dentro do mesmo monte de terra.	Acima do contrapiso
	Umidade inicial dos componentes da mescla do barro	Geralmente em seco (o solo podia estar com a umidade ambiente ou às vezzs pouco úmidos pelas chuvas)	Com a umidade ambiente ou das chuvas	Em seco (o solo podia estar com a umidade ambiente ou às vezes pouco úmido pelas chuvas)
3.1.6.2 Amassado do barro	Quantidade de água usada	Sem dado	Sem dado	Sem dado
	Características da umidade do barro	No começo o morador colocava muita água, pois se fazia ao olho. Depois o morador melhorou o processo	O morador geralmente preparava o barro um pouco úmido para ele não grudar nas formas e ser mais fácil de desmoldá-lo.	No começo se colocava muita água para facilitar o amassamento. Depois o morador foi calculando melhor a quantidade. Quando a produção do adobe com cimento se colocava mais água no barro
	Características do local de amassamento	Acima do contrapiso	Acima do monte de terra	No começo, acima do monte de terra, e num outro momento acima do contrapiso
	Modo de amassado	Com os pés e com ajuda da enxada	Com os pés e com ajuda da enxada	Somente com a enxada (amassando o barro com a superfície inferior da enxada)
	Aparência do barro	Plástico e pastoso	Pouco plástico e úmido	Pouco plástico (solo e esterco) e pouco plástico com secado rápido (com cimento)
	Proteção do barro enquanto descansa	Às vezes se protegia com plástico preto	Não foi protegido	Às vezes se cobria com lona (no caso do adobe com esterco). O adobe com cimento não precisava ser protegido
3.1.6.3 Descanso do barro	Tempo de descanso o barro	Geralmente 1 dia	Às vezes uma noite. Outras vezes não descansava	Uma noite (no caso do adobe com esterco) o adobe com cimento não podia ficar mais de 30min descansando.
	Correção de umidade	Sim foi corrigida	Sim foi corrigida	Sim foi corrigida

a) Modo de amassamento do barro: A preparação do barro, nos três casos foi de forma artesanal. Apesar de existirem métodos de mecanização para facilitar a produção do adobe, nenhum dos Casos produziu os adobes com forças alternativas à força física humana. Só no Caso B1 e B2, que faziam parte do mesmo projeto geral, tentou-se implementar um sistema de pipa movido pela força de um burro que acabou não funcionando. Geralmente os equipamentos que ajudam a mecanizar a produção de adobe têm custos que não são incluídos nos orçamentos de construção das casas rurais.

No assentamento Sepé Tiaraju buscou-se mecanizar a produção para beneficiar aquele grupo alternativo. Fica a questão se é possível implementar mecanizações a nível familiar, e não coletiva?. Talvez se possa encontrar a resposta nas chamadas tecnologias apropriadas, ou na simples inovação do diálogo entre o morador-construtor e o assessor-pesquisador.

Em um projeto de várias habitações, se cada uma tivesse um equipamento de mecanização, os custos das obras aumentariam notavelmente. Pergunta-se: será que não seria possível considerar esta idéia? Por que não melhorar as condições para o morador produzir os adobes? Não se trata aqui de desvalorizar o trabalho artesanal, mas de buscar formas de minimizar a força de trabalho individual e física do morador e da família para produção de adobe na construção da sua própria casa. A solução deste problema depende muito de políticas públicas que permitam tanto o uso de materiais renováveis como o aumento dos subsídios para a produção habitacional social e rural, estimulando assim, as inovações ou implementações de equipamentos de mecanização.

b) Descanso do barro: A etapa de descanso do barro ou também chamado como “dormida” do barro, não ocorreu da mesma forma nos três casos. A Rede Ibero-americana Proterra (2010, p.9) refere-se ao barro como sendo a terra, a água e a palha que “se deixa repousar agregando água e misturando-se uma a duas vezes por dia, durante dois a três dias (inclusive de uma a duas semanas) [...] o objetivo é hidratar as argilas, dissolver os torrões e misturar muito os componentes, até obter um material mais plástico e uniforme”.

Minke (2000, apud FARIA, 2002) também afirma que é necessário amassar o barro (mistura de terra, biomassa e água) e deixá-lo em repouso para melhorar a homogeneização da umidade e absorção pela biomassa (por maceração). Este descanso é recomendável tanto para o barro dos adobes quanto para o barro de assentamento. Segundo os moradores, esta etapa era desnecessária. Os motivos podem ser os seguintes: o primeiro é o tempo, pois o morador não tem a “paciência” para esperar vários dias para o

barro descansar, relacionando-se diretamente com o segundo motivo, que foi a vontade de terminar rapidamente a casa para morar. Por fim, os moradores não conseguiram enxergar a diferença entre um barro e outro, um descansado e outro não, além da assessoria não ter conseguido transferir estas explicações ao morador. Provavelmente pelo fato de se moldar o adobe e de ficar consideravelmente forte depois de seco, era prova suficiente, aos olhos do morador, de que o adobe feito com barro sem descanso já apresenta qualidade necessária para a construção da casa. No caso A, o barro descansou um dia e fez diferença na sua qualidade. Aconteceu o contrário no Caso B1, onde o morador não deixava descansar o barro quando era uma etapa primordial para a experimentação que ele tentava realizar com diferentes biomassas.

No caso B2, apesar de ter produzido adobes somente com terra, esterco de gado e água, a biomassa (o esterco) estabilizadora não estava bem homogeneizada como a terra, pois o esterco de gado seco é difícil de triturar, embora o morador tenha deixado-o de molho por dois dias. Neste mesmo Caso B2, foi usado o cimento como outro agente estabilizador. Por conta disto o barro não pode descansar, mesmo tendo casca de arroz, pois o cimento fazia secar muito rápido o barro. Isto é uma questão que se deve analisar com maior profundidade, ou seja, entender como funciona um adobe produzido com casca de arroz (biomassa que necessita de maior tempo de absorção) e com o cimento (que provoca uma secagem rápida). As vantagens percebidas neste adobe foram sua leveza em razão do uso da casca de arroz e sua maior resistência às forças de compressão e à chuva pelo fato de usar o cimento. Embora o adobe com cimento não siga as características do adobe tradicional, pode ser considerado uma opção para a elevação da primeira fiada em outra experiência de produção habitacional similar à realizada nestes Casos estudados.

3.1.7. Caracterização da sub-etapa de moldagem do adobe dos três casos

Esta sétima etapa da produção do adobe apresentada na **Tabela 22** se caracteriza por ser o momento onde todas as etapas anteriores se somam para formar o produto final – o adobe.

Também é uma etapa onde a pessoa que desmolda adquire a sensibilidade para retirar a forma com cuidado e ao mesmo tempo de maneira precisa. Esta etapa apresenta seu maior esforço físico quando é realizada no chão e, junto com a etapa anterior, tem sido mecanizada para aumentar a produção diária.

Tabela 22 – Caracterização da sub-etapa de moldagem do adobe dos três casos. Fonte: Autor 2011

Sub-etapa	Variáveis	Características segundo as variáveis das etapas		
		Caso A	Caso B1	Caso B2
3.1.7 MOLDAGEM	Quant. de adobes moldados por dia	De 60 a 220	De 200 a 500	De 30 a 200
Operações	Variáveis	Características segundo as variáveis das operações		
		Caso A	Caso B1	Caso B2
3.1.7.1 Correção da quantidade de água do barro	Correção da umidade do barro	Às vezes	Às vezes	Às vezes
	Aparência do barro	Plástico e pastoso	Pouco plástico e muito úmido	Pouco plástico (solo e esterco). Pouco plástico com secado rápido (com cimento)
	Quantidade de água	Sem dado	Sem dado	Sem dado
3.1.7.2. Preparação da forma de madeira	Limpeza, lavagem e umedecimento do molde	Sem foi feita	Sem foi feita	Sem foi feita
	Material usado nas laterais interiores para o barro não grudar no molde	Areia fina	Areia fina e a mistura de água e cinza do fogão de lenha.	No adobe com esterco usou-se areia. No adobe com cimento o polietileno previamente aderido nas laterais
	Local de lavagem do molde	Carrinho cheio de água	Numa caixa de água de 250 lt de PVC	Num tambor de 150 lt aprox., e também no carrinho cheio de água
3.1.7.3 Colocação do barro na forma de madeira	Material da superfície onde os adobes foram produzidos	Com areia fina	Com areia fina	Com areia fina (no caso do adobe com esterco) Acima de um plástico preto (no caso do adobe com cimento)
	Nível do chão	Chão do contrapiso plano	Chão de terra plano onde os adobes foram produzidos, mas com declive aos extremos	Chão de terra plano e do contrapiso planos.
	Limpeza do chão	Limpo	Limpo (às vezes com pedaços de barro seco)	Limpo (às vezes com pedaços de barro seco)
	Modo de colocação do barro no molde	Lançamento de uma porção de barro com volume similar ao tamanho a ser preenchido; a 70 cm de altura aprox. Compactação leve com as mãos sem luvas	Barro não era lançado. Preenchimento com varias porções de barro, Compactação leve com as mãos sem luvas.	Preenchimento com varias porções de barro, Lançado a 30 cm aprox. Compactação vigorosa com as mãos protegidas com luvas (com cimento)
3.1.7.4 Retirada do excedente do barro	Instrumento usado para retirar o excedente do barro	Com as mãos	No começo usou uma régua de madeira, depois usou as mãos	Com as mãos
	Aparência da superfície superior do barro moldado	Homogênea	Com a marca forte dos dedos da mão	Homogênea
3.1.7.5 Desmoldagem	Quantidade de pessoas para a demolde	1 pessoa para a forma de 1 adobe e 2 pessoas para a forma de 6 adobes	1 pessoa para a forma de 3 adobes	1 pessoa para a forma de 3 adobes inclusive as das formas adaptadas

Continua

	Modo de desmoldagem	Levantamento cuidadoso da forma de madeira e perpendicular ao chão	Levantamento cuidadoso da forma de madeira e perpendicular ao chão	Levantamento cuidadoso da forma de madeira começando por um dos lados mais compridos da forma
--	---------------------	--	--	---

Conclusão

a) Produção por dia: A média de produção diária de adobes nos três casos poderia atingir 200 unidades, com condições possíveis e reais, como as apresentadas na Tabela anterior. Por outro lado, ficou evidente que o perfil do morador e da família eram determinantes, na produtividade do trabalho de produção de adobe.

b) Rapidez versus qualidade: O morador do Caso B2, apesar de não ter dedicado muito tempo para a produção dos seus adobes, no momento que ele *“pegava pra fazer”* sua produção individual era admirável. Por outro lado, apesar do morador e a família do Caso B1 produzir 500 adobes por dia, pode-se questionar sobre a qualidade do adobe, pois justamente neste caso que a casa colapsou. Portanto, é necessário entender que nem sempre uma produção maior de adobes por dia resulta em adobe de boa qualidade. Isto é importante, porque a literatura que trata de rendimentos e produtividade, geralmente não conta as condições reais para chegar aos resultados.

c) Variação da produtividade: dificilmente existe um único dado de produtividade, mas sim resultados médios. O que existe verdadeiramente são quantidades mínimas e máximas em relação às condições da família, do projeto geral, do clima, do recurso, etc.. Não adianta afirmar, por exemplo, do Caso A, que uma produção diária de 220 adobes por dia correspondeu a 23 dias de trabalho para produzir 5000 adobes de uma casa de 63m², quando na realidade, e segundo as condições, a produção diária variou de 60 a 220 adobes, ao longo de aproximadamente um ano, passando por muitas dificuldades para construir a casa, considerando também que o morador rural tem várias outras atividades.

3.1.8. Caracterização da sub-etapa de secagem do adobe dos três casos

Como apresentado na **Tabela 23**, nesta oitava etapa foi considerado também o armazenamento, por ser uma etapa onde o adobe continua secando e porque não foi uma etapa predominante no processo de produção dos adobes. No entanto, pode se entender também que o armazenamento merece tanta importância quanto a etapa da secagem.

Tabela 23 – Caracterização da sub-etapa de secagem do adobe dos três casos. Fonte: Autor 2011

Sub-etapa	Variáveis	Características segundo as variáveis das etapas		
		Caso A	Caso B1	Caso B2
3.1.8 SECAGEM	Porcentagem média de retração no Comprimento, Largura e Alto	3.3%, 5.3%, 10%	5%, 6.6%, 3.6%	a)3,3%, 4%, 1,4%; b)0%, 0% 3,4%; c)0,6%, 0%, 1,4%; d)0%, 0%, 7,1%
	Dias transcorridos para o uso do adobe na elevação da parede	Após a produção dos adobes todos, o morador elevou a parede.	Sem dado exato. No entanto, na época da elevação da parede, o morador produzia adobes simultaneamente, deixando secar pouco tempo os adobes e mais ainda em época de chuva	Os adobes de solo e esterco foram usados após cerca de 1 ano, e alguns adobes eram usados 5 dias depois aprox.
Operações	Variáveis	Características segundo as variáveis das operações		
		Caso A	Caso B1	Caso B2
3.1.8.1 Secado à sombra e ao sol	Proteção ao sol constante	No barracão de uso coletivo, pegava parte do dia sol e parte sombra. Quando a produção no próprio lote, a secagem foi acima do contrapiso diretamente ao sol.	Na estrutura coberta de uso coletivo, pegava parte do dia sol e parte sombra. Quando produção no próprio lote, a secagem também parte do dia na sombra da estrutura coberta e parte do diretamente ao sol	No próprio lote: quando tinha a estrutura coberta, parte do dia pegava sol e outra parte do dia sombra. Quando a secagem foi acima do contrapiso, a secagem foi diretamente ao sol. Curando às vezes os adobes com cimento.
	Tempo de secagem do adobe na posição da moldagem	1 a 4 dias (tanto na sombra quanto no sol)	1 a 3 dias (tanto na sombra quanto no sol)	1/2 a 2 dias (tanto na sombra quanto no sol)
	Quantidade de fases viradas para secagem homogênea	2 fases	2 fases	2 fases
	Tempo secagem do adobe por outra das suas fases	2 a 5 dias aprox.	2 a 5 dias aprox.	2 a 5 dias aprox.
	Retiro das rebarbas de barro seco, das aristas do adobe	Não teve rebarbas	Foram tiradas com facão	Quase não teve rebarbas, algumas foram tiradas com a colher de pedreiro
3.1.8.2 Armazenagem	Empilhamento dos adobes	Empilhados até uma altura de 1,20m aprox. Com a largura da pilha igual ao comprimento do adobe, com espaços para circular o ar.	Empilhamento agrupado de vários adobes preenchendo uma área de 2m x 2m aprox. até uma altura de 1,20 aprox.	Empilhados até uma altura de 1,50m aprox. Com a largura da pilha igual ao comprimento do adobe, com espaços para circular o ar.
	Proteção da chuva dos adobes empilhados	No barracão estiveram cobertos por um tempo, no lote do morador não precisava porque não era época de chuva.	Às vezes foram cobertos com plástico preto	Os adobes com esterco às vezes foram cobertos com plástico preto e lona. Os adobes com cimento não precisaram se cobertos.

Continua

	Proteção da umidade por capilaridade	Sim (Sempre acima do contrapiso)	Não (acima do chão de terra)	Algumas pilhas de adobes com esterco estavam acima do chão de terra e outras estavam acima de madeiras. Os adobes com cimento sempre estiveram acima do contrapiso
--	--------------------------------------	----------------------------------	------------------------------	--

Conclusão

a) Retração do adobe: Em geral, todos os adobes dos três casos que foram produzidos somente com terra e biomassa, apresentaram as seguintes retrações em suas dimensões: entre 3,3% e 5% no comprimento; de 4% a 6% na largura; e, de 1,4% a 10% na altura. Os adobes que foram produzidos com cimento conservaram mais as suas dimensões, evidenciando que o uso do cimento impede, em grande parte, a retração. Neste caso o comprimento variou entre 0% e 0,6%, a largura não variou, e a altura ficou entre 1,4% e 7,1%, destacando que este último valor deu-se pela retração e pelo próprio peso do adobe.

Na retração do adobe, o que mais influi na avaliação da qualidade não é tanto o quanto o adobe diminui em suas dimensões, mas o quanto de fissuras que a retração provoca. Um método simples de avaliação, segundo Carazas (2002 p.12 tradução nossa) é “verificar se há fissuras maiores de 5cm no adobe em estado seco. Se, existem estas fissuras, a composição do adobe deve ser corrigida com areia ou palha. [...] e se aparecem fissuras rapidamente na superfície do adobe após ser desmoldado, deve-se protegê-lo do sol”. Esta última recomendação não significa que o adobe tem que secar sempre na sombra. A secagem na sombra faz com que o adobe se desidrate mais devagar, diminuindo a aparição de fissuras.

b) Secagem na sombra e no sol: Nos três casos, os adobes produzidos passaram por esses dois momentos citados no item anterior: de secagem na sombra e secagem no sol. A secagem na sombra era mais difícil de garantir, pois era necessária uma cobertura, diferente de secar os adobes no sol direto, quando eram às vezes protegidos com lona ou plástico preto. Segundo as fotografias pesquisadas, só no caso B1, se observaram fissuras com mais de 5cm, o que inconscientemente influenciou para o morador estabilizar os adobes com várias palhas.

c) Secagem no empilhamento: O tempo de secagem, apesar de ser entre 2 a 5 dias, era uma etapa que também às vezes variava, pois os adobes podiam ser deixados mais tempo antes de empilhá-los. Carazas (2002, p.11) mostra que a secagem do adobe tem três momentos: a primeira é depois de moldado, permanecendo na posição original; a segunda quando se viram os adobes pelas outras faces para homogeneizar a secagem; e, a terceira é quando são empilhados. Geralmente nas pilhas dos adobes dos

três casos estudados, não foram deixados espaços entre os adobes para o ar permear e continuar secando. Segundo Carazas (2002, p.10 tradução nossa) o “primeiro armazenamento dos adobes, deve ser arejado para continuar a secagem completa dos adobes”.

3.1.9. Caracterização da sub-etapa de transporte do adobe três casos

Esta é a última etapa da produção do adobe, entendendo que o transporte se refere principalmente ao traslado dos adobes produzidos na área de produção coletiva do projeto geral das casas, ao local de construção da casa. Esta etapa se apresenta na **Tabela 24**.

Tabela 24 – Caracterização da sub-etapa de secagem do adobe dos três casos. Fonte: Autor 2011

Sub-etapa	Variáveis	Características segundo as variáveis das sub-etapas		
		Caso A	Caso B1	Caso B2
3.1.9 Transporte	Médio de transporte	Carreta	Carreta	Não aplica
	Distância do transporte	400m aprox.	300m aprox.	Não aplica
	Cuidados no transporte	Pareceu adequado (adobes com as arestas conservadas)	Pareceu pouco adequado (algumas arestas quebradas)	Não aplica

a) Transporte e cuidados: Só no Caso B2 que não houve a necessidade de transportar os adobes, pois eles foram produzidos no próprio lote. Carazas (2002, p. 10, tradução nossa) recomenda: “a fim de evitar o desperdício de adobes durante o transporte, deve-se colocar uma camada de areia embaixo dos adobes e calçar os adobes contra as paredes do caminhão com calços de madeira”. É provável que no Caso B1, os adobes transportados da área coletiva não tenham tido bons cuidados, pois nas fotos que foram mostradas no capítulo 2 deste trabalho, em relação ao colapso da casa, ficou evidente que vários adobes tinham os cantos quebrados.

3.2. Caracterização da etapa de elevação da parede dos três casos

A etapa de elevação da parede foi subdividida em duas sub-etapas, e estas por sua vez se subdividiram em oito operações, as quais, por meio das suas variáveis, ajudaram a identificar 36 características por cada Caso. A **Tabela 25** apresenta os dados gerais que caracterizam a elevação da parede dos três casos:

Tabela 25 – Caracterização do processo de elevação da parede dos três casos. Fonte: Autor 2011

Etapa	Variáveis	Características segundo as variáveis das etapas		
		Caso A	Caso B1	Caso B2
3.2 ELEVÇÃO DA PAREDE	Quant. de adobes por 1m ² de parede (com as juntas)	22,32 aprox.	18,73 aprox.	20,81 aprox.
	Dimensão da junta horizontal	Entre 1,5cm a 2,5cm	Entre 2 cm a 5 cm	Entre 1,5cm a 2,5cm
	Dimensão da junta vertical	Entre 0 cm a 2,0cm (às vezes, nas ultimas não tinham argamassa na junta)	Entre 0 cm e 2,5cm (geralmente não teve esta argamassa, e em alguns lugares não era bem preenchida)	De modo geral não teve. No entanto, nas paredes assentadas com o adobe estabilizado só com esterco (adobe menos comprido que o adobe com cimento), era colocada argamassa para igualar o comprimento e o travamento com o adobe estabilizado com cimento. Junta era cerca de 2,5 cm
	Tempo de elevação total da parede	8 meses	4 meses	10 meses
	Área final da parede (considerando as juntas)	230,31 m ²	186,81 m ² aprox.	212,91 m ²
	Dados usados para o cálculo da área final da parede	a) Quantidade total de adobes: 5141; b) Comprimento e altura do adobe retraído e considerando a dimensão da junta: 0,32m x 0,139m; c) área do adobe segundo o item b: 0,0448m ² ; d) unidades de adobe por 1m ² : 22,32; e) não são considerados os vãos das janelas e portas.	a) Quantidade total de adobes: 3500; b) Comprimento e altura do adobe retraído e considerando a dimensão da junta: 0,305m x 0,175m; c) área do adobe segundo o item b: 0,0533m ² ; d) unidades de adobe por 1m ² : 18,73; e) não são considerados os vãos das janelas e portas.	a) Quantidade total de adobes: 4432; b) Comprimento e altura do adobe retraído (segundo o adobe com cimento) e considerando a dimensão da junta: 0,30m x 0,16m; c) área do adobe segundo o item b: 0,048m ² ; d) unidades de adobe por 1m ² : 20,81; e) não são considerados os vãos das janelas e portas.
	Área total casa sem varanda	63m ²	69m ² aprox.	87,88m ²
	Área total casa com varanda	75m ²	81m ² aprox.	100m ²
	Área total da casa coberta	102m ²	100m ² aprox.	125m ²
	Ferramentas usadas	2 Cavaletes, 2 colher pedreiro, 1 enxada, 1 carrinho, 2 prumo, 1 nível, 1 escada, 3 tabuas, 1 linha, 1 trena	Sem dado	2 cavaletes, 2 colher pedreiro, 2 enxadas, 2 pá, 2 carrinhos, 1 prumo, 1 nível, 1 escada, 12 tabuas, 1 linha, 1 trena, 1 balde, 1 facão
	Proteção das paredes nos dias de chuva	Geralmente era protegida com plástico preto, ainda mais quando a parede estava na altura das janelas.	Geralmente não era protegida. Quando protegida só cobria uma parte dos topos das paredes.	As paredes com adobe-cimento não precisava proteger. As paredes com adobe-estерco, algumas partes foram protegidas com um revestimento da mesma argamassa de assentamento.

a) Qualidade e tempo de elevação da parede: Da mesma maneira que aconteceu na produção de adobe, a elevação da parede também teve um processo demorado, sendo oito meses no Caso A, quatro meses no caso B1 e 10 meses no caso B2. Apesar do caso B1 ter sido o mais rápido na elevação, inclusive com produção simultânea de adobe, não foi o melhor exemplo de produtividade em relação à qualidade, enquanto que o Caso A, que ficou na média dos outros dois casos, apresentou boa qualidade de elevação da parede.

b) Argamassa nas juntas da parede: Uma tendência nos três Casos foi de não colocar argamassa na junta vertical. No Caso A, o morador caprichou nas primeiras fiadas, mas, aproximadamente na altura da porta, pareceu que o trabalho foi feito mais acelerado, deduzindo-se que a causa pode ter sido a ansiedade do morador em terminar sua casa. O mesmo aconteceu no Caso B1 e no caso B2. Geralmente não teve este preenchimento das juntas, exceto as paredes elevadas com o adobe de esterco e terra. Apesar destes detalhes, que fazem uma parede de melhor qualidade, questiona-se a influência da ausência da junta vertical sobre o desempenho da parede, pois se comparada com a maneira de assentar os blocos cerâmicos estruturais, pode-se observar que também não foi colocada a junta vertical. Segundo o morador do Caso B2, o trabalho rende muito mais quando não se coloca esta argamassa. No entanto, da mesma maneira que qualquer outra alvenaria com buracos na parede, o risco é maior de alojar diferentes insetos, como o *barbeiro*, nestes pequenos vãos e não pode deixar de ser considerado.

c) Vantagem preliminar da falta de junta vertical: Uma possível vantagem da falta desta junta vertical, observada no Caso B2, na época de chuva, foi o escoamento da água acumulada, em algumas partes da casa, pelas pequenas separações verticais entre os adobes. No entanto, não significa que é uma solução para todo tipo de alvenaria em adobe, pois neste Caso B2, a primeira fiada era de adobes estabilizados com cimento que resistia a esses problemas de umidade.

d) Hipótese do problema da falta de junta vertical: diferente do ponto anterior, pode-se levantar a hipótese da parede do Caso B1 ter sido prejudicada pelo fato de não ter esta junta vertical, pois as chuvas de vento, além de molhar a superfície externa do adobe, podiam penetrar por meio destas separações entre os adobes, aumentando o peso na parede e a degradação do adobe.

e) Aumento das áreas da casa: No caso B2, o fato do morador ter ampliado a casa, significou um pouco mais de trabalho, de material e de tempo. No entanto, o morador conseguiu satisfazer seu desejo de ter uma casa maior e feita com seu próprio esforço. Se comparar as áreas totais das casas, sem contar a

varanda, o Caso B2 teve um acréscimo de área de 21% em relação ao Caso B1 e 28% em relação ao Caso A.

3.2.1. Caracterização da sub-etapa de execução da argamassa de assentamento dos três casos

Embora, várias das sub-etapas desta primeira etapa da elevação da parede apresentada na **Tabela 26**, sejam similares à preparação do barro da produção do adobe, existem algumas diferenças que foram identificadas e, posteriormente, confrontadas com referências bibliográficas.

Tabela 26 – Caracterização da sub-etapa de execução da argamassa de assentamento dos três casos. Fonte: Autor 2011

Sub-etapa	Variáveis	Características segundo as variáveis das etapas		
		Caso A	Caso B1	Caso B2
3.2.1 EXECUÇÃO DA ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO	Distância de produção da argamassa de assentamento	Entre 1m e 10m do contrapiso da casa	A 7m aprox. da fundação da casa	Acima do contrapiso
	Quantidade de argamassa produzida por dia.	Variava segundo a quantidade de adobes que assentava por dia. A argamassa que sobrava a deixava no poço e usava no dia seguinte.	Variava segundo a quantidade de adobes que assentava por dia.	Variava segundo a quantidade de adobes que assentava por dia. A argamassa que sobrava era colocada como revestimento das paredes de adobe com esterco.
Operações	Variáveis	Características segundo as variáveis das operações		
		Caso A	Caso B1	Caso B2
3.2.1.1 Execução do local de amassamento	Características do lugar de produção da argamassa	Foram realizados 6 poços, com profundidade cerca de 70 cm. A terra destes poços era usada para a argamassa de assentamento.	Acima do monte de terra usado para a produção dos adobes, abrindo um buraco do lado.	Acima do contrapiso da casa
	Diâmetro do local de produção da argamassa	Os poços variavam entre 1m a 1,70m de diâmetro	Buraco de 1,50m aprox. de diâmetro.	Usava-se um espaço de 3m de diâmetro aprox.
3.2.1.2 Mescla dos componentes da argamassa	Traço	Nas primeiras fiadas foi só terra e água. Após testes, o traço definido foi o mesmo do adobe.	As primeiras fiadas foram de só terra e água. Depois o morador misturou com as diferentes palhas sem traço definido.	No caso do adobe com cimento o morador fazia o mesmo traço usado na produção dos adobes. Alguns adobes com esterco foram assentados com argamassa de cal, substituindo o cimento.
	Grau de umidade da argamassa	Nas primeiras fiadas era muito úmida, aumentando a retração.	Nas primeiras fiadas era muito úmida, aumentando a retração.	Geralmente consistente, no entanto, algumas vezes a argamassa com cimento secava rápido, fato oposto ao uso da cal.

Continua

3.2.1.3 Amassamento da argamassa	Modo de amassamento	Pisoteamento no mesmo poço	Pisoteamento no mesmo buraco acima do monte de terra.	Usava-se a enxada, e se amassava várias vezes
	Tempo do amassamento do barro	1h aprox. (incluindo o corte do solo do próprio poço)	10min (segundo o morador)	1h30min. Aprox. (amassamento era simultâneo à elevação da parede, pois a argamassa de cimento secava rápido)
3.2.1.4. Descanso da argamassa	Tempo de descanso do barro	Às vezes de um dia para o outro.	Não descansava	Não descansava
	Proteção do barro na chuva	Às vezes foi usado plástico preto.	Não aplica	Não aplica
3.2.1.5 Correção da umidade da argamassa	Correção da umidade do barro	Não era corrigida. O barro em descanso tinha uma porcentagem maior de água	Não aplica	Não aplica

Conclusão

a) Argamassas de assentamento nos três casos: As argamassas de assentamento, do modo geral nos três casos, seguiram a mesma composição do adobe. No entanto, tanto no Caso A como no B1, as primeiras fiadas foram assentadas só com terra e água. No Caso B2, a argamassa geralmente seguiu o traço do adobe. Somente em algumas paredes com o adobe de solo, esterco e água, que a composição da argamassa foi estabilizada com cal.

b) Traços e recomendações das argamassas de assentamento: É difícil encontrar um traço exato também para as argamassas de assentamento, pois dependem dos materiais disponíveis, do tipo de solo, da quantidade de água acrescentada no barro, etc.

As juntas de alvenarias em adobe constituem zonas críticas para o desenvolvimento das fissuras das paredes. Porém, deverão receber maior cuidado tanto na seleção do solo quanto nas composição das misturas e construção da parede. [...] a integração completa da argamassa e dos adobes, em geral, não se consegue alcançar. Portanto, as juntas constituem as partes de mais baixa resistência dentro da parede. A melhor argamassa seria a que produzisse a maior adesão com os adobes. Isto não necessariamente se adquire com argamassas de maior resistência à compressão. [...] As argamassas se classificam em 2 grupos: **a) Tipo I**, à base de cimento e areia, e **b) Tipo II**, à base de solos argilosos com ou sem aglomerantes. RED HABITERRA-CYTED (1995, p.23, tradução nossa).

Conforme os dois tipos de argamassa descritos na citação anterior, a Rede Habiterria-Cyted (2005, p.23) apresenta as seguintes recomendações em relação aos dois tipos: **Tipo I:** a) A relação volumétrica entre cimento e areia será de 1:5 a 1:10, podendo-se acrescentar também cal hidratada em proporções de cimento: cal hidratada: areia de 1:1:5 a 1:1:10; **b)** a resistência à compressão média em cubos de 50mm não será menor que 3MPa.; **c)** deve-se agregar a quantidade mínima de água para permitir que a

argamassa quando seque, preencha completamente as juntas verticais e horizontais. **d)** As superfícies dos adobes devem ser umedecidas antes de serem assentados. Em relação ao **Tipo II: a)** a composição deste tipo de argamassa deve cumprir a mesma proporção das unidades de adobe e, de jeito nenhum, a qualidade da argamassa pode ser menor que a do adobe; **b)** deve-se diminuir ao mínimo a fissuração da argamassa no processo de secagem e poderão ser usadas fibras vegetais com de 50mm de comprimento, ou areia grossa; **c)** é recomendável deixar descansando o barro pelo menos 48h antes da sua utilização; **d)** deve-se acrescentar a menor quantidade de água possível, facilitando a sua consistência e trabalhabilidade; **e)** tanto as juntas verticais como as horizontais, não devem exceder 20mm de espessura e deverão ser preenchidas completamente; **f)** é possível utilizar materiais aglomerantes como cimento, asfalto etc., para melhorar sua resistência à compressão e à umidade, buscando a melhor aderência entre a argamassa e o adobe; **g)** os aglomerantes ou estabilizantes não podem, de jeito nenhum, diminuir a qualidade de adesão que se obteria somente com o solo.

c) Identificação das argamassas de assentamento usadas: Nos Casos B1 e B2, não foi possível identificar exatamente um tipo de traço para as argamassas, pois a experiência que o morador ia adquirindo em relação à consistência e aspecto da argamassa fazia com que as porcentagens fossem definidas arbitrariamente, seguindo, no entanto, alguns parâmetros da composição dos adobes. A assessoria no Caso B1, não especificou para o morador os critérios para a elaboração da argamassa. No caso B2, a assessoria dava algumas orientações para manter a qualidade da argamassa. Neste mesmo caso, após a elevação da maioria das paredes, percebeu-se que a argamassa estabilizada com cal facilitava mais o trabalho do que usar a argamassa com cimento, pois a de cal demorava menos tempo para secar, dando maior intervalo de tempo para o morador preparar a argamassa, levá-la até o local de assentamento dos adobes sem que secasse muito rápido enquanto ele assentava os adobes.

3.2.2. Caracterização da sub-etapa de execução das fiadas dos três casos

Como apresentado na **Tabela 27**, esta segunda etapa da elevação da parede é semelhante à utilizada com outro tipo de bloco ou tijolo. Esta etapa se restringe especificamente às fiadas, pois, embora as etapas das interfaces pudessem fazer parte desta etapa, o objetivo é destacar a relevância de cada uma.

Tabela 27 – Caracterização da sub-etapa de execução das fiadas dos três casos. Fonte: Autor 2011

Sub-etapa	Variáveis	Características segundo as variáveis das etapas		
		Caso A	Caso B1	Caso B2
3.2.2 EXECUÇÃO DAS FIADAS	Umedecimento dos adobes no momento de assentá-los	Sem foi feito	Não foi feito	Às vezes era feito (quando o dia era muito quente e adobe com cimento puxava muito rápido a umidade da argamassa)
	Quantidade de fiadas das paredes	Até a cumeeira: 32; Fachada frontal: 19; Fachada posterior: 23	Até cumeeira: 23 + Cinta; Fachada frontal: 14 fiadas + cinta; Fachada posterior: 17 + cinta.	Até a cumeeira: 26 + cinta (fachada frontal e posterior); Fachadas laterais: 16 + cinta.
	Quantidade de fiadas dos pilares da varanda	Pilares em madeira	Não chegaram a se colocar pilares antes do colapso	20 fiadas
Operações	Variáveis	Características segundo as variáveis das operações		
		Caso A	Caso B1	Caso B2
3.2.2.1 Execução da primeira fiada	Execução da primeira fiada segundo o projeto	Num primeiro momento não. Num segundo momento foi feito o projeto tendo que desmanchar algumas paredes, para tentar seguir a modulação projetada pela assessoria.	Sim teve projeto, mas não foi seguido.	Sim teve projeto, mas não foi seguido.
	Altura e traço da junta horizontal para assentar a primeira fiada	1,5cm aprox. de só terra e água.	3 cm a 6 cm aprox. de só terra e água.	2,5cm aprox. de terra: cimento: casca arroz
	Execução no nível e esquadro das primeiras fiadas	Sim foi feito	Algumas paredes (por exemplo, da cozinha) ficaram fora do prumo e nível	Sim foi feito
3.2.2.2. Execução das esquinas	Prumo e esquadro das esquinas	Algumas paredes tiveram em média 3 cm fora do prumo e esquadro. (corrigido posteriormente pelo reboco)	Algumas paredes apresentaram 5 cm a 6 cm fora do prumo.	Era feito cuidadosamente.
	Limpeza da superfície da fundação	Sim foi feita	Sim foi feita	Sim foi feita
	Elaboração e seguimento do projeto de seqüência das fiadas de adobe	Teve projeto, mas as soluções no canteiro foram diferentes (tamanho do adobe e argamassa de junta vertical não eram constantes)	Teve projeto, mas as soluções no canteiro foram diferentes (tamanho do adobe e argamassa de junta vertical não eram constantes)	Teve projeto, mas as soluções no canteiro foram diferentes (tamanho do adobe e argamassa de junta vertical não eram constantes)

Continua

3.2.2.3 Execução das fiadas seguintes	Amarração das esquinas	Foi feita amarração com aço dobrado ao esquadro	Numa primeira conversa com o morador ele disse ter feitas as amarrações, numa segunda conversa disse que não sabia que tinha que amarrar. Pelas fotografias achadas não se encontrou evidência da amarração. É possível que não tenha amarrado.	Foi feita amarração com aço dobrado ao esquadro.
	Distância entre amarrações das esquinas	As esquinas foram amarradas cada 3 fiadas.	Não aplica	Às vezes cada 3 ou 5 fiadas.
	Amarração perimetral	Cada 5 fiadas, inclusive na altura das portas e janelas para fazer o papel da cinta de amarração.	Executada uma cinta de concreto de 15 cm x 15 cm, com dos aços embutidos. A cinta contornava o perímetro externo da casa e o perímetro da suma dos 3 quartos.	Na parede da cumeeira foi usado bambu, também foi executada uma cinta de concreto, moldada por adobes canaletas com 2aços no seu interior.
	Travamento das interseções entre as paredes	Em grande parte, as paredes foram travadas	Em grande parte, as paredes não foram travadas	Em grande parte, as paredes foram travadas
	Alturas totais das paredes	Até a cumeeira: 3,73m; Fachada frontal: 2,20m; Fachada posterior: 2,64m.	Até cumeeira: 3,78m; Fachada frontal: 2,17; Fachada posterior: 2,78.	Até a cumeeira (fachada frontal e posterior) 4,30m; Até a cinta de amarração (fachadas laterais: 2,67m

Conclusão

a) Contextos sem terremotos: Embora o contexto onde foram construídas as habitações dos três Casos, não tenham características sísmicas, o qual determina consideravelmente um projeto de alvenaria, ainda é importante estudar com mais cuidado sobre a relação entre a altura, largura e os vãos da paredes com a eficiência estrutural mesmo sem abalos sísmicos, mas considerando ventos e chuvas fortes. Ainda não se tem um parâmetro exato para uma casa de adobe em áreas que não estão sujeitas a terremotos, como o tipo e a quantidade de reforços nos cantos, na cinta de amarração, etc. Por exemplo, no Caso A, não existiu uma cinta de amarração de concreto, mas teve duas barras de aço passando por todo o perímetro, dentro da argamassa de assentamento, na altura das portas. O contrário aconteceu no Caso B1, onde foi projetada uma cinta de amarração de concreto. No caso B2, outra opção mais econômica que do Caso B1, porém mais onerosa do que do caso A, foi a implementação da amarração e distribuição de cargas perimetrais na parede. Tanto o Caso A como o Caso B2 não tiveram problemas em relação à amarração perimetral da casa, o que indica que, ou os detalhes nos dois casos foram corretos, ou possivelmente foram super dimensionados.

b) Adaptações em contexto sem terremotos: nas regiões que sofrem com abalos sísmicos, as paredes das casas têm reforços embutidos. Pergunta-se então: no caso onde não se tem problemas de terremotos, as paredes não precisam de reforços embutidos nas paredes? Geralmente, algumas construções tradicionais, por exemplo, nos Andes na América do sul, os moradores não colocavam esses reforços estruturais complementares na parede, mas conservavam uma largura de parede que ia de 20 cm até 40 cm. Será que no caso brasileiro, pelo fato de não ter estas condições sísmicas, seria o suficiente que a parede tivesse uma largura de 20 cm, aumentando a estabilidade pela própria massa da parede, sem necessidade de colocar barras de aço a cada 3 ou 4 fiadas nos cantos, nem colocar aços em todo perímetro a cada 5 fiadas como aconteceu no Caso A? A parede precisa de alguns reforços e especificações estruturais, mas, pergunta-se: quais seriam os mais ideais neste contexto sem terremotos?

3.3. Caracterização da etapa das interfaces da parede de adobe com outros sub-sistemas construtivos dos três casos

A etapa relacionada às interfaces da parede de adobe com outros sub-sistemas construtivos, também chamada às vezes só de interfaces, foi subdividida em 5 sub-etapas, as quais, por meio das variáveis, ajudaram a identificar ao todo 20 características por cada caso. Exceto no Caso B1 que, por não ter sido concluída a construção por causa do colapso, foram consideradas somente 9 características e as 5 sub-etapas não foram subdivididas em operações.

A seguir é apresentada a **Tabela 28** com a variável que mais influenciou na caracterização dos três casos em relação às interfaces:

Tabela 28 – Caracterização da variável que mais influenciou na caracterização das interfaces dos três casos. Fonte: Autor 2011

Etapa	Variáveis	Características segundo as variáveis das etapas		
		Caso A	Caso B1	Caso B2
3.3 INTERFACES	Projetos completos e corretos de detalhes construtivos das interfaces, antes de começar a obra.	Antes de começar a executar cada etapa das interfaces, só na cobertura foram feitos alguns detalhes construtivos. Os demais foram se desenvolvendo simultaneamente à construção da casa.	Não teve	Antes de começar a executar cada etapa das interfaces, só na cobertura foram feitos alguns detalhes construtivos. Os demais foram se desenvolvendo simultaneamente à construção da casa.

a) Projetos arquitetônicos completos e detalhados: Além de um adequado projeto de execução do processo, tanto da produção de adobe quanto da elevação da parede, é absolutamente necessário que o projeto arquitetônico, por mais simples que pareça, desenvolva os detalhes das interfaces que serão implementados na construção da casa. Embora muitos problemas técnicos tenham que ser resolvidos no canteiro, um bom detalhamento construtivo garante também a qualidade da habitação.

b) Adaptações erradas baseadas em outros sistemas construtivos: Em relação às interfaces do projeto, existiu uma tendência em adaptar os detalhes construtivos baseados nas outras habitações construídas com blocos cerâmicos. Isto é um problema, porque cada sistema construtivo tem suas próprias características.

Um projeto rigoroso de detalhes construtivos facilita a elaboração dos orçamentos, dos materiais pedagógicos como manuais e até a própria formação preliminar dos assessores que estarão acompanhando as obras. Nem todos os detalhes podem ser executados segundo o planejado, mas existindo estes detalhes, cria-se uma base para que as soluções tenham menos risco de improvisações erradas.

c) Esforços não suficientes: Apesar do grupo de assessores-pesquisadores ter desenvolvido projetos arquitetônicos e tentado construir num diálogo com o morador, as soluções técnicas para a construção das casas e vários detalhes construtivos poderiam ter sido mais aprimorados.

3.3.1. Caracterização da sub-etapa da interface da parede de adobe com a fundação dos três casos

Esta primeira etapa, apresentada na **Tabela 29**, corresponde ao primeiro contato da parede de adobe com outro subsistema construtivo, além de ser uma das interfaces que caracteriza de maneira primordial a arquitetura e construção com terra, pois é nesta etapa onde se deve prevenir um dos principais problemas causados pela umidade na parede.

Tabela 29 – Caracterização da sub-etapa de interface da parede de adobe com a fundação. Fonte: Autor 2011

Sub-etapa	Variáveis	Características segundo as variáveis das etapas		
		Caso A	Caso B1	Caso B2
3.3.1 Interface com a fundação	Distancia da fundação acima do nível do chão de terra	18 cm aprox.	50 cm aprox.	50 cm aprox.
	Momento de execução do contrapiso	Antes da elevação da parede	Pensado para ser depois da elevação da parede	Antes da elevação da parede
	Impermeabilização do respaldo da fundação	Sim foi feita	Sim foi feita	Sim foi feita
	Solução à acumulação da água chuva na primeira fiada	Revestimento impermeabilizado das 2 primeiras fiadas por dentro e por fora das paredes.	Não foi solucionada	Produção de adobe a base de cimento das 2 primeiras fiadas.

A água e a fundação: Como mencionado no Capítulo 2 em relação aos problemas da arquitetura com terra, a fundação e a base da parede se tornam um dos pontos mais importantes para se projetar e executar e garantir que a base da parede esteja protegida da umidade.

Nos três casos, a fundação ficou afastada do nível do chão. No entanto, nos casos B1 e B2 não se tomou o devido cuidado da relação entre a largura da parede e a largura da fundação, pois a fundação, sendo plana e mais larga que a parede, ocasionava o acúmulo de água na base da parede. Não adianta muito afastar a fundação do chão se acumula água na base da parede.

Deve-se pensar em soluções para proteger sempre a base da parede, diminuindo os efeitos da água chuva e da capilaridade, como por exemplo, a impermeabilização do respaldo da fundação que foi realizada nos três Casos.

3.3.2. Caracterização da sub-etapa da interface da parede de adobe com as janelas e portas dos três casos

Como apresentado na **Tabela 30**, nesta segunda etapa, juntam-se os dois tipos de vãos das paredes, pois, geralmente, os detalhes construtivos desta interface, tanto para as portas como para as janelas, são muito similares.

Tabela 30 – Caracterização da sub-etapa da interface da parede de adobe com as janelas e portas. Fonte: Autor 2011

Sub-etapa	Variáveis	Características segundo as variáveis das etapas		
		Caso A	Caso B1	Caso B2
3.3.2 Interface com as portas e janelas	Reforço na fiada embaixo do vão da janela	2 aços passando pelo perímetro todo, embaixo da fiada inferior do vão da janela.	Não teve	2 aços de 1,60m passando embaixo da fiada inferior do vão da janela.
	Reforço para minimizar o peso dos adobes acima do vão da janela e a porta	a) 2 aços passando pelo perímetro todo, embaixo da fiada superior do vão da janela; b) aumento da seção do batente e colocação de um montante central na janela; c) Colocação de verga de madeira acima do vão da janela.	A cinta de amarração passava pela altura dos vãos.	a) 2 aços passando pelo perímetro todo, embaixo da fiada superior do vão da porta e janela; b) colocação de vergas de madeira acima dos vãos; b) execução de arcos com tijolo maciço em 2 vãos da casa.
	Solução da instalação do batente na parede	Chumbamento com argamassa de cimento e areia, usando pregos cravados nos batentes	Não foi pensada	Chumbamento com argamassa de cimento e areia, usando pregos cravados nos batentes. As laterais dos vãos tinham adobes mais resistentes estabilizados com cimento.

a) Fixação dos batentes: O uso cotidiano das portas e janelas causa um impacto que é absorvido pela parede. Para que a parede possa absorver estas forças é necessário pensar na forma de fixação dos batentes na parede. Nos três casos não foram colocadas peças que atuassem como transição entre o batente e a parede. Somente no Caso B2 foi usado o adobe estabilizado com cimento no contorno da parede para receber com mais firmeza os parafusos que fixam o batente.

b) Vergas sobre os vãos das portas e janelas: Apesar do aço ser um material que trabalha a tração, não é recomendável colocá-lo acima dos vãos, porque a tendência dele é curvar com o peso do adobe, pois a barra de aço não consegue ficar totalmente pressionada pela argamassa e pelo peso dos outros adobes que estão nas extremidades do vão. Tanto no Caso A como no B2 aconteceu este problema, precisando-se reformar e reforçar por meio de vergas, arcos, aumento da seção do batente e até colocar um montante central em vão de 1,20m. A solução que aparentemente foi a mais simples foi a realizada no caso B1, cuja cinta de amarração passava justamente acima destes vãos, amarrando a parede e suportando o peso dos adobes acima dos vãos. No entanto, como já dito no item da elevação da parede, a execução da cinta aumenta o custo devido às formas de madeira que são necessárias para a sua concretagem. Uma solução para minimizar estes custos seria usar os adobes canaleta que foram produzidos no Caso B2.

3.3.3. Caracterização da sub-etape da interface da parede de adobe com a cobertura dos três casos

Esta terceira interface apresentada na **Tabela 31**, também é uma das que caracterizam a construção com terra, pois por meio de um projeto adequado, a parede de adobe (qualquer parede com terra) resiste aos problemas causados pela umidade das chuvas.

Tabela 31 – Caracterização da sub-etape da interface da parede de adobe com a cobertura nos dois casos. Fonte: Autor 2011

Sub-etape	Variáveis	Características segundo as variáveis das etapas		
		Caso A	Caso B1	Caso B2
3.3.3 Interface com a cobertura	Peças e materiais para distribuição das cargas pontuais das vigas sobre a parede	Calços e berços de madeira	Não aplica	Calços e berços de madeira; pedaços de aço e chapa metálica.
	Fixação das peças da estrutura de madeira na parede	Com parafusos.	Não aplica	Com parafusos e pregos.
	Comprimento do beiral.	77 cm aprox.	Não aplica	50 cm aprox.

a) Cobertura e a direção das chuvas: a cobertura ajuda a proteger casas das chuvas. No entanto deve-se lembrar que nem sempre as chuvas são perpendiculares ao piso da casa, pois as chuvas de vento impactam a parede de lado sem ser obstaculizadas pelos beirais. Porém nos estudos de orientação da casa é importante observar as direções dos ventos predominantes e das chuvas, para que as fachadas não fiquem tão expostas aos efeitos da chuva, como também aos efeitos do sol, pois estas mudanças fortes de temperatura da parede podem deteriorar mais rápido os revestimentos da parede exposta.

b) Beirais, ventos e chuvas: Os beirais compridos ajudam conduzir a água que cai pela borda dos beirais para longe da base da parede. O morador do Caso B2, argumentava que não adiantava colocar um beiral muito comprido por duas razões relacionadas aos ventos: a primeira era porque um beiral de maior área poderia ser levantado pelos fortes ventos; e, a segunda, porque os ventos faziam a chuva chegar de lado. Por conta disso o morador decidiu colocar um beiral de aproximadamente 50 cm. No Caso A, não tinha esses problemas de ventos fortes com chuva, onde se pode aumentar o beiral até 77 cm.

c) Acertos na fixação da cobertura na parede: De modo geral, tanto no Caso A quanto no Caso B2, foram colocadas peças de transição entre as cargas pontuais das vigas de madeira e a parede de adobe. Este foi um aspecto positivo e planejado, pois na equipe de assessores existia uma pessoa com dedicação específica na cobertura, que apoiado pelo assessor de adobe, puderam implementar detalhes construtivos adequados neste tipo de interface.

3.3.4. Caracterização da sub-etapa da interface da parede de adobe com as instalações dos três casos

Esta interface é pouco estudada, pois geralmente sua execução se realiza de maneira similar a outro tipo de alvenaria cerâmica, sendo resolvida geralmente no canteiro, sem planejamentos preliminares que ajudem a otimizar a qualidade da habitação. Na **Tabela 32** é apresentada a caracterização desta interface.

Tabela 32 – Caracterização da sub-etapa da interface da parede de adobe com as instalações em dois casos. Fonte: Autor 2011

Sub-etapa	Variáveis	Características segundo as variáveis das etapas		
		Caso A	Caso B1	Caso B2
3.3.4 Interface com as instalações	Ferramenta para abertura dos rasgos	Martelo	Não aplica	Esmerilhadeira elétrica (somente na instalação hidrosanitária)
	Modo para embutir e tampar a tubulação elétrica	Rasgos feitos na parede, cobertos com argamassa de cimento e areia	Não aplica	Passo do conduto através de adobes com cavidades especiais.
	Modo para embutir e tampar a tubulação hidráulica	Rasgos feitos na parede, cobertos com argamassa de cimento e areia	Não aplica	Rasgos feitos na parede, cobertos com argamassa de cimento, terra e cal
	Modo para embutir e tampar a tubulação do esgoto	Rasgos feitos na parede, cobertos com argamassa de cimento e areia	Não aplica	Rasgos feitos na parede, cobertos com argamassa de cimento, terra e cal

a) Inovações nas instalações: Nos Casos A e B2, a instalação hidráulica e sanitária foi executada da mesma maneira. No entanto, no Caso B2 foi realizada uma inovação enquanto o uso de adobes especiais para a compatibilização com a instalação elétrica, trazendo vantagens como: eliminar a etapa de abrir os rasgos para passar os condutes, não gerar impactos na parede no momento de abrir os rasgos com martelo, não precisar de argamassa para tampar os rasgos e criar uma interface mais limpa. Uma solução adotada no Caso B2, para não bater as paredes, foi usar uma esmerilhadeira elétrica, pois o morador possuía este equipamento, conseguindo usá-lo facilmente para abrir os rasgos das instalações hidráulica e sanitária.

3.3.5. Caracterização da sub-etapa da interface da parede de adobe com os revestimentos

Esta última interface apresentada na **Tabela 33**, junto com a da cobertura e da fundação, completam as três características essenciais da arquitetura e construção com terra, pois o projeto adequado que

desenvolva corretamente estas três interfaces garante a durabilidade da edificação em relação aos efeitos, sobretudo da umidade.

Tabela 33 – Caracterização da sub-etapa da interface da parede de adobe com os revestimentos dos três casos. Fonte: Autor 2011

Sub-etapa	Variáveis	Características segundo as variáveis das etapas		
		Caso A	Caso B1	Caso B2
3.3.5 Interface com o revestimento	Testes de revestimento não implementados	8	Não aplica	Ainda não foi implementado 1 teste realizado
	Materiais do revestimento executado.	Diferentes traços a base de cimento e areia.	Não aplica	O possível revestimento implementado será a base de pasta de cal, solo arenoso, solo argiloso e óleo de linhaça.
	Espessura do revestimento	De 2 cm a 5 cm	Não aplica	Cerca de 1,5cm
	Melhoramento de aderência dos revestimentos nas áreas úmidas	Fixação de tela de galinha com tampas de garrafa e pregos.	Não aplica	Fixação de tela de galinha com tampas de garrafa e pregos.
	Revestimentos para proteção da chuva simultânea à elevação da parede	Não precisou	Não pensados	Em algumas paredes foram realizados com a argamassa que sobrava do assentamento dos adobes.

a) Revestimentos e preconceito: Apesar dos testes realizados nos dois Casos, não foi possível implementar revestimentos adequados para as paredes de terra. O principal motivo tem sido a falta de credibilidade por parte dos moradores em relação aos revestimentos que não usam cimento. Espera-se que o morador do Caso B2 implemente o teste realizado a base de pasta de cal, solo arenoso, solo argiloso e óleo de linhaça.

b) Momento para execução do reboco: O revestimento deve ser uma etapa que seja executada antes das épocas de chuvas, pois sua principal função é proteger a parede e sua aplicação não pode ser realizada em parede com muita umidade. No caso B2, pelo fato de ter sido usado adobes estabilizados com cimento, a parede tem conseguido suportar várias chuvas, ao contrário do Caso A, que foi necessário revestir logo depois de cobrir a casa.

3.4. Resultados da categorização e reagrupamento das características da Tabela das etapas construtivas dos três casos

Após ter realizado a aplicação do método visual para identificar os dados que ajudaram a responder as **10 perguntas** relevantes dentro das várias Tabelas apresentadas anteriormente, continua-se aqui com o item “c” referente à **categorização e reagrupamento dos dados segundo as perguntas relevantes**, proposto na metodologia de análise da Tabela, descrita no início deste capítulo.

Para realizar a categorização e o reagrupamento das **10 perguntas** relevantes foi necessário dois procedimentos:

- a) Identificar e categorizar todas as características que respondiam a cada uma das **10 perguntas** relevantes (ver **Apêndice C**); e
- b) Reagrupar as características que conservavam a mesma essência através de duas análises:
 - a primeira foi uma *análise vertical* que continua a lógica da **Pergunta 10** buscando encontrar o grupo de características que diferenciaram um caso dos outros dois. Esta análise vertical foi denominada de **AGRUPAMENTO 0**, com o objetivo de ser o princípio da análise; e
 - a segunda uma *análise horizontal* buscou categorizar e reagrupar as **9 perguntas** restantes, em **8 AGRUPAMENTOS** da seguinte forma:
 - **AGRUPAMENTO 1** - nos três casos as características foram semelhantes;
 - **AGRUPAMENTO 2** - em 2 casos as características foram semelhantes;
 - **AGRUPAMENTO 3** - nos três casos as características foram diferentes;
 - **AGRUPAMENTO 4** - nos três casos as características significaram problema;
 - **AGRUPAMENTO 5** - em 2 casos as características significaram problema;
 - **AGRUPAMENTO 6** - em 1 caso as características significaram problema;
 - **AGRUPAMENTO 7** - nos 2 últimos casos as características significaram avanços; e
 - **AGRUPAMENTO 8** – em um caso dos 2 últimos, as características significaram avanços.

Embora possam existir outro tipo de relações e ser possível a criação de mais agrupamentos, foi necessário delimitar estas categorizações com o objetivo de não aumentar a complexidade do trabalho e

também, porque nesses 9 agrupamentos se encontra a essência das características da análise tanto individual quanto grupal dos três casos.

Nestes novos reagrupamentos, usou-se também o conceito de “similar” complementando geralmente o conceito de “igual”. Isto ocorreu devido a características identificadas nas Tabelas que não eram totalmente iguais (com atributos idênticos), mas sim similares (da mesma natureza).

É importante para o leitor que pretenda usar as características definidas nestes capítulos, para possíveis implementações num projeto similar, reformular consideravelmente todas as características que estiveram destacadas com contorno vermelho, ou também as dos **AGRUPAMENTOS 4,5 e 6**.

A seguir na **Figura 109**, é apresentado o um diagrama que mostra, o como, foi o reagrupamento por meio da análise vertical e a horizontal explicada no item b.

Figura 109 – Diagrama de categorização e reagrupamento dos dados da Tabela que caracterizaram os três casos segundo uma análise vertical e horizontal das 10 perguntas relevantes. Fonte: Autor 2011

3.4.1. AGRUPAMENTO 0: Grupo de características que diferenciaram 1 caso dos outros 2

Entendendo o conceito de caracterização como o que diferencia uma coisa da outra, retomamos a idéia de que as características que caracterizaram cada caso, foram todas as que não foram iguais ou se assemelharam aos outros dois casos em relação às etapas construtivas. Porém, o conjunto de todas as células da Tabela com fundo branco daria como resultado este grupo de características que caracterizaram ou diferenciaram um caso do outro. Com o objetivo de não repetir as características que já foram identificadas na Tabela segundo cada caso, nos itens a seguir relacionados a cada um dos Casos (A, B1 e B2), ajudam a entender de maneira resumida este agrupamento 0 (zero), chamado assim por ser o ponto de partida para uma análise grupal, apresentada nos outros itens que vão desde o agrupamento 1 ao 8.

3.4.1.1. No caso A:

Observou-se que: **a)** das 107 características relacionadas à produção de adobe: nenhuma significou problemas; 69% (74 características) foram diferentes dos outros dois casos; e 31% (33 características) foram iguais ou semelhantes aos outros dois casos; **b)** das 36 características relacionadas à elevação da parede: 14% (5 características) significaram problemas; 83% (30 características) diferenciaram-no dos outros dois casos; e 17% (3 características) foram iguais ou semelhantes aos outros dois casos; **c)** das 20 características relacionadas às interfases: 45% (9 características) significaram problemas; 70% (14 características) diferenciaram-no dos outros dois casos; e 30% (6 características) foram iguais ou semelhantes aos outros dois casos.

Ao todo, das 163 características levantadas sobre este caso, 9% (14 características) significaram problemas; 72% (118 características) foram diferentes dos outros dois casos; e 28% (45 características) foram iguais ou semelhantes aos outros dois casos.

Em outras palavras, pode-se afirmar, de modo geral, que este Caso A, em relação às etapas construtivas, se caracterizou por não ter problemas significativos no processo todo de produção do adobe. No entanto, na elevação da parede teve algumas dificuldades relacionadas à dimensão da junta vertical, ao grau de umidade da argamassa de assentamento, ao prumo e esquadro dos cantos; à falta de seguimento de um

projeto de modulação dos adobes que compõem as fiadas e a falta de travamento de algumas partes das paredes.

As interfaces foi a etapa construtiva que mais significou problemas, onde, embora tenham se implementado algumas soluções, a qualidade dos detalhes construtivos poderiam ter sido melhores. Alguns destes problemas se referem à: falta de reforços que melhoram a distribuição do peso do adobe acima dos vãos das janelas e portas; fixação inadequada dos batentes; ferramenta e modo de embutir as tubulações na parede; ao uso de rebocos a base de cimento e areia com espessuras muito grossas; e, de modo geral, falta de projetos que detalhassem as interfaces.

3.4.1.2. No caso B1:

Observou-se que: **a)** das 107 características relacionadas à produção de adobe: 35% (37 características) significaram problemas; 60% (64 características) foram diferentes dos outros dois casos; 40% (43 características) foram iguais ou semelhantes aos outros dois casos e só 1% (1 característica) significou avanço em relação ao Caso A; **b)** das 36 características relacionadas à elevação da parede: 42% (15 características) significaram problemas; 92% (33 características) foram diferentes dos outros dois casos; 8% (3 características) foram iguais ou semelhantes aos outros dois casos e 3% (1 característica) significou avanços em relação ao Caso A; **c)** das 9 características relacionadas às interfaces, 56% (5 características) significaram problemas; 78% (7 características) foram diferentes dos outros dois casos; 22% (2 características) foram iguais ou semelhantes aos outros dois casos; e nenhuma característica significou avanço em relação ao Caso A.

Ao todo, das 152 características levantadas sobre este caso, 38% (57 características) significaram problemas; 68% (104 características) foram diferentes dos outros dois casos; 32% (48 características) foram iguais ou semelhantes aos outros dois casos; e só 1% (2 características) significou avanços em relação ao Caso A.

Em outras palavras, pode-se afirmar, de modo geral, que este Caso B1, em relação às etapas construtivas, se caracterizou por ter a maior porcentagem (38%) de problemas em relação aos outros 2 casos. O conjunto de cada característica que significou problemas adicionado a outros fatores relacionados ao projeto como um todo, ocasionou irreversivelmente o seu colapso. Seus problemas já foram amplamente

estudados no Capítulo 2 e também podem ser verificados nas Tabelas deste Capítulo. Apesar de mais da metade das suas características não ter significado problemas, somente 1% foi interpretado como avanço em relação ao Caso A.

3.4.1.3. No caso B2:

 Observou-se que: **a)** das 107 características relacionadas à produção de adobe: 22% (24 características) significaram problemas; 59% (63 características) foram diferentes dos outros dois casos; 41% (44 características) foram iguais ou semelhantes aos outros dois casos e 10% (11 característica) significaram avanços em relação ao Caso A; **b)** das 36 características relacionadas à elevação da parede: 14% (5 características) significaram problemas; 83% (30 características) foram diferentes dos outros dois casos; 17% (6 características) foram iguais ou semelhantes aos outros dois casos e 6% (2 característica) significou avanços em relação ao Caso A; **c)** das 20 características relacionadas às interfaces: 15% (3 características) significaram problemas; 65% (13 características) foram diferentes dos outros dois casos; 35% (7 características) foram iguais ou semelhantes aos outros dois casos; e 35% (7 características) significaram avanços em relação ao Caso A.

Ao todo, das 163 características levantadas sobre este caso, 20% (32 características) significaram problemas; 65% (106 características) foram diferentes dos outros dois casos; 35% (57 características) foram iguais ou semelhantes aos outros dois casos; e 12% (20 características) significaram avanços em relação ao Caso A.

Em outras palavras, pode-se afirmar, de modo geral, que este Caso, em relação às etapas construtivas, se caracterizou por ter tido dois grandes momentos da sua produção de adobe: um estabilizado somente com esterco de gado e o outro estabilizado com cimento, passando por vários ensaios de resistência à compressão. Foram também desenvolvidas várias tipologias de adobe, ajudando a melhorar as interfaces com a cinta de amarração, com a instalação elétrica, e dar maior resistência ao pilar. Tais melhorias significaram avanços em relação ao Caso A.

Seus problemas mais significativos, sendo vários similares ao Caso B1, por fazerem parte do mesmo projeto, se referem a: distância do local de extração do solo; composição granulométrica do solo; custo e

viabilidade dos materiais para a estabilização desse solo; falta de água; dificuldades decorrentes pela secagem rápida do barro quando estabilizado com cimento; baixo rigor de produção; baixo desempenho dos adobes produzidos somente com solo e esterco; falta de junta vertical entre os adobes assentados; falta de travamento e de acompanhar um projeto de sequência das fiadas da parede; e, a falta de projetos complementares e corretos de detalhes construtivos antes do início das obras. Este caso foi o mais longo na produção dos adobes (2 anos e meio) causado pela predominância do trabalho individual.

3.4.2. AGRUPAMENTO 1: Nos três casos as características foram iguais ou semelhantes

O Agrupamento 1 foi criado a partir da essência da pergunta: o que foi igual e similar?. Neste agrupamento, se juntaram todas as características que foram iguais ou similares nos três casos.

A interpretação que se pode dar a estas características do agrupamento 1, baseia-se na consideração de que cada caso estava inserido nos projetos e pesquisa de um grupo, com um determinado grau de experimentação. Com isto, imagina-se que quando certa característica testada 3 vezes não significou problema, pressupõe-se que é uma característica com aprovação de 100% se levado em conta a comparação dos três casos. Pode-se então inferir que esta característica, fenômeno ou valor da variável analisada, mesmo em contextos diferentes, poderá ser repetida em outro projeto.

A maior evidência que comprova a influência de cada contexto e as diferenças entre eles, se deve a que das 214 características (resultado da junção dos três casos) somente 5,61% (12 características) foram iguais nos três casos. A seguir são apresentadas estas características:

Produção de adobe

1. Foram três oficinas realizadas com a comunidade em geral;
2. As práticas de campo, mais usadas nas oficinas referentes ao projeto geral, foram os testes tátil-visual e o teste de vidro;
3. O impacto ambiental da extração do solo em relação à construção da casa, de modo geral foi mínimo, pois foi extraído do próprio lote e aproveitada a terra que sobrava do corte de um trecho da estrada SP333 que estava em ampliação;

4. A terra não teve nenhum custo monetário para o morador, pois foi do próprio lote do morador e doação da prefeitura (isto não inclui os custos provenientes do transporte);
5. A expansão do solo foi de 30%;
6. No descanso do barro se acrescentava mais água para o barro não desidratar;
7. A correção da umidade do barro, após o descanso do barro, foi às vezes realizada;
8. Sempre foi feita a limpeza, lavagem e umedecimento da forma de madeira;
9. O instrumento predominante para o retiro do excedente do barro quando moldado, era as próprias mãos;
10. Para a secagem dos adobes, somente eram virados em 2 faces, secando entre 2 a 5 dias;
11. Foi feita a limpeza da fundação para assentar a primeira fiada;

Elevação da parede

0 características definidas.

Interfaces

12. O respaldo da fundação foi sempre impermeabilizado.

3.4.3. AGRUPAMENTO 2: Em 2 casos as características foram iguais ou semelhantes

Da mesma maneira que no item anterior dos três casos iguais, este agrupamento faz parte da pergunta: o que foi igual e similar? A diferença deste agrupamento para o anterior é que neste estão todas as características que foram iguais em somente dois casos (A com B1, A com B2 e B1 com B2). Assim como interpretado no Agrupamento 0, o fato de duas características terem sido semelhantes ou iguais, pode indicar que essa característica foi verificada ou corroborada em 66% em relação aos três casos analisados. Isto quer dizer também que existe 33% de probabilidade destas características serem diferentes caso sejam reaplicadas em outra experiência com condições similares. Das 214 características (resultado da junção dos três casos), este grupo representou 14% (30 características), sendo a terceira porcentagem mais alta, vinda depois do agrupamento das características que foram diferentes nos três casos, e as que significaram problema em um caso. As 30 características deste agrupamento 2 são as seguintes:

Produção de adobe

1. O tamanho do adobe sem retração (medidas internas da forma de adobe) foi de 30cm x 15cm x 15cm;
2. Foram dois traços ensaiados e não usados;
3. Não foram obtidos dados de desvio padrão nem do coeficiente de variação em relação ao ensaio de resistência à compressão;
4. O tempo de preparação do canteiro individual demorou 1 mês;
5. As dimensões internas da forma de madeira foram de 30cm x 15cm x 14cm;
6. O tipo de madeira usada nas formas para moldar os adobes era de *Pinus*;
7. A forma de madeira foi parafusada e encaixada;
8. O local de produção foi tanto em área para produção coletiva quanto no lote individual;
9. A profundidade de extração abaixo da camada orgânica esteve entre 0,30m a 20m (aprox.);
10. O local de armazenamento da terra extraída foi tanto na área coletiva quanto no próprio lote sem ser protegida;
11. Não foi necessário picar o material estabilizador da terra quando usadas a casca de arroz e o esterco de gado seco;
12. Tanto o local para fazer a mistura quanto para o amassamento do barro foi acima do contrapiso;
13. O modo do amassamento do barro foi realizado com os pés e com a ajuda da enxada;
14. O material usado na superfície onde os adobes foram produzidos era a areia fina espalhada;
15. O modo de desmoldagem do adobe era realizado levantando a forma de madeira cuidadosamente e perpendicular ao chão;
16. O meio de transporte dos adobes da área de produção coletiva para o lote foi de carreta;
17. A quantidade total de meses gastos para a produção total de adobe a serem usados na casa (produção na área individual e na coletiva) variou entre 11 e 13 meses;
18. Foi explicado e informado aos moradores sobre os resultados dos ensaios de resistência à compressão dos adobes;
19. O estabilizante não teve custo, foi gratuito ou recebido em doação;
20. Os componentes da mistura do barro geralmente estavam secos, ou com a umidade ambiente e às vezes com um pouco mais de umidade causada pelas chuvas;
21. O nível do chão para a produção dos adobes foi plano (acima do contrapiso);
22. A aparência da superfície superior do adobe moldado foi homogênea e geralmente lisa;
23. As primeiras fiadas foram executadas no nível e no esquadro;

24. Teve uma tipologia de adobe; forma de madeira sem recobrimento nas laterais interiores e com volume somente de paralelepípedo maciço;

Elevação da parede

25. A dimensão da junta horizontal podia ficar entre 1,5cm a 2,5cm;
26. Foi feita amarração nos cantos usando aço dobrado (no esquadro);

Interfaces

27. A distância da fundação acima do nível do chão de terra foi de 50 cm (aprox.);
28. O momento de execução do contrapiso foi planejado para ser realizado antes da elevação da parede;
29. Na execução da cobertura, foram colocados calços e berços de madeira, pedaços de aço e chapas metálicas para distribuir as cargas pontuais das vigas da cobertura sobre a parede de adobe. A fixação destas peças foi realizada com parafusos e pregos;
30. Para melhorar a aderência do revestimento nas áreas úmidas da casa, como cozinha, banheiro e lavanderia, foi fixada uma tela de galinheiro com tampas de garrafas e pregos;

3.4.4. AGRUPAMENTO 3: Nos três casos as características foram diferentes

Este agrupamento de características que foram diferentes nos três casos resume a essência daquela pergunta básica de: o que foi diferente? Os resultados deste agrupamento demonstraram que o que mais predominou na análise grupal dos três casos, foi a diferença e não a similaridade ou igualdade dos 3 projetos, reforçando a idéia da dificuldade em padronizar algo que por sua própria natureza pode ser diferente, como no caso da habitação social de terra em assentamentos rurais. Das 214 características (resultado da junção dos três casos) 46% (96 características sem levar em conta as características que foram diferentes mas que significaram problemas ou avanços) foram diferentes comparando os três casos. Pode-se interpretar como o grupo de características que podem variar em 100% (levando em conta os resultados dos três casos) se reaplicadas num outro projeto com características iguais ou similares. A seguir são apresentadas estas 96 características:

Produção de adobe

1. A quantidade de oficinas realizadas individualmente variou entre 1,2 e 7;
2. A produtividade máxima de adobes por dia variou entre 130, 220 e 500 unidades;
3. A produtividade mínima de adobes por dia variou entre 30, 60 e 200 unidades;
4. Os tipos de energia utilizada variavam entre humana, solar, elétrica, combustível fóssil, e as necessárias para produzir o cimento usado na estabilização do adobe, caso seja necessário;
5. A quantidade de solo usado para as habitações projetadas foi de 25m³, 26m³ e 32m³ e a quantidade de adobes produzidos e usados na construção da casa ficaram em 3.500, 4.432 e 5.141 unidades;
6. O tempo da produção coletiva de adobe (antes de ser no lote individual) foi de 1ano (de julho 2003 a julho 2004), 7meses (e mar. de 2007 a set. 2007), e 0 meses (morador somente produziu adobes individualmente no seu lote a partir de out. 2007);
7. O tamanho em centímetros dos adobes com retração (após a secagem) usados nas casas variou, ficando em: 29,0; 28,5; 30,0; e 29,8 no **Comprimento**, 14,2; 14,0; 14,4; 15,2; e 15,4 na **Largura** e 9,9; 13,5; 13,8; 13,5 e 13,0 na **Altura**;
8. O tipo e quantidade de ferramentas mais usadas foram: 1 e 2 pás, 1 a 2 enxadadas, 1 a 2 carrinhos, 1 mangueira, 1 tanque de água de 200lt e 2 baldes;
9. Alguns equipamentos usados foram: triturador elétrico para picar as fibras vegetais, furadeira, lixadeira, serrote, serrinha, cola industrial para colar o polietileno nas laterais da forma de madeira do adobe;
10. A quantidade de unidades de adobes que a forma de madeira moldava variava entre 1, 3, 4 e 6 adobes;
11. O local de produção do adobe no espaço coletivo podia ser tanto um barracão de 300m² (aprox.) e coberto, quanto uma estrutura de bambu coberta com lona de 200m² (aprox.). Estas áreas coletivas tinham entre 300m² a 800m² de área coberta. Por outro lado, a produção individual geralmente foi em cima do contrapiso da casa e também dentro de outras estruturas cobertas de aproximadamente 30m²;
12. A distância entre o local de produção do adobe e a casa, variou entre 10m e 25m (quando no próprio lote) e de 300m a 400m (quando no espaço de produção coletiva);
13. Os materiais usados para estabilização da terra variaram entre a casca de arroz, esterco de gado seco, capim, palha de cotralaria, casca do feijão guandu e a palha colonial, cimento e areia média;

14. O local da limpeza, lavagem e umedecimento da forma de madeira podia ser com um carrinho cheio de água, uma caixa de água de 250lt de PVC ou um tambor de 150lt (aprox.);
15. O modo de colocação do barro na forma de madeira podia ser: lançando o barro com um volume similar ao tamanho do adobe a 70cm ou 30cm de altura; sem lançamento; e, somente colocando o barro, preenchendo primeiro os cantos e fazendo uma compactação moderada com as mãos;
16. A quantidade de pessoas para a desmoldagem variava entre 1 e 2, dependendo do tamanho da forma de madeira;
17. A porcentagem média de retração do adobe após a secagem total estava entre: 3,3%, 5%, 0% e 0,6% no **Comprimento**, 5,3%, 6,6%, 4% e 0% na **Largura**, e 10%, 3,6%, 1,4%, 3,4% e 7,1% na **Altura**;
18. Os adobes secavam tanto na sombra (sob estruturas cobertas) quanto diretamente ao sol direto (acima do contrapiso);
19. O tempo de secagem do adobe na posição da moldagem variava entre 1, ½, 3, e 4 dias;
20. Quando os adobes apresentavam rebarbas de barro seco nas suas arestas, eram tiradas com facão ou colher de pedreiro;
21. A distância para o transporte dos adobes desde a área de produção coletiva era 300m e 400m (aprox.);
22. O local de extração do solo era do próprio lote ou dentro de uma distancia de 150m de radio;
23. O tamanho do adobe sem retração era de 30cm x 15cm x 11cm;
24. O tempo de preparação do canteiro individual demorou 1 semana;
25. As dimensões interiores da forma de madeira foram de 30cm x 15cm x 11cm;
26. A forma de madeira era somente parafusada;
27. O local de produção do adobe foi somente no lote individual;
28. A profundidade de extração abaixo da camada orgânica foi de 0,20m a 2m;
29. O local de armazenamento da terra extraída foi tanto em barracão coberto quanto no próprio lote, sem ser protegida;
30. Uso de um picador elétrico para cortar as palhas (fibras vegetais) e diminuir seu tamanho;
31. Tanto o local de mistura quanto do amassamento do barro, foram dentro do mesmo monte de terra;
32. O modo de amassamento do barro foi somente usando a superfície inferior da enxada;

33. Um plástico preto acima do contrapiso foi usado para os adobes estabilizados com cimento não grudarem;
34. O modo de desmoldagem do adobe era realizado levantando a forma de madeira cuidadosamente por um dos lados mais compridos da forma;
35. Quando a produção de adobe foi realizada no próprio lote onde seria construída a casa, não foi necessário o transporte como seria no caso de uma produção em área coletiva;
36. O resultado da curva de distribuição foi de 50% Areia; 6% Silte; 44% Argila;
37. Uso do método Faria (2002) para a realização de ensaios de resistência à compressão do adobe;
38. A quantidade de meses gastos na produção de adobe no lote individual foi de 1 mês em uma época sem chuva;
39. O tempo de preparação do canteiro para a produção coletiva do adobe foi de 1 mês;
40. As ferramentas usadas para a extração da terra foram: carrinho, pá e enxada;
41. A terra foi peneirada com peneira de tela quadrada de 5mm (aprox.) e era protegida na produção coletiva no barracão e não protegida quando a produção era no próprio lote, pois não era época de chuva;
42. O local de obtenção da água era dentro do próprio assentamento perto da casa do morador ou em poço também do próprio lote;
43. A água não era comprada, embora tivesse custo derivado da bomba elétrica que puxava a água do poço;
44. O sistema para a obtenção do barro foi artesanal;
45. Tanto antes quanto depois do descanso e a correção da umidade do barro, a sua aparência era plástica e pastosa;
46. O chão da área de produção dos adobes sempre estava limpo;
47. Os adobes empilhados foram protegidos na época de chuva e os adobes estabilizados com cimento não precisaram ser protegidos da chuva;
48. As pilhas de adobe eram protegidas contra a umidade por capilaridade, pois às vezes ficavam no contrapiso ou em cima de tábuas de madeira quando ficavam no chão de terra;
49. Implementação e acompanhamento de um projeto de modulação das primeiras fiadas;
50. Realização cuidadosa do prumo e esquadro nos cantos das paredes;
51. O local de obtenção do estabilizante era dentro do próprio assentamento ou dentro do lote individual;

52. A quantidade do estabilizante teve várias quantidades dependendo do caso estudado: 612kg de casca de arroz, 2 caminhões de esterco de gado, 20 balaios de casca de arroz, 15 sacos de cimento, e a areia não teve dado;
53. As unidades de medida para fazer a mistura do barro foram com latas de 25 lt ou com carrinhos, medindo e criando relações de volume com sacos de cimento;
54. No início, a tendência é a umidade do barro ficar muito alta até o morador encontrar o ponto certo;
55. Proteção do barro com plástico ou lonas quando o barro descansava ou não se protegia quando o adobe era estabilizado com cimento;
56. O tempo de descanso do barro era de um dia para o outro; o adobe com cimento não podia ficar mais de 30min descansando;
57. Após a produção total dos adobes, iniciava-se a elevação da parede, estando os adobes completamente secos;
58. Empilhamento dos adobes até uma altura de 1,20m a 1,50m, com a largura da pilha igual ao comprimento do adobe e com espaços para circular o ar;
59. Umedecimento dos adobes no momento de assentá-los, e mais ainda quando o adobe era estabilizado com cimento, pois puxava a umidade da argamassa de assentamento, principalmente em dias muito quentes;
60. A quantidade de traços usados e que foram ensaiados foi de 1 e 4;
61. O material usado nas laterais interiores da forma de madeira para o barro não grudar variava entre areia fina e água com cinza do fogão de lenha;
62. A amarração perimetral foi feita a cada 5 fiadas, inclusive na altura das portas e janelas para fazer o papel da cinta de amarração;
63. Valor de resistência à compressão foi de 1,42MPa;
64. Alguns critérios predominantes para a seleção do material estabilizador na composição do adobe foram: **a)** Necessidade de biomassa para estabilizar um solo argiloso; **b)** ser resíduo agrícola na região;

Elevação da parede

65. A quantidade de adobes por m² de parede considerando as juntas pode variar entre 22,32 – 18,73 e 20,81 unidades de adobe, dependendo o tamanho exato do adobe seco;
66. O tempo de elevação da parede pode variar entre 4, 8 e 10 meses;

67. A área final da parede (considerando as juntas) e dependendo da tipologia ficaram entre 230,31m², 186,81m² e 212,91m²;
68. Os dados para o cálculo da área final se basearam em: quantidade total de adobes; comprimento e altura do adobe retraído considerando a dimensão da junta; área da lateral externa do adobe; quantidades de adobe que cabem em 1m²; e não considerar os vãos das portas e janelas;
69. As áreas totais das casas, sem contar a varanda, ficaram em 63m², 69m² e 87m²;
70. As áreas totais das casas, contando a varanda, ficaram em 75m², 81m² e 100m²;
71. As áreas totais das casas cobertas, ficaram em 102m², 100m² e 125m²;
72. O tipo e quantidade de ferramentas mais usadas variaram: 2 cavaletes, 2 colher de pedreiro, 1 a 2 enxadas, 1 a 2 pás, 1 a 2 carrinhos, 1 a 2 prumos, 1 nível de bolha, 1 escada, 3 a 12 tabuas, 1 linha, 1 trena, 1 balde e um facão;
73. A distância de produção da argamassa de assentamento em relação à casa, variava entre 1m, 7m, 10m ou podia ser em cima do próprio contrapiso;
74. A quantidade de argamassa produzida por dia dependia da quantidade de adobes que assentava nesse dia. O excedente da argamassa podia ser usado para revestir as paredes com o objetivo de protegê-las temporariamente das chuvas;
75. A característica do local de produção da argamassa de assentamento podia ser em poços cavados no chão de terra com profundidade de 70cm (aprox.) aproveitando-se a própria terra desse poço; acima do próprio monte de terra; abrindo um buraco do lado; ou ainda em cima do contrapiso da casa;
76. O diâmetro do local de produção da argamassa de assentamento podia ser entre 1m a 1,70m (nos poços feitos no chão de terra); aproximadamente de 1,50m (acima do monte de terra usado para a construção da casa); ou de 3m (acima do contrapiso);
77. O amassamento da argamassa de assentamento foi realizado com os pés (tanto no poço quanto no buraco feito no monte de terra usado para a construção da casa). Foi usada também a enxada, amassando várias vezes;
78. Às vezes se protegia o barro da argamassa de assentamento enquanto descansava;
79. Após o descanso da argamassa de assentamento, geralmente não se corrigia a umidade, pois já se tinha colocado água suficiente antes de começar seu descanso;

80. A quantidade de fiadas da parede (variava segundo a altura do adobe) foi de 32, 23, e 26 fiadas até a cumeeira; 19, 14 e 16 em uma das fachadas e 23, 17 e 16 em outra fachada. Nos casos onde tinha cinta de amarração considerou-se mais uma fiada;
81. Os pilares foram tanto de madeira quanto de adobe, tendo este último 20 fiadas;
82. A distância entre cada amarração dos cantos da casa variava entre 3 a 5 fiadas;
83. As alturas totais das casas variaram e ficaram em: 3,73m, 3,78m e 4,30m **na cumeeira**, 2,20m, 2,17m e 2,67m **numa das fachadas**; e 2,64m, 2,78m e 2,67m na outra **fachada**;
84. A proteção das paredes contra a chuva se fazia com plástico ou lona, cobrindo de maneira que a chuva não afetasse a base da parede. As paredes de adobe estabilizado com cimento não precisavam de proteção. As paredes também podiam ser protegidas revestindo-as com a argamassa de assentamento simultaneamente à elevação da parede;
85. O tempo de amassamento da argamassa de assentamento era de cerca de 1h a 1h30min. (aprox.);
86. A argamassa de assentamento descansava geralmente um dia, quando estabilizada com cimento não descansava, porque secava muito rápido;
87. A altura e traço da junta horizontal para assentar a primeira fiada variaram de 1,5cm a 2,5cm;
88. Realização de testes da argamassa de assentamento que permitiram o uso de um traço com as mesmas características da composição do adobe;

Interfaces

89. O comprimento do beiral da cobertura variou entre 50cm e 77cm;
90. Foram realizados entre 1 e 8 testes de revestimentos a base de materiais compatíveis com a parede de adobe, para mostrar diferentes opções ao morador e assim rebocar a casa;
91. A distância da fundação acima do nível do chão de terra foi de 18cm (aprox.);
92. O momento da execução do contrapiso foi pensado para ser realizado após a elevação da parede;
93. O reforço usado na fiada que fica embaixo do vão das janelas variou entre a colocação de 2 barras de aço de 1,60 (num vão de 1,20m) e 2 barras de aço que passavam nessa altura no perímetro todo nas paredes exteriores da casa;
94. Espessura do reboco de 1,5cm;
95. Não foi necessário usar revestimentos simultâneos à elevação da parede, com o propósito de proteger a parede de chuvas, pois a parede era geralmente protegida com plástico;

96. A solução à acumulação da água da chuva e suas consequências na base da parede, foi realizar um revestimento com impermeabilizante nas duas primeiras fiadas, tanto por dentro quanto por fora da parede;

3.4.5. AGRUPAMENTO 4: Nos três casos as características significaram problema

A essência deste agrupamento 4 se baseia na pergunta: o que significou problema? Concentrou-se no grupo de características que significaram problemas tanto iguais quanto diferentes dentro da mesma variável nos três casos. Das 214 características (resultado encontrado nos três casos) somente 2,80% (6 características) significaram problemas comuns nos três casos. Pode-se interpretar novamente como reforço à idéia da diferença mais do que a da similaridade ou igualdade que caracterizou os projetos como um todo. Para uma futura interpretação destas características se recomenda que estas sejam repensadas e reformuladas buscando tanto soluções novas ou soluções a partir das implementadas nestes problemas. A seguir são apresentada as 6 características deste agrupamento:

Produção de adobe

0 características definidas

Elevação da parede

1. Falta de preenchimento do espaço da junta vertical entre os adobes assentados na parede;
2. Depois do assentamento das primeiras fiadas, não foi seguido um projeto de sequência ou modulação, por ter adobes com pequenas variações nos comprimentos e não ter uma dimensão de junta vertical constante;
3. Em várias partes das paredes não se realizava os devidos travamentos entre as paredes;

Interfaces

4. Falta de projetos completos e corretos de detalhes construtivos das interfaces, antes de começar as obras;

5. Por falta de uma solução correta ao problema da distribuição do peso dos adobes acima do vão da janela teve-se que implementar reforços para minimizar este problema acima dos vãos. As soluções variaram entre: **a)** a colocação de 2 barras de aço passando pelo perímetro todo da parede por baixo da fiada sobre o vão da janela e porta, **b)** aumento da seção do batente e colocação de um montante central na janela, **c)** colocação de verga de madeira acima do vão da janela e porta, **d)** colocação de uma cinta de amarração passando na altura dos vãos das janelas e portas, e **e)** execução de arcos com tijolo maciço e alguns vãos da casa;
6. Falta de solução ou execução inadequada da instalação dos batentes das portas e janelas nas paredes. Estas soluções inadequadas foram realizadas chumbando os batentes (com pregos cravados nas suas laterais) usando argamassa de cimento e areia;

3.4.6. AGRUPAMENTO 5: Em 2 casos as características significaram problema

Este agrupamento 5, faz parte também da pergunta básica de: o que significou problema? Neste caso se identificou o grupo de características que significaram problemas, tanto iguais como diferentes, mas da mesma variável em somente 2 casos (A com B1, A com B2 e B1 com B2). As características deste agrupamento pode-se considerar que representam 66% dos problemas de um processo construtivo, mas existe ainda 33% de possibilidade de ter resultados positivos. Das 214 características (resultado dos três casos), este grupo representou 8,88% (19 características) dos problemas, sendo esta a segunda percentagem mais alta dos 3 grupos que juntam as características que significaram problemas. A seguir são apresentadas as 19 características deste agrupamento.

Produção de adobe

1. A quantidade de meses gastos para a produção de adobe no lote individual foi desde 5 meses, como de intensivos 2 meses em época de chuva, chegando a demorar até 31 meses;
2. Falta de realização de ensaios de distribuição granulométrica, ou o solo ter uma percentagem considerável de silte (25,8% Areia aprox.; 28,5% Silte aprox.; 45% Argila aprox.);
3. Falta de realização de ensaios a compressão do adobe, e dificuldade na adaptação de normas de outro tipo de materiais, para seguir um mesmo procedimento para a realização de ensaios do adobe.

4. O tempo de preparação do canteiro de produção coletiva do adobe demorou 6 meses, atrasando posteriormente a produção individual.
5. Dependência e custos agregados ao uso de um veículo para a extração da terra, como por exemplo, um trator patrôla;
6. Dependência e custo agregado ao uso de um meio de transporte da terra extraída como, por exemplo, um caminhão de 6m³ (aprox.) de capacidade;
7. A terra não foi peneirada;
8. Falta de monitoramento e conhecimento sobre a quantidade de água gasta;
9. O local de obtenção da água que não ficava dentro do próprio lote, ocasionado deslocamentos e transportes;
10. A água tinha que ser comprada como, por exemplo: 1 tanque de 4000lt custava R\$15.00;
11. Na produção coletiva, o sistema de mecanização para a obtenção do barro por meio de uma pipa não teve resultados positivos;
12. Tanto antes quanto depois do descanso e da correção da umidade do barro, a sua aparência era pouco plástica, e às vezes até muito úmida, e quando estabilizado o barro com cimento o barro secava muito rápido;
13. Superfície de produção dos adobes pouco limpa e com pedaços de barro seco;
14. Às vezes os adobes empilhados que estavam secando não eram protegidos da chuva, prejudicando sua qualidade;
15. As pilhas de adobe não eram afastadas do chão, danificando-os pela umidade por capilaridade e pelo próprio contato com o chão de terra, principalmente quando chovia;

Elevação da parede

16. Argamassa de assentamento muito úmida nas primeiras fiadas aumentando a retração;
17. Argamassa de assentamento secava muito rápido quando estabilizada com cimento;
18. Apesar de a assessoria ter realizado o projeto de modulação da primeira fiada, na hora da execução não foi implementado pelo morador;
19. Algumas paredes dos cantos ficaram em 3cm, 5cm e 6cm fora do prumo e esquadro;

Interfaces:

0 características definidas

3.4.7. AGRUPAMENTO 6: Em 1 caso as características significaram problema

Este agrupamento 6, é o ultimo que juntou as características que significaram problema e também fez parte da pergunta básica: o que significou problema? Este grupo de características que significaram problemas, tanto diferentes como iguais, mas da mesma variável em somente 1 caso, o que indica que nos outros dois casos, as características dessa mesma variável não implicaram dificuldades, podendo, portanto, ser reaplicadas em outra experiência com características iguais ou similares. Das 214 características (resultado dos três casos) 15,89% (34 características) significaram problemas só em um caso. Dos 3 agrupamentos de características que significaram problemas, pode-se observar que este agrupamento teve o maior número, considerando que o Caso B1 somou uma série de problemas que levaram ao colapso, aumentando assim os problemas em somente um caso. A seguir são apresentadas as 34 características deste agrupamento:

Produção de adobe

1. O tipo de mão de obra predominante era individual;
2. A quantidade de meses gastos na produção de adobe no lote do morador foi de 31 meses;
3. A quantidade de traços usados e não ensaiados foram 5;
4. Falta de conhecimento do morador sobre os resultados dos ensaios no laboratório por não ter tido explicação e informação dos assessores;
5. A necessidade de comprar o material estabilizador da terra para a produção do adobe: **Casca de arroz:** R\$ 3,00 / balaio (saco de 70 cm x 50 cm x 25cm aprox.). **Cimento:** R\$ 18,00 (aprox.) / saco de 50 kg. **Areia média lavada:** R\$ 36,00 / 1m³;
6. O local de obtenção do estabilizante ficava a 20min de carro do assentamento;
7. Falta de controle da quantidade de estabilizante usado na produção do adobe;
8. Falta de unidades de medida para misturar e obter o barro, pois não se deve fazer aleatoriamente;
9. Muita umidade dos componentes do barro pela exposição às chuvas, ;
10. A umidade do barro já preparado era muito alta, com a idéia de facilitar a retirada da forma de madeira;
11. Falta de proteção do barro contra a umidade da chuva enquanto o barro descansava;
12. Não deixar descansar o barro pelo menos de um dia para outro;

13. Desnível nas extremidades da superfície na área de produção dos adobes, provocando a entrada da água chuva;
14. Realização de marcas exageradas com os dedos na superfície do adobe que estava sendo moldado;
15. Poucos dias transcorridos de secagem do adobe para ser usado na elevação da parede, por causa da produção paralela de adobes e a elevação da parede, principalmente em época de chuva;
16. O empilhamento dos adobes em forma compacta (numa área de 2m x 2m), sem deixar espaços para o ar circular e continuar secando os adobes;
17. Falta de cuidados no transporte dos adobes da área de produção coletiva, quebrando as arestas dos adobes;
18. Os traços reais usados para a produção do adobe não foram definidos e foram realizados aleatoriamente pelo morador, sem controle das proporções em volume;
19. O desejo de experimentação na composição do adobe, em relação à seleção do material estabilizador como a biomassa usada para estabilização da terra. Não teve critérios definidos nem monitoramento do seu desempenho e qualidade;
20. Argamassa de assentamento sem traço definido (só terra e água ou terra, água e diferentes tipos de palha) e com muita água;

Elevação da parede

21. A dimensão da junta horizontal ficou entre 2cm a 5cm;
22. Falta de proteção das paredes contra as chuvas, ou quando protegidas com plástico ou lona, só se cobria uma parte dos topos das paredes, desprotegendo a base delas;
23. O tempo de amassamento era muito rápido, cerca de 10min;
24. A argamassa de assentamento não descansava;
25. Falta de umedecimento dos adobes no momento de assentá-los, ocasionando perda de umidade da argamassa de assentamento;
26. A altura e traço da junta horizontal para assentar a primeira fiada foi de 3cm a 6cm, só de terra e água;
27. Primeiras fiadas elevadas fora do prumo e esquadro com até 6cm fora do eixo da parede;
28. Falta de amarração dos cantos das paredes da casa;

Interfaces

29. Falta de reforço na fiada que fica embaixo do vão da janela;
30. Espessura do revestimento foi de 2cm a 5cm;
31. Não foi solucionado o problema do acúmulo de água da chuva em relação às suas consequências nas duas primeiras fiadas da parede;
32. Uso do martelo para abertura dos rasgos nas paredes para a passagem das instalações hidrosanitária e elétrica;
33. Uso de argamassa de cimento e areia para tampar os rasgos nas paredes onde passavam as instalações hidrosanitaria e elétrica;
34. Uso de diferentes traços a base de cimento e areia para rebocar a parede;

3.4.8. AGRUPAMENTO 7: Nos 2 casos as características significaram avanços

A essência deste agrupamento se baseou na seguinte pergunta: o que significou avanços? Pensou-se em uma maneira de enxergar os avanços enquanto etapas construtivas propostas pelo grupo assessor. Os resultados deste agrupamento de características foram os mais baixos em relação aos outros agrupamentos, sendo que somente 0,93% (2 características) foram definidas como avanços em relação ao Caso A. Segundo estes resultados pode-se interpretar que o acúmulo de experiência no Caso A, evoluiu muito pouco em relação aos avanços que poderiam ter sido implementados nos outros dois casos, entendendo que este acúmulo da primeira experiência pertencia ao mesmo grupo assessor, mas em um assentamento com características diferentes ao do Caso A. Em seguida são apresentadas 2 características deste agrupamento:

Produção de adobe

1. Construção de uma estrutura coberta de 30m² aprox., para produzir os adobes no lote individual.

Elevação da parede

2. Execução de uma cinta de amarração de concreto de 15cm x 15cm, com duas barras de aço embutidas no perímetro externo da casa e também no perímetro dos 3 quartos; uso do bambu

(vara de pescar) na amarração de algumas fiadas; e, execução de uma cinta de amarração de concreto no perímetro exterior da casa, moldada por adobes em forma de canaleta e reforçadas com 2 barras de aço;

Interfaces:

0 características definidas

3.4.9. AGRUPAMENTO 8: Em um dos 2 últimos casos as características significaram avanços

Por fim, este ultimo agrupamento, mostra as características que significaram avanços em somente 1 caso. A diferença do agrupamento anterior é que das 214 características (resultado dos três casos) 7% (15 características) são iguais ou diferentes a outras que significaram avanços em somente um caso. Com os problemas evidenciados no Caso B1, os avanços do Caso B2 foram maiores, porque foram os mesmos assessores que estiveram mais próximos da construção das casas de adobe, influenciando nas propostas que significaram os devidos avanços. No entanto, esta porcentagem ainda foi pequena, considerando que foi o terceiro Caso e, portanto, o último onde deveria ter tido uma retroalimentação do acúmulo de experiência e uma reformulação das características dos dois casos anteriores que pudessem refletir em uma evolução ainda maior. A seguir são apresentadas as 15 características deste agrupamento:

Produção de adobe

1. Desenvolvimento de 9 tipologias de adobe;
2. 4 tipos de traços usados e ensaiados à resistência a compressão;
3. 3 tipos de traços não usados e não ensaiados, mas como experimentações;
4. Recobrimento com polietileno branco nas laterais interiores da forma de madeira, para o barro escorregar, facilitando a desmoldagem do adobe e poupando a areia que geralmente se coloca quando as laterais é a própria superfície da madeira;
5. Formas de madeira com 3 configurações diferentes do volume do adobe para serem usados na canaleta, no pilar e na instalação elétrica.

6. Se comparado com o caso B1 o controle e implementação dos seguintes traços, são considerados como avanços: **a)** 1carriola de solo: 1carriola de esterco; **b)** 5carriola de solo: 1 saco cimento: 1 carriola de casca arroz; **c)** 7carriolas de solo: 1 saco cimento: 1 carriola de casca arroz; **d)** 5 carriolas de solo: 1 saco cimento: 1 carriola de areia média. Convertidos para o mesmo volume, significaria a seguinte proporção: **a)** 1:1 **b)** 20:1: 4 **c)** 28:1: 4 **d)** 28:1: 4;
7. 4 traços usados e que foram ensaiados à resistência a compressão com valores médios de 1,2MPa, 1,92MPa, 0,72MPa e 2.1MPa;
8. Uso de alguns critérios para a seleção do material estabilizador do solo, como: **a)** necessidade de biomassa para estabilizar um solo argiloso; **b)** tratar o solo siltoso; e **c)** baixo desempenho do adobe em época de chuva.

Elevação da parede

9. Uso de cal na composição da argamassa de assentamento dos adobes;

Interfaces

10. Produção de adobe estabilizado com cimento para melhorar a sua resistência às chuvas das duas primeiras fiadas;
11. A ferramenta usada para realizar a abertura dos rasgos para a colocação das tubulações das instalações hidrosanitárias foi a esmerilhadeira;
12. Foi usada uma argamassa a base de terra, cal e cimento para tampar os rasgos com as tubulações hidrosanitárias;
13. Para a passagem das instalações elétricas dentro da parede, foram desenvolvidos adobes especiais;
14. Possivelmente o revestimento para rebocar a casa toda seja à base de pasta de cal, solo arenoso, solo argiloso e óleo de linhaça;
15. Em algumas paredes foi realizado um revestimento de proteção às chuvas com a argamassa que sobrava do assentamento dos adobes;

Um projeto de habitação social e rural em adobe torna-se viável na medida em que cada etapa construtiva, como as apresentadas anteriormente, seja pelo menos considerada no planejamento do projeto.

A Tabela é uma ferramenta que pode e deve se desenvolver ainda mais na identificação de outras características. No entanto, foi apresentada a conformação básica do conhecimento necessário para a formulação técnica de projetos usando o adobe na produção de habitação social em assentamentos rurais.

Embora algumas etapas construtivas pareçam não ter o mesmo nível de importância comparando-se a outras, foram deixadas na Tabela com o propósito de sinalizar os detalhes que possam aprimorar ainda mais o processo construtivo. A literatura disponível sobre o tema apresenta as etapas construtivas sem, contudo, atingir o nível de detalhamento suficiente para mostrar todas as informações, ou pelo menos os assuntos que devem ser considerados num projeto de habitação rural em adobe.

A ordem das etapas construtivas pode ser compreendida de diferentes maneiras segundo o olhar e experiência de cada leitor, significando com isto que, o objetivo da Tabela não é mostrar um processo rígido, mas pelo contrário, é estimular a interconexão entre as diferentes etapas, pois varias relações podem acontecer entre elas. Para este trabalho, a construção da Tabela se estruturou com base nos acontecimentos dos três casos, permitindo enxergar os seus resultados de um processo mais técnico e real.

Um processo construtivo não depende somente da técnica em si, como também dos passos que o morador-construtor e o assessor-pesquisador realizam para tornar a casa um elemento físico, tátil e real. No próximo capítulo são colocados, de modo geral, alguns outros aspectos que influenciaram também nas etapas construtivas da casa, ajudando a compreender melhor o que envolve todo um processo construtivo em adobe em assentamentos rurais.

CAPÍTULO 4

CONSIDERAÇÕES SOBRE A INTEGRALIDADE DO PROCESSO CONSTRUTIVO EM ADOBE:
PROJETO GERAL, ATORES, TRADIÇÃO CONSTRUTIVA E CONDIÇÕES CLIMÁTICAS E NATURAIS

Esta última parte do trabalho considera, finalmente, que o processo construtivo não deve ser interpretado somente como a soma das etapas construtivas, senão, entender que por detrás destas etapas existe uma série de relações complexas que conformam todo um aparato, aparato que influencia direta ou indiretamente o desenvolvimento dessas etapas construtivas. Isso auxilia no entendimento do porque uma casa caiu e as outras duas ficaram em pé.

Com o objetivo de articular o capítulo 1 como os outros dois capítulos, nesta continuação se apresentam algumas considerações que estimulam a reflexão sobre as relações do contexto geral dos projetos de produção de habitação social em assentamentos rurais. Para realizar estas considerações foram adotados 4 aspectos: o universo do projeto geral nos assentamentos rurais, os atores, a tradição construtiva, e o meio natural e climático.

4.1. Universo geral do projeto nos assentamentos rurais

Visão integral e holística do projeto geral: Com as experiências dos projetos desenvolvidos nos dois assentamentos podemos observar que a casa de adobe, como o espaço físico, não foi suficiente. Pensar num projeto integral implica uma visão holística, considerando uma série de necessidades que sejam

coerentes com o meio e a vida rural. Alguns dos projetos referenciados no Capítulo 1 auxiliaram na identificação de que projetos no meio rural, assim como nos outros meios, precisam considerar vários **componentes** que o caracterizam de outros, como por exemplo: a obtenção da água, a energia elétrica, o tratamento e gestão de resíduos, a agricultura, as atividades geradoras de renda, o transporte, a atenuação dos desastres naturais, e de modo geral, a participação da comunidade, etc. E como tudo isto interfere, por exemplo, no processo construtivo da casa. Talvez não seja preciso uma reflexão muito profunda para entender que a falta de água (como aconteceu mais marcadamente nos casos B1 e B2) ocasiona diversos problemas como: a inviabilização do uso de um material que precise da água para seu funcionamento (como o barro e cimento); que a pessoa que trabalha não tenha como se hidratar nos dias mais quentes, ou que a família que trabalha não tenha como preparar seus alimentos; que o morador precise comprar água sem ter condições de pagá-la; que os cronogramas das obras se atrasem e que este atraso ocasione ritmos pouco harmônicos em relação aos períodos que caracterizam o ano, como a época das chuvas, e assim por diante.

Se a pessoa que trabalha não tem uma fonte de renda fixa ou o seu trabalho não tem um retorno que remunere seu esforço individual e familiar, será que ela consegue atender de maneira eficaz e humana às suas necessidades? O que o projeto integral deve considerar em seu planejamento sobre este aspecto? O que acontece com o morador ou a família que precisa trabalhar constantemente para se manter, e além disso, trabalhar para construir sua casa? Como exigir que um morador construa com rapidez, se sua prioridade não se centra na construção da sua casa, ou se simplesmente não tem esses outros **componentes** que integralizam a sua vida rural?

Pode-se concluir, então, que o projeto geral deve considerar a relação de cada um desses **componentes** que fazem o projeto holístico ou integral com os tempos mais próximos da realidade que o projeto geral precisaria para se desenvolver num contexto previamente definido. A produção de adobe foi a etapa que mais levou tempo se comparada com a elevação da parede e a execução das interfaces. Os 3 Casos, cada um em seu contexto específico, indicaram que esta produção podia demorar entre 1 ano a 2 anos e meio. Como uma visão holística poderia otimizar estes tempos? Ou devemos entender que é mesmo este o tempo necessário para a produção do adobe? Talvez uma solução possível seja a inclusão de tecnologias apropriadas às diferentes necessidades do trabalhador rural.

Os outros componentes dessa visão integral poderiam também se destrinchar muito mais, o que indicaria a necessidade de desenvolver pesquisas sobre a influência de uma visão integral no desenvolvimento de um projeto habitacional rural.

Para terminar este item, podemos pensar sobre qual é o perfil do ator ou atores que devem planejar e articular tudo isto. E até onde é possível considerar este mundo de relações e necessidades num projeto geral que vise a construção das habitações.

Promoção das economias locais e suas adaptações às convencionais: o uso dos chamados materiais locais podem impulsionar as economias locais. Se a terra está disponível e é adequada para a construção, então ela poderia se transformar num componente construtivo de uso na vida cotidiana dos assentados, promovendo a descentralização e independência das economias convencionais. Ou até mesmo se inserir nessas economias convencionais através de empreendimentos que produzam e comercializem o adobe. Mas como inserir um argumento destes num contexto de assentamentos rurais? Uma possível solução podia ter sido a implementação de uma espécie de banco ou almoxarifado de materiais dentro do próprio assentamento durante o desenvolvimento dos projetos gerais nos assentamentos rurais Pirituba II e Sepé Tiaraju. Isso porque um dos problemas evidenciados era que a dinâmica das compras dos materiais, de modo geral, tinha que se fazer nas cidades próximas aos assentamentos, acarretando, por sua vez: transporte e distribuição em cada lote, distantes um do outro; gasto de tempo tanto de alguns moradores quanto dos assessores na sua distribuição; atrasos de obra por causa do atraso na entrega dos materiais, ou porque o morador não tinha as condições para ir até a cidade e trazer e/ou comprar os materiais para continuar a construção da sua casa, etc. Além de outros insumos, a produção de adobe poderia alimentar este tipo de banco de materiais, gerando renda tanto para quem os produz quanto para quem os vende ou os troca. A terra também poderia ter múltiplos usos, tanto na sua aplicação pelas várias técnicas de construção das habitações dos assentamentos rurais, quanto no desenvolvimento de, por exemplo, artesanatos. Então, como poderia o planejamento de um projeto geral promover as economias locais num processo simultâneo à construção das casas?

Participação e formação da comunidade: a participação da comunidade pode e deve ir além da sua participação para a construção da sua própria casa. A capacidade das pessoas muitas vezes são subestimadas, e pouco se leva em conta as habilidades que a comunidade já possui. Um projeto geral e integral, além de promover a autogestão de modo geral, pode fomentar, gerar, formar e até qualificar o trabalho da técnica do adobe, formando a mão de obra e, inclusive, capacitando a outras instituições que

tenham motivação para replicar este tipo de projetos. É claro que nem todos os moradores estarão interessados em se capacitar, mas é necessário pensar nas incubações de sementes culturais que podem enxergar na terra uma opção para o início de uma tradição construtiva. Nos projetos do Capítulo 1, vimos como o projeto geral determinou estratégias para que a capacitação tivesse continuidade no tempo, por meio da construção real de espaços comunitários. A estratégia utilizada foi a demonstração da qualidade técnica do adobe, ao invés da realização de oficinas que demonstrassem somente a produção do componente (o adobe) como foi realizado nos 3 casos estudados nesta dissertação. Não tem como desvincular a qualidade de cada etapa construtiva do grau de experiência, capacidade, formação e conhecimentos adquiridos previamente sobre o trabalho prático da construção com o adobe.

Pode parecer um mito a idéia de que a participação da comunidade deve permear todas as etapas para a produção da habitação. Talvez nem sempre seja necessário. O importante seria definir as etapas necessárias e imprescindíveis de participação e não participação da comunidade. Um exemplo disto, e que pode gerar uma contradição, é sobre o envolvimento da comunidade para analisar o solo mais apto para fazer adobe, incluindo as várias avaliações ou ensaios de desempenho do material. Embora isto seja uma etapa importante para a compreensão da técnica e para a continuidade desta prática de construção com terra, não é uma etapa que deva sempre incluir a toda a comunidade, pois pode chegar a ser um momento desgastante onde os moradores enxergam o processo de produção do adobe como algo tedioso, complexo, e até desnecessário, podendo se configurar como um momento que aumenta ou cria diferentes graus de preconceito e desmotivação para o uso da terra na construção. Seria mais recomendável, no entanto, identificar os grupos de pessoas que fazem parte desta comunidade com desejos de serem capacitados e que possuam determinadas habilidades individuais para fortalecer a capacitação de uma maneira mais aprofundada, com a expectativa de que o conhecimento traga benefícios em relação à geração de trabalho no futuro, e inclusive que eles sejam a mão de obra das várias habitações de um projeto geral que esteja acontecendo durante sua formação.

Mas, como um projeto geral pode implementar isto? Primeiro é preciso entender que estes processos levam tempo, e inclusive anos. Segundo, é necessário pensar na definição de programas e estratégias pedagógicas que junto com o projeto da construção das casas se encaixem num planejamento rigoroso e ao mesmo tempo flexível a partir de diagnósticos, estudos de viabilidade, formulação, execução, monitoramento e avaliação a curto, médio e longo prazo. É necessário criar também estratégias de difusão de projetos com boas experiências construtivas, visando criar um efeito multiplicador e de expansão

dessas práticas de construção com terra que podem, inclusive, serem melhoradas. O projeto do Caso A tem sido amplamente divulgado, porque é uma constatação de que é possível construir com adobe, sendo um exemplo real onde as pessoas podem evidenciar proporcionalmente, materialmente e qualitativamente o adobe.

A organização coletiva - um grupo pequeno dentro de um grupo grande: foi evidente que o projeto geral tanto das 77 casas (Assentamento Sepé Tiaraju) quanto das 49 casas (Assentamento Pirituba II), envolveram pequenos grupos e famílias que num primeiro momento estavam interessados no adobe, e que posteriormente e gradativamente chegaram a desistir desta técnica, ficando apenas um caso construído por cada assentamento.

Como a organização coletiva deve ser abordada no projeto geral das casas? Como a organização coletiva pode influenciar o processo construtivo? Observando a experiência dos dois assentamentos, podemos dizer que existiram dois caminhos de organização: o primeiro, quando a comunidade se considera organizada, e o segundo quando ela não está organizada. O projeto geral pode então entrar para organizar a comunidade ou se adaptar aos modelos de organização já preestabelecidos, como, por exemplo, a estratégia da divisão coletiva do trabalho, diminuindo os custos da mão de obra, valorando a participação da comunidade etc. Mas quais são as decorrências de se ter que organizar o desorganizado? E como lidar com os conflitos inter-pessoais? Podemos pensar que, principalmente, há um aumento considerável de trabalho a mais da equipe coordenadora, podendo ocasionar a perda do foco da construção da casa (que já é um projeto que contém seus próprios valores de esforço), passando a organização coletiva a se estabelecer como prioridade e ocupando toda a atenção e tempo das pessoas que tentam organizar o trabalho e assessorar a construção das casas.

É difícil lidar com pessoas e ao mesmo tempo lidar com o projeto arquitetônico. O grupo de famílias que se considerava um só (sejam as 77 ou 49 casas ou famílias) passa a se sub-dividir em tantos pequenos grupos que a estrutura para controlar estes fenômenos se converte em um cruzamento de inumeráveis relações complexas de entender e de encaminhar. Organizar um coletivo para a produção do adobe não foi diferente. Nas experiências de cada assentamento rural, a produção coletiva do adobe não teve sucesso, seja pela divisão do trabalho, seja por falta de recurso, seja pelas experimentações falidas de mecanização da produção, ou até mesmo pelos preconceitos culturais, entre outras várias razões. Mas como estas desarticulações coletivas influenciaram no processo construtivo? Existiram influências tanto positivas quanto negativas. Um exemplo das positivas é que tanto o Caso A como o B1 se beneficiaram da produção

dos adobes produzidos coletivamente, ou seja, aproveitaram os adobes produzidos anteriormente nas suas casas, o que indica que nem todo o esforço de produção de adobe nestes dois casos foi familiar, mostrando uma possível razão para que os moradores tivessem se mantido na decisão de construir, pois *“se tem adobes já produzidos então porque não usá-los se ninguém mais vai pegá-los?”*. Um exemplo das influências negativas pode estar relacionado ao fato de que a desarticulação das famílias atrasou o andamento das obras, e dividiu ainda mais aquele pequeno grupo (como o grupo alternativo no assentamento Sepé Tiaraju), sendo necessário implementar assessorias individualizadas, marcando claramente uma possível auto-exclusão da casa de adobe do resto do projeto, ficando cada um responsável pelas suas próprias escolhas. Esta exclusão, no entanto, não conseguia ter autonomia, porque a casa auto-excluída continuava ligada ao projeto geral, fazendo com que o problema de andamento das outras casas influenciasse no andamento da casa de adobe, ou vice-versa como aconteceu no Caso B2, onde o atraso do andamento das obras no seu canteiro influenciou na paralisação da liberação do recurso do projeto todo. Neste caso o morador precisava ter tempo para produzir de maneira individual os adobes da sua casa.

É claro que ter vários sistemas construtivos divide consideravelmente os esforços do planejamento, da execução e controle das obras e inclusive das relações entre os atores. Não é o mesmo assessorar uma produção de adobe ou simplesmente comprar blocos cerâmicos para a construção das casas. Um dos maiores erros técnicos dos projetos gerais nos dois assentamentos foi ter pensado o projeto de adobe como se fosse similar ou até igual ao bloco cerâmico. E isto se evidencia nas tipologias das casas, na largura das paredes, na distribuição dos vãos, na maneira como foram resolvidas as interfaces entre os sub-sistemas construtivos etc. Pode-se considerar que o projeto de adobe foi uma réplica do projeto do bloco cerâmico mal interpretada.

Até onde seria positivo que o projeto geral tivesse somente planejado construir casas com os mesmos materiais das paredes? Não seria melhor construir todo um projeto usando somente adobe ou mesmo o bloco cerâmico? O que seria, inclusive mais sustentável ou mais viável? Se a organização coletiva para a produção de adobe não funcionou nestes contextos dos assentamentos rurais, não seria melhor só otimizar a produção nos lotes individuais? Como pensar num projeto de mecanização que beneficie tanto uma produção coletiva quanto uma produção familiar?

Recursos econômicos: No capítulo 1, vimos que em vários dos projetos existiram diferentes instituições que apoiaram com recursos financeiros (governamentais e não governamentais, tanto nacionais quanto

internacionais) o desenvolvimento dos projetos habitacionais com o adobe, sejam com o caráter de pesquisa, sejam através de subsídio do estado, ou até mesmo por iniciativas assistencialistas ou caritativas. No caso dos projetos estudados os recursos econômicos foram geridos principalmente pela equipe assessora e pelos assentados. A equipe assessora, por fazer parte de uma Universidade e ter como objetivos o desenvolvimento de pesquisa, investiu recursos que também contribuíram para a construção das casas e simultaneamente para as suas pesquisas. Estas dinâmicas de fluxo do dinheiro são muito complexas de monitorar, tanto que não se tem um custo atual e exato das casas estudadas, sendo apenas estimadas. Esta estimativa poderia estar em cerca de **R\$ 6.200** (Caso A – com a mão de obra o valor total da casa, conforme o projeto geral, era R\$ 8.500) e **R\$ 12.000** (Caso B1 e B2 – com mão de obra o valor total da casa conforme o projeto geral era de R\$ 13.900) **sem contar a mão de obra**. Se destaca em negrito o custo sem a mão de obra precisamente para pensar que a este valor deveria ser acrescido outros valores como aqueles que foram investidos pela pesquisa (tanto dos projetos de pesquisa quanto alguns valores que os pesquisadores bancam de maneira individual com o objetivo de resolver pequenos problemas para viabilizar seus próprios estudos), os arcados pelo morador na solução de pequenos problemas no canteiro, os gastos derivados dos próprios imprevistos, e um valor que justifique o esforço da produção do adobe e que seja complementar ao custo da mão de obra, o qual não foi reconhecido. Mas como tudo isto interfere no processo construtivo? É claro que a ausência de recurso impossibilita a construção das diferentes etapas construtivas, e a liberação fragmentada destes mesmos recursos pode gerar atraso de obra, levando, por exemplo, a coincidir a produção de adobe ou a elevação de paredes com os períodos de chuva.

Embora, geralmente, a construção com adobe não dependa tanto do recurso econômico para a sua produção, se comparado com os materiais convencionais que precisam ser comprados, várias outras etapas, como a fundação e as diferentes interfaces, ainda dependem deste tipo de recurso para a sua viabilização. Serão necessários muitos anos para que possamos construir uma casa com estas características sem depender do mercado convencional e capitalista, como é atualmente visível no nosso contexto. Ou talvez,, com a evolução das técnicas e das sociedades de construções tradicionais, como aconteceu no projeto de *Tetos sem Madeira* na África, referenciado no Capítulo 1, possamos implementar a terra, ou outros materiais locais disponíveis, em outros sub-sistemas construtivos da casa, como a cobertura, os revestimentos, e até o piso. E que estes materiais não sejam pensados como soluções a serem desenvolvidas para as pessoas com menor condição econômica.

Geralmente em projetos habitacionais de interesse social, ou habitação para pobres, como muitas vezes se diz, onde se pressupõe como ponto de partida a necessidade de ser de baixo custo, se revela uma clara exclusão e diferenciação entre seres humanos. Por que deve-se pensar no mínimo, no básico, no mais pouco, nos materiais mais baratos e ao mesmo tempo de menor qualidade em áreas pequenas, e inclusive optar pelo adobe porque se supõe ser o mais barato para as pessoas beneficiárias deste tipo de projeto? As condições devem ser iguais para todos os seres humanos. Embora este pareça ser um argumento romântico, não podemos abordar a arquitetura de terra com a justificativa de ser *a mais barata*, cuja relação direta e preconceituosa se foca ao uso analógico do termo “*solução habitacional para pobres*”, promovendo a desigualdade dos direitos em relação à qualidade da sua moradia. O projeto deve ser pensado como uma opção viável por sua qualidade estrutural, estética, térmica, acústica, etc., e possível para qualquer condição socioeconômica.

4.2. Atores

Universidade pesquisadores, assessores e educadores: Atores como os moradores e famílias, assessores, pesquisadores, educadores, aqueles que fazem parte das instituições públicas de financiamento e gestão da habitação, e o próprio Estado, compõem este mundo complexo das relações derivadas da produção habitacional neste tipo de contexto. Algumas destas relações tem a ver com as definições de estratégias de monitoramento das responsabilidades e atribuições de cada ator parceiro, assim como o esclarecimento dessas atribuições, as articulações de instituições que desenvolvem etapas específicas do projeto geral, a definição real das capacidades de cada ator como, por exemplo, as da universidade em relação à capacidade de pesquisa, planejamento, intervenção e monitoramento, etc. Mas o que tudo isto tem a ver com um processo construtivo? Se tomamos como exemplo somente a Universidade (assessores, pesquisadores e educadores) e as famílias do assentamento, poderíamos dizer que a relação entre estes dois atores foi a que manteve uma dinâmica mais constante, e de alguma maneira mais cotidiana no processo de produção das habitações nos dois assentamentos rurais, e mesmo na construção de cada etapa de obra.

Recuperando novamente o Capítulo 1, vemos que os grupos que trabalham neste tipo de projeto, na África, na Índia, e mesmo na América Latina, são grupos que dedicavam todo o seu tempo ao planejamento, execução e monitoramento de estratégias e planos junto com a comunidade e outros atores públicos, etc. Em todos estes exemplos existe muito tempo investido, e até experiência prática, o que a

Universidade, seus professores e alunos, geralmente não possuem para encarar projetos de grandes proporções. Embora a universidade tenha as condições e consiga realizar pesquisas para melhorar e propôr procedimentos e componentes técnicos, e inclusive construir protótipos, assim como divulgar as suas pesquisas através dos seus estudos dentro da farta informação que o mundo acadêmico produz, o seu impacto numa realidade social tem ainda muitas fraquezas. Qual seria o papel mensurável da universidade num projeto deste porte? Até onde a Figura da *extensão universitária*, por exemplo, conseguiria ser implementada para ter impactos positivos na mitigação do déficit habitacional, seja local, regional ou nacional, e mais ainda, usando materiais locais?

A formação dos assessores de maneira simultânea à construção das casas não é suficiente: O grupo de pesquisa Habis, que coordenou os projetos nos dois assentamentos rurais que fazem parte desta dissertação, tem se esforçado para quebrar as barreiras dessa relação entre a universidade e a implementação e desenvolvimento dos seus conhecimentos e capacidades numa realidade social voltada à habitação rural.

Como este grupo estava composto, basicamente de professores e alunos de graduação, mestrado, doutorado e/ou pós-doutorado, os tempos de permanência dos representantes em relação ao tempo todo do projeto varia consideravelmente (por exemplo: um aluno pode fazer um estágio ou iniciação científica de 3 meses, como também pode haver algum doutorando que permaneça no projeto cerca de 4 anos), gerando uma dinâmica rotacional ou de revezamento nas diferentes atuações e momentos do projeto. Se somamos estas variações de tempo e os diferentes graus de experiência destes alunos e professores (seja prática, acadêmica, profissional e inclusive as referentes às capacidades e perfis individuais), junto com os tempos e capacidades do assentado e/ou trabalhador rural (na agricultura, na militância e na sua família), se poderia dizer que, os desencontros desses tempos e capacidades, além de significar uma das principais características de um projeto deste tipo, dificultam a *engrenagem rítmica, contínua e eficiente do processo de produção habitacional-rural*. Mas o que tudo isso tem a ver com o processo construtivo? Em poucas palavras podemos dizer que tem *tudo* a ver, pois só para citar um exemplo, este processo arritmico de tempos e capacidades influencia o tempo de construção da casa, podendo ser de 6 meses ou 4 anos. Para este tema sobre a influência das relações arrítmicas em relação ao tempo e às capacidades dos atores seria necessário uma pesquisa mais aprofundada envolvendo os materiais como o adobe, o qual, pela sua característica de ser produzido e não comprado, como já foi dito, pressupõe variações de tempo e de capacidades na sua grande etapa de produção.

O que acontece se, além de existirem estes processos arrítmicos, os atores também estiverem distanciados, consideravelmente, um do outro? Só para citar 2 exemplos: no primeiro podemos pensar nos altos custos dos deslocamentos da assessoria até o assentamento ou a outros lugares de encontro da assessoria com os diferentes atores envolvidos. Embora se tenham, atualmente, várias ferramentas que facilitam a comunicação, como o telefone e a internet, as reuniões de maneira mais pessoal se tornam necessárias para que as decisões e encaminhamentos cotidianos da construção sejam feitos com maior eficiência. O segundo exemplo se relaciona à falta de um profissional e/ou pesquisador especializado na técnica e tecnologia do adobe *com participação constante e de maneira presente*. Isso dificulta a tomada de decisões mais corretas em cada uma das etapas de produção de uma casa de adobe. O ideal seria que no grupo que assessora tecnicamente a construção das casas existisse pelo menos uma pessoa com maestria e conhecimento suficiente em relação à técnica e tecnologia do adobe, pois embora, existam vários documentos que auxiliem no entendimento da técnica, e o pesquisador tenha a habilidade de coletar e interpretar diferentes referências bibliográficas, se faz necessário ter conhecimentos práticos antes de se iniciar a transferência com os assentados. Isso é importante para que aquele processo, sustentado na pesquisa-ação, onde a formação do pesquisador é simultânea à ação, não ocasione a insegurança prática do assessor no canteiro de obras, pois nem todo o processo pode ter atividades de formação paralelas à construção da casa, ainda mais quando uma atividade antecede à outra.

Quais são os limites da formação dos atores de maneira simultânea à construção das casas? Como o assessor que pesquisa, instrui e educa, pode assessorar, pesquisar, instruir e educar, se não possuir formação prévia da técnica do adobe? É claro que é necessário entender o que pode ser simultâneo à formação e o que não pode, compreendendo sempre as atribuições de cada ator.

Nos 3 casos analisados, estas dificuldades em relação à falta do conhecimento prévio da técnica se evidenciou em várias sub-etapas da produção do adobe, elevação da parede e as suas interfaces. Em relação a este ponto podemos dizer que os diferentes tipos de assessores daquelas casas de adobe foram: **a)** um professor e pesquisador com os conhecimentos práticos e teóricos focados sobretudo na produção do adobe cuja principal contribuição prática, além das assessorias sobre os planejamentos gerais da produção do adobe, foi ministrar as primeiras oficinas demonstrativas no começo dos projetos gerais em cada um dos assentamentos. No entanto, seu vínculo e dedicação não conseguiram ser constantes nas demais etapas construtivas, devido principalmente à sua distância de moradia e às diferentes responsabilidades assumidas em seu próprio trabalho, dificultando a relação mais próxima com a equipe

que se encontrava realizando as assessorias cotidianas nos assentamentos rurais; **b)** os pesquisadores-assessores, sem conhecimentos práticos, geralmente arquitetos e engenheiros, sejam alunos de graduação, mestrado ou doutorado, que buscavam na literatura e na própria lógica da sua formação profissional as decisões para a elaboração dos projetos e aquelas a serem tomadas em canteiro; **c)** o pesquisador-assessor que acumulou experiência no Caso A, com atuação facilitada no Caso B2, com determinado conhecimento da técnica trazida pela sua formação profissional numa universidade estrangeira.

Mas, qual poderia ser a estratégia quando não se tem esta pessoa com maestria suficiente para assessorar ou orientar de maneira constante o projeto das casas de adobe? Uma possível solução pode ser a capacitação de toda a equipe que vai atuar no canteiro das casas a serem construídas com terra tempo antes de começar a construção, incluindo desde os planejamentos gerais das obras até a realização de projetos altamente detalhados e analisados segundo a viabilidade de execução nos contextos gerais dos projetos. Esta estratégia de capacitação não seria nova para o Grupo Habis, pois como apresentado na introdução deste trabalho, a mobilização de profissionais, naquele caso estrangeiros, possibilitaram a realização de oficinas de capacitação e não de demonstração, onde foram construídos espaços reais, como a ampliação da sede do grupo e a construção dos protótipos 001 e 002, onde o grupo de pesquisa desenvolve atualmente suas atividades.

A falta de formação profissional não deve ser entendida neste trabalho como um aspecto altamente negativo, muito menos como um instrumento que busque expor as inabilidades das ações dos assessores das casas de adobe aqui discutidas, pois, este tema faz parte de um problema mundial de grande complexidade. Por trás de tudo isso está uma carência do ensino destas técnicas nas faculdades de arquitetura na maioria dos países do mundo todo, a despeito de algumas poucas instituições que as incluem, como foi apresentado na introdução desta dissertação. A partir deste problema, e das dificuldades da assessoria técnica (desde seus coordenadores até os alunos de nível educativo mais baixo) em relação aos seus conhecimentos tanto teóricos quanto práticos, podemos colocar como uma questão fundamental, a necessidade de inclusão de disciplinas que ensinem as várias técnicas de construção com terra nas grades curriculares das universidades, não somente na pós-graduação, senão também na graduação, merecendo a mesma importância que é dada às outras técnicas, sistemas construtivos e materiais. Para que isto se torne viável será necessário que os próprios professores sejam capacitados ou que eles mesmos adquiram independentemente conhecimentos sobre a arquitetura de terra. A universidade não

seria um único cenário de formação, as escolas em geral, e inclusive as que estejam localizadas próximas aos assentamentos ou de suas regiões poderiam implementar atividades que fomentassem a formação nestas técnicas com terra.

Na medida em que um grupo assessor e/ou pesquisador esteja melhor preparado previamente para a construção das casas com terra (e isto também para todos os tipos de técnicas), os graus de experimentação terão menor risco de serem negativos, mais ainda quando se experimenta com as casas das diferentes famílias do assentamento. Além disto, o aumento prévio do conhecimento prático aumenta a seguridade do assessor mais inexperiente no momento de realizar a transferência das tecnologias com terra junto ao morador, família, e comunidade em geral do assentamento. Isto ajudaria a entender a seguinte pergunta: Como diminuir a insegurança prática de um jovem assessor?

Relações humanas versus relações profissionais: nos projetos onde a interação entre pessoas é constante, e onde a sensibilidade que motiva os esforços focados às necessidades sociais transpassam a responsabilidade meramente profissional, são criados envolvimento emocional entre os vários atores. Este envolvimento emocional e ao mesmo tempo humano depende em grande medida das características e afinidades das pessoas e são construídas ao longo do processo, como por exemplo, entre o assessor-pesquisador e cada membro da família assentada onde é construída a habitação. Podemos pensar que neste processo existem vários níveis de relacionamento segundo a afinidade entre essas pessoas, como por exemplo, a amizade, a confiança, o profissionalismo, seja na assessoria seja na pesquisa e até na própria indiferença. Nos 3 casos, observou-se um envolvimento afetivo entre o assessor-pesquisador e o morador ou membros da família, o que significou tanto vantagens como desvantagens no desenvolvimento do processo construtivo. É importante destacar que quanto maior for a afetividade entre assessores e moradores maior deverá ser a responsabilidade em relação ao papel profissional do assessor, pois, se estes dois tipos de relacionamento não se equilibram (inclusive, considerando um peso maior para o profissionalismo, embora o assessor-pesquisador seja jovem e inexperiente), o excesso de confiança pode diminuir o seu grau exigência e, portanto, a sua credibilidade, enfraquecendo os compromissos profissionais do assessor, assim como também os compromissos e os acordos pré-estabelecidos com o morador para a construção da sua própria casa.

4.3. Tradição construtiva

Plantando sementes para o início da tradição construtiva: do projeto à construção de uma casa de adobe existe um longo caminho. Se naqueles lugares da África, onde existe uma tradição construtiva da terra como material de construção, foram realizadas construções reais para demonstrar a viabilidade do adobe, então como será em um contexto onde esta tradição não existe? O exemplo do projeto de FUNDASAL em Salvador mostrou a possibilidade de construção de uma habitação progressiva, o que nos pode indicar que, talvez uma solução possível, além da construção de um espaço modelo (equipamento comunitário ou mesmo uma casa), seja a criação de um processo de autoconstrução onde o morador possa vislumbrar mais rápido e com melhor qualidade uma casa de adobe, construindo uma primeira área (módulo) sem muito esforço (produzir poucos adobes, adaptar melhor os tempos às outras atividades do trabalhador rural, e não utilizar muito recurso econômico). Mas é fundamental que o morador possa aprender os aspectos básicos da técnica para que, posteriormente, com o conhecimento acumulado, ele consiga desenvolver progressivamente a sua casa com a área total por ele desejada. No contexto dos assentamentos rurais, talvez não seja necessário construir casas inteiras com adobe de uma só vez. Talvez precisemos ir mais devagar e começar o processo de maneira menos pretensiosa, *plantando sementes* em pequenos espaços, usando a terra como material principal. Estes espaços, num primeiro momento, não teriam o mesmo caráter de uma casa, pois pode ser mais estratégico para a aceitação do material que o morador não se sinta tão comprometido com o uso do adobe para a produção da sua casa, se comparada com a construção de um espaço menor e aparentemente menos importante, como por exemplo uma cozinha, um banheiro, um quarto, etc. Falar para uma família do assentamento que toda a sua casa vai ser construída com terra pode gerar um primeiro impacto no morador, porque ele, sem conhecer as qualidades da terra como material de construção, enxerga a casa (a sua moradia) como algo muito próprio e íntimo, onde nada pode sair errado, nem muito menos de “*derreter*” (preconceitos comuns dos moradores). Sendo assim estes espaços modelos, módulos, sementes, ou qualquer nome que possa ser dado, podem se configurar enquanto uma estratégia de difusão, aprendizagem, início de uma cultura construtiva com a implementação das técnicas com terra.

A tradição construtiva pode ainda estar latente. Algumas perguntas que se tornam necessárias e evidentes nos três projetos estudados são: Por que cada um dos moradores construiu a sua casa em adobe? Por que, dentre todas as famílias que iniciaram o processo, somente eles construíram em adobe? O que os motivou para construir com esta técnica? Se a desistência das outras famílias se baseou, de

modo geral, no preconceito com o uso da terra, significa que estes moradores não tinham estes preconceitos? Além do problema da organização das famílias para a produção coletiva e o alto custo da força de trabalho que implica a produção do adobe, assim como preconceitos relacionados à qualidade do material e a sua associação com a pobreza etc., há outros aspectos que podem estar envolvidos nestas percepções, como por exemplo a existência de algumas condições fundamentais relacionada à tradição construtiva, que são as referências históricas e familiares sobre o uso da terra ou até mesmo na produção do adobe e/ou da taipa de mão; também parecem relevantes, para a percepção dos assentados em relação ao adobe, a conhecimento oferecido por meio de cursos, oficinas e acesso a documentos sobre agroecologia, materiais construtivos alternativos e sobre a relação entre estas duas áreas.

Pelos depoimentos dos moradores de cada um dos Casos A, B1 e B2, foi possível notar que existia sempre algum referente familiar, ou seja, a lembrança das habitações construídas por algum familiar ou nas cidades onde eles haviam morado. No entanto, foi possível identificar também que, no Caso A, a motivação do morador não foi baseada nestas lembranças familiares, e sim na influência da pesquisa e dos assessores em relação ao projeto geral; por exemplo, em um depoimento, este morador indicou ter construído a casa de adobe por ter percebido o esforço da universidade e, ao mesmo tempo, ver que nenhuma das outras famílias queria implementar o adobe, o que o levou a manter sua palavra de *homem do campo*. No caso B1, segundo o morador, a principal razão para ele não ter desistido do adobe foi manter sua coerência naquilo que ele acreditava em relação à agroecologia e o meio ambiente, pois ele tinha participado de oficinas, cursos e palestras que o MST organizava para seus militantes; indicou, ainda, as lembranças que ele tinha das construções dos lugares onde morou quando criança, como razões importantes para a decisão. No Caso B2, em que o morador manifestou segurança e determinação para manter a decisão sobre o uso do adobe, esta persistência, segundo ele, era devida ao fato de que já conhecia a técnica do adobe, tanto por ter morado, quando criança, em uma *casa de barro* em Minas Gerais, *quanto por já ter* alguma experiência na produção.

É claro que uma análise mais aprofundada das razões indicadas pelos moradores podem revelar-se ainda mais complexas, considerando o fato deles serem militantes e possivelmente terem concepções alternativas ao mundo convencional mas, também, as próprias relações destes moradores com a família e com as condições do projeto geral. No entanto, parece relevante destacar que a tradição construtiva com terra, por mais que pareça estar desaparecendo, ainda pode estar latente na população, em particular na que teve contato com ela, subsistindo nas referências e na memória de várias pessoas, relacionando-se

contemporaneamente a outros temas como a agroecologia, que a trazem de volta como resposta às necessidades presentes. No entanto, fica uma questão essencial: se aquela tradição construtiva não é suficiente para garantir a continuidade da prática, como podemos recuperar estas referências ainda latentes para poder fortalecer e resgatar a tradição construtiva com terra, daquelas pessoas que não a praticam? Será que é mais viável desenvolver estratégias de transferência destas tecnologias quando se trata de pessoas que têm algum tipo de referência das arquiteturas de terra, se comparadas com as pessoas que nem a conhecem?

O desaparecer lento da arquitetura tradicional substituída pelos modelos estrangeiros tem surgido como um dos principais problemas na aplicação das técnicas com terra, como o adobe, na construção das habitações da época atual. A perda da tradição, somada aos preconceitos, conforma uma barreira que deve ser levada em conta em qualquer projeto. Uma das soluções, proposta pelo projeto de Uganda, colocada de forma simples, é *fazer com que a arquitetura, os detalhes técnicos e acabamentos estejam bem projetados, de tal maneira que os que executam as obras se sintam muito orgulhosos das suas casas.*

Se pensamos que em um projeto habitacional rural é necessário compreender as tradições construtivas locais, como foi observado em vários projetos do Capítulo 1, então por que se deveria inserir o adobe ou outras técnicas alternativas nos assentamentos rurais onde não existe esta tradição construtiva? No caso dos moradores dos assentamentos rurais estudados, seria mais fácil transferir uma técnica convencional (bloco cerâmico, por exemplo) que uma técnica com terra (adobe), porque a tradição construtiva, nestes contextos, tem maior relação com esses materiais convencionais que com a terra. Isto pode ser uma explicação fundamental e lógica para o fato da maioria dos assentados ter desistido do adobe. Essa desistência não seria então uma razão negativa, seria uma simples consequência da falta da própria tradição do uso da terra como material de construção, e menos decorrente de preconceito social e cultural do que da ausência de conhecimento e habilidades para aplicação da terra na produção de habitações.

Trazer à luz os avanços técnicos e tecnológicos da arquitetura com terra: É necessário apresentar às pessoas que possuem determinados preconceitos relacionados sobretudo à pobreza e à qualidade das construções com terra, os avanços que a arquitetura em terra tem feito nas últimas décadas, pois estes preconceitos podem estar vinculados a imagens de casas de terra construídas com pouco rigor técnico e sem manutenção que ficaram gravadas nas lembranças das pessoas. É claro que nos quase 11 mil anos de uso, as técnicas de construção com terra tem evoluído, sendo estas mudanças importantes de serem destacadas, ao invés de apenas abordar a arquitetura com terra como algo meramente histórico. É

necessário trazer à luz todos os avanços técnicos e tecnológicos e pelo menos divulgá-los em todas as classes sociais, maximizar o uso desses e de outros materiais locais disponíveis, considerando a otimização e eficiência que apresentam em termos de acessibilidade e sustentabilidade, e entender as hibridações possíveis e corretas do material terra com outros materiais.

Inclusão da mulher em todas as etapas do projeto: assim como os jovens, a mulher tem desempenhado um papel determinante na força de trabalho para a construção da habitação. No Capítulo 1 vimos como, nos projetos da África do Sul, as mulheres trabalhavam nas mesmas atividades que os homens, ou inclusive sem eles, já que em alguns deles as mulheres eram as únicas responsáveis pelos seus filhos e pelas suas casas, desmentindo a idéia de que a produção de adobe é um trabalho que só os homens podem realizar, por exigir esforço físico. Nos três casos estudados, a participação das mulheres na produção do adobe e na construção da casa não foi tão evidente, pois elas realizavam as atividades mais cotidianas da família; no entanto, por exemplo no Caso A, duas filhas jovens do morador ajudavam de vez em quando. Por outro lado, quando existe um núcleo familiar, é necessário que a mulher (mais precisamente a esposa), participe das decisões, como por exemplo na escolha do material, com o objetivo de valorizar seu papel e de modo que ela possa contribuir com suas opiniões, aumentar o suporte emocional e a própria força de trabalho do resto da família, estimulando suas capacidades e habilidades que contribuem na construção da sua casa, etc.

4.4. Meio natural e climático

Nem sempre um material local é disponível e nem sempre uma casa se constrói com a terra do próprio local: a terra é geralmente considerada como um material coonstrutivo local e muito disponível em qualquer lugar do planeta. No entanto, a disponibilidade não se relaciona somente com seu volume, mas também com suas características granulométricas, que devem ser adequadas para as diferentes técnicas de construção com terra, assim como a distancia da sua extração. No caso A, a terra, embora estabilizada com biomassa, foi mais adequada que nos outros dois Casos. No entanto, o que mais podemos destacar é que a obtenção dessa terra adequada no Caso A, foi garantida dentro do próprio assentamento, a pouca distancia da casa de adobe, ao contrário do que aconteceu nos Casos B1 e B2, em que a terra (que também não tinha as melhores características mas que possuía maior porcentagem de argila que a terra do assentamento) precisou ser trazida de um trecho da estrada que, por casualidade, estava sendo

ampliada, pois a terra desse assentamento não seria apropriada para produzir o adobe. Cabe perguntar, então: não sendo a terra local apropriada, por que foi dada continuidade à proposta de produzir adobe?

O fato de um material local não ser disponível acarreta vários problemas no processo construtivo da habitação, desde o aumento dos custos para viabilizar a obtenção da terra, o tempo e recurso para realizar ensaios e definir traços corretos, até o próprio atraso do cronograma de obras, etc. Esta etapa de avaliação da viabilidade do local de extração da terra não pode ser simultânea à produção do adobe, ela deve ser uma etapa preliminar ao começo do projeto geral, devendo ser garantida com antecedência tanto a quantidade necessária para a construção das casas previstas quanto que esta apresente as características granulométricas apropriadas, incluindo o planejamento decorrente da necessidade de estabilizar a terra para a produção do adobe. Tendo isto esclarecido previamente, os riscos de haver imprevistos que impactem a construção serão muito menores, incluindo o risco de colapso de uma casa.

É necessário considerar que, se a terra local é disponível e, mais ainda, se ela está dentro do mesmo lote onde será construída a habitação, é necessário avaliar a viabilidade da extração da terra toda para a construção da casa, pois extrair entre 25m³ e 30m³ (para construir uma casa similar às estudadas) de terra pode não ser viável, particularmente quando o lote é plano. Quando a fundação está a determinados centímetros acima do nível do chão (nos Casos B1 e B2 foi de 60 cm aprox.), também se deve considerar que será necessário garantir terra para o aterro (preenchimento do interior da fundação para a execução do contrapiso). Algumas estratégias como aproveitar a terra que é retirada do local onde será executado o tratamento de esgoto pode ajudar, mas não é suficiente, sendo relevante estudar outras opções para a obtenção da terra, seja do próprio lote, seja trazida de outros lugares.

Para considerar a viabilidade do uso de um material como a terra para a produção de habitação social rural, devem-se levar em conta três aspectos essenciais: que seja local, disponível e, sobretudo acessível à comunidade.

As casas não colapsam só pelos efeitos sísmicos nem das chuvas: diferenciando-se de vários projetos de reconstrução ou de habitação nova desenvolvidos por causa de desastres naturais, como os furacões e os sismos, apresentados no Capítulo 1, este trabalho evidenciou que uma casa de adobe pode colapsar por causas diferentes daquelas. Na verdade, qualquer sistema construtivo que não esteja bem desenvolvido em relação aos agentes naturais, climáticos e estruturais, tem o risco de colapsar. No caso B1, no capítulo 2, foram examinados fatores que contribuíram, possivelmente, para o seu colapso; dentre

eles, estava a construção na época da chuva, embora esta variável tenha estado presente também nos outros dois casos. Neste caso B1, outras condições parecem ter se combinado com esta variável, em função de diferenças na maneira de conduzir e executar suas etapas construtivas. Para uma idéia de quanto a chuva pode ter afetado nos três casos, a **Tabela 34** apresenta os valores mensais aproximados de chuva nos meses em que as paredes estavam sendo levantadas, ou seja, desde a elevação da primeira fiada até as casas serem cobertas, ou até a casa colapsar (sem ter a cobertura), como no caso B1.

Tabela 34 – Exposição mensal à chuva da parede de adobe dos três casos estudados. Fonte: Autor 2011

Mês	Caso A					Caso B1					Caso B2				
	An o	EP	C C	No. Dias Chuva	Acúmulo mensal (mm)	An o	EP	C C	No. Dias Chuva	Acúmulo mensal (mm)	An o	EP	C C	No. Dias Chuva	Acúmulo mensal (mm)
Jan.	2005	X		14	333,2	2008		X	22	363,8	2010	X		20	242,9
Fev.	2005		X	5	22						2010	X		16	142,7
Mar.											2010	X		17	151,1
Abr.											2010	X		9	54,9
Mai.											2010	X		5	19,8
Jun.											2010	X		2	9,1
Jul.											2010	X		3	24,4
Ago.	2004	X		1	1,5						2010		X	0	0
Set.	2004	X		5	25,4										
Out.	2004	X		9	181,2	2007	X		9	49,4					
Nov.	2004	X		11	134,2	2007	X		15	125,4	2009	X		16	194,1
Dez.	2004	X		11	121	2007	X		15	175,4	2009	X		25	286,2
<div> <div>Total de dias que a parede tomou chuva em relação ao No. de meses e o acúmulo mensal de chuva (mm)</div> <div> <div>8 meses</div> <div>56</div> <div>818,5</div> </div> <div> <div>4 meses</div> <div>61</div> <div>714</div> </div> <div> <div>10 meses</div> <div>113</div> <div>1125,2</div> </div> </div>															

EP Elevação da Parede (meses que demorou)

CC Casa Coberta (no mês que cobriu)

Cc Colapso da Casa (no mês que colapsou)

Mês em que foi elevada a primeira fiada.

Os dados relativos ao *número de dias chuva* (quantidade de dias que choveu segundo o mês) e seu *acúmulo mensal* foram identificadas segundo o Centro Integrado de Informações agrometeorológicas (2011), que registra os dados referentes às chuvas, além de outras estatísticas, segundo as diferentes regiões do Brasil. No caso do Assentamento Rural Pirituba (Caso A), a região para a aproximação dos dados da chuva foi a de Itapeva (cidade mais próxima ao assentamento, cerca de 20min de carro) e para o Assentamento Rural Sepé Tiaraju (Caso B1 e B2) a região foi a de Ribeirão Preto (terceira cidade mais próxima ao assentamento, cerca de 15min de carro). É por isto que os dados são considerados como uma aproximação.

É importante destacar, destes dados: **a)** que a partir de setembro e outubro começaram as chuvas, terminando e diminuindo sua intensidade nos meses de março e abril do ano seguinte; **b)** o mês que mais choveu foi janeiro de 2008, justamente quando a habitação do caso B1 colapsou; **c)** o único Caso em que começou a elevação da parede em época de **não** chuva foi o Caso A; o Caso B1 começou a elevação da parede quando começaram as chuvas, e no Caso B2 começou a elevação da parede em plena chuva. Os dados obtidos indicam que: no Caso A, as primeiras fiadas não tomaram chuva, tendo ocorrido pouco prejuízo em função desta condição; além disso, quando as chuvas começaram, foram tomadas várias providências para proteger a parede, conforme descrito em capítulos anteriores; no Caso B1, as primeiras fiadas foram prejudicadas pelas chuvas, em particular levando em conta que não foram tomados os cuidados necessários para sua proteção, e que o adobe que estava sendo produzido apresentava baixa qualidade; no Caso B2, a importância e urgência da solução técnica de estabilizar o adobe com cimento, dado que a elevação da parede se deu em um momento de fortes de chuvas, e que o uso dos adobes produzidos inicialmente (só terra e esterco de gado de baixa qualidade, similares aos do caso B1), poderia ter levado a casa a colapsar, pois foi a casa que mais ficou exposta às chuvas; **d)** a parede que tomou mais chuva foi a do Caso B2, depois a do Caso A, e a que menos tomou chuva foi a do caso B1; estes dados indicam que a chuva não foi o que causou o colapso da Caso B1, pois as outras duas casas que estiveram mais expostas às chuvas ficaram em pé, indicando que as soluções técnicas implementadas, acompanhadas de uma execução mais adequada das etapas construtivas, sobretudo na produção de adobe e na elevação da parede, contribuíram para que isso ocorresse. Este último ponto permite apresentar uma resposta preliminar à pergunta sobre razões pelas quais uma casa caiu e as outras ficaram em pé.

Embora a chuva não possa ser considerada como a causa do colapso da habitação do Caso B1, não podemos desconsiderar este fator como uma condição essencial no planejamento prévio da elaboração dos projetos habitacionais. De modo geral podemos destacar três aspectos chave para o entendimento e viabilização de uma casa de adobe em relação às suas condições climáticas: o primeiro é reconhecer e adaptar os projetos à geografia e às suas implicações climáticas; o segundo é a definição de um cronograma que se adapte às estações climáticas dos lugares das obras; e o terceiro é a definição de estratégias de manutenção e reparação como elementos de apropriação dos futuros moradores.

Tanto no projeto do Assentamento Rural Pirituba II quanto o de Sepé Tiaraju, foi clara a dificuldade de cumprir cronogramas devido aos vários imprevistos das condições do projeto geral; no entanto, é indispensável que qualquer sinal de alerta de risco pelos efeitos climáticos seja considerado como uma emergência, dando origem às devidas ações para a proteção, sobretudo da vida humana.

Por fim a este capítulo, e de modo geral do processo construtivo todo, estudado nesta dissertação, a continuação na **Figura 110**, se apresentam as fotografias que ilustram o estado atual de cada Caso.

Figura 110 – Estado atual das habitações estudadas (2010). Fonte: Autor e Habis

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Finalmente, e depois de percorrer o longo caminho desta dissertação de mestrado, terminamos com as seguintes considerações e reflexões.

Quanto aos produtos e resultados decorrentes da pesquisa relacionados a três aspectos: 1) produção de conhecimento; 2) formação dos envolvidos e 3) ação na realidade.

1. Na produção de conhecimento: além do texto desta dissertação, em relação à produção conhecimento acadêmico e científico é possível apontar a produção de vários artigos, resumos estendidos, resumos, apresentações orais em eventos acadêmicos de caráter internacional e nacional.

Enquanto os produtos mais destacados e relacionados à construção das casas estariam o desenvolvimento dos adobes especiais do Caso B2, os estudos para a estabilização dos adobes estabilizados com cimento.

De modo geral, além do estudo do processo construtivo em relação às duas casas que ficaram em pé e à que colapsou, também foi possível resgatar alguns discursos da história da Arquitetura e Construção com terra, assim como o levantamento do panorama apresentado no Capítulo 1, o qual ocupa lacunas da literatura científica relacionada ao assunto. Cabe destacar a proposição e aplicação de uma ferramenta de categorização para a caracterização das etapas construtivas apresentadas no Capítulo 3.

2. Na formação: a formação em temas relacionados à arquitetura e construção com terra permitiu ao autor desta dissertação direcionar o foco de atuação profissional, inclusive com convites para participar em comissões científicas e coordenar mesas de sessões técnicas em eventos acadêmicos, organizar e ministrar oficinas relacionadas à Arquitetura e Construção com Terra. É importante trazer a tona a possível transferência de conhecimentos a alguns moradores dos Assentamentos, principalmente aos das habitações estudadas.

3. Na ação na realidade: a estratégia geral de pesquisa adotada viabilizou o contato direto com as necessidades dos assentados e a reaplicação de conhecimento necessário para viabilizar a construção de duas habitações em adobe construindo assim, uma relação de assessor/pesquisador neste contexto de interação e aprendizagem junto com os assentados.

b) Quanto a reflexões essenciais decorrentes do trabalho desenvolvido nesta dissertação, sendo estas as seguintes:

A primeira é que, de modo geral, precisamos entender que um processo construtivo - neste caso de adobe - deve considerar não somente as etapas construtivas do espaço físico da habitação, mas sim a sua relação com as condições do projeto geral em que a casa se insere e, conseqüentemente, a sua relação com: todos os atores envolvidos no processo, a tradição construtiva e cultura local; e o meio natural e climático onde ela é construída. Poderíamos chamar então as etapas construtivas de técnica e a relação de todos estes aspectos e relações de tecnologia?

A segunda é que precisamos persistir ainda mais na geração de boas práticas, ou seja, boa arquitetura de produção habitacional, neste caso rural, que use a terra como material principal, sem importar a classe social e sim que seja de boa qualidade para qualquer ser humano. Desta maneira, a terra pode conquistar novamente o seu espaço, seja dentro de uma política pública de habitação, seja na continuidade de uma tradição construtiva, apresentando-se como boa opção para ajudar a diminuir as necessidades habitacionais contemporâneas.

A terceira é que precisamos aumentar as possibilidades e momentos de aprendizagem e ensino da Arquitetura com Terra, mas com muito rigor metodológico e prático. Precisamos aprender, sobretudo, a saber fazer, a permitir que a tradição construtiva com terra continue evoluindo com exigência e qualidade.

E a quarta é que precisamos de mais pessoas como as que passaram pela equipe Habis que se envolveram de maneira exemplar enfrentando distintos problemas, transformando-os em desafios e oportunidades na busca de soluções. Apesar das dificuldades, a equipe possuía muita qualidade humana e sensibilidade que a caracterizou em todo o processo, permitindo desta maneira, por meio das suas iniciativas, promovesse na ruptura das barreiras da realidade acadêmica, lidando com necessidades habitacionais como uma prática social e real da comunidade rural.

REFERÊNCIAS

ABCTERRA. (2011). Disponível em: < <http://www.abcterra.com.br/>>. Acessado em: 01 mai. 2011.

ANGER, R. et al. (2011). **Construire en terre, une autre voie pour loger la planète**. Disponível em: <http://www.proparco.fr/jahia/webdav/site/proparco/shared/ELEMENTS_COMMUNS/PROPARCO/Revue%20SPD%20vraie/PDF/SPD10/Construire%20en%20terre,%20une%20autre%20voie%20pour%20loger%20a%20plan%C3%A8te%20CRATerre-ENSAG.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1983). **NBR 7170**: Tijolo maciço cerâmico para alvenaria: Especificação. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1984). **NBR 8492**: Tijolo maciço de solo-cimento: Determinação da resistência à compressão e da absorção da água. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1984). **NBR 8941**: Tijolo maciço de solo-cimento: Especificação. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1992). **NBR 7171**: Bloco cerâmico para alvenaria: Especificação. Rio de Janeiro.

AUROVILLE EARTH INSTITUTE, 2011. Disponível em: <<http://www.earth-auroville.com>> acessado em: 10 jul. 2011.

AVRAMI (1999). **Bulding Institutional Alliances**: Project Terra. Disponível em: <<http://crm.cr.nps.gov/archive/22-6/22-06-4.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2011.

BARBOSA, N. (2005). **Considerações sobre materiais de construção convencionais e não convencionais**. Biblioteca SEBRAE. Disponível em <[http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/bds.nsf/cab3f008df2e175e03256d110062efc4/ea11034835b5a7a603256f9b004cb3f4/\\$FILE/NT000A36D2.pdf](http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/bds.nsf/cab3f008df2e175e03256d110062efc4/ea11034835b5a7a603256f9b004cb3f4/$FILE/NT000A36D2.pdf)>. Acesso em 21 jul.2011.

BOLTON, M.; BURROUGHS, S. (2001). **Building houses with earth blocks**: a guide for upgrading traditional building methods using handmade earth blocks. Disponível em: <<http://researchspace.csir.co.za/dspace/handle/10204/3956>> acessado em 18 jul. 2011.

CARAZAS, W. A. (2002). **Adobe**. Guía de construcción parasísmica. Grenoble, Francia. CRATerre-EAG-Misereor. Ed. CRATerre.

CARAZAS, W.A. (2003). **Adobe**: guide de construction parasismique. Villefontaine: CRATerre.

CARD, J.; LEVRON, E.; GEOFFROY, V. (2001). **Informe de misión capitalización de las experiencias de las ONG,s**: el caso de el salvador cuatro meses después de los terremotos del 2001. Disponível em: <http://www.compasqualite.org/en/images/Pieces_jointes/elproyectocalidadensalvadormision12001.pdf>. Acessado em: 20 jul. 2011.

CASTRO, J.P.; KRUEGER, F.; RAMOS, L.R.C. (2009). **Manual de Construcciones Sismorresistentes en Adobe: Tecnología de Geomalla**. Lima: Andrea Ediciones. Disponível em: <http://www.gvss.pe/_Uploads/Documents/manual%20GTZ%20Adobe-Geomalla%20%20edicion.pdf> acessado em 20 jul. 2011

CENTRE FOR ALTERNATIVE TECHNOLOGY. (2011). Disponível em: <<http://www.cat.org.uk/>>. Acessado em 10 mai. 2011.

CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES AGROMETEOROLÓGICAS, (2011). Disponível em: <<http://www.ciiagro.sp.gov.br/>> acessado em: 10 ago. 2011.

CIVIL RESEARCH GROUP, DUT. (2011) **Bulding Materials**. Disponível em: <<http://www2.warwick.ac.uk/fac/sci/eng/research/civil/crg/dtu/build/>> acessado em: 15 jul.2011.

CRATERRE, (2005). **Earth Architecture in Uganda**: Pilot Project in Bushennyi. Grenoble: Craterre-Eag.

CRATERRE. (2007). **Earth Architecture**: Wealth and modernity around the world. Disponível em: <<http://craterre.org/diffusion:expositions/view/id/f70978ad6e855e405342a326d077bcd0>> acessado em: 10 jul. 2011.

CRATERRE-ENSAG (2010). **Patrimoine mondial**: inventaire et situation des biens construits em terre. UNESCO. Disponível em: <<http://whc.unesco.org/uploads/activities/documents/activity-21-4.pdf>>. Acesso em: 28 jun. 2011.

DEVELOPMENT WORKSHOP, 2011. **The woodless construction programme in Burkina Faso**. Disponível em: <<http://www.dwf.org/en/content/woodless-construction-programme-burkina-faso>> acessado em: 30 jun. 2011.

DOAT, P. et al. (1979). **Construire en Terre**. Paris, Francia: GAMMA.

ECOSUR, (2011). Disponível em: <<http://www.ecosur.org/ediciones-antiores/105/455-reconstruccion-post-mitch-en-nicaragua>> acessado em: 22 jul. 2011

EUROPEAN ARCHITECTURAL HISTORY NETWORK. (2011). Disponível em: <<http://www.eahn.org/site/en/search-1.php?lid=1085>>. Acessado em: 10 ago. 2011.

FARIA, O. B. (2002) **Utilização de macrófitas aquáticas na produção de adobe: um estudo de caso na represa de Salto Grande (Americana-SP)**. Tese (Doctorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.

FUNDAÇÃO PRO-HABITAT, (2011). Disponível em <<http://www.pro-habitat.org.bo>>. Acessado em: 07 ago. 2011.

FUNDASAL, (2001). **Sistemas sismo resistentes de construcción de vivienda utilizando la tierra**: dos experiencias modelos construídas en el Cantón Amulunco de Santiago Nonualco. Salvador: MISEREOR

FUNDASAL. (2011). Disponível em: < <http://www.fundasal.org.sv/>>. Acessado em 20 jul. 2011.

GUILLAUD, H.; JOFFROY, T.; ODUL, P. (1995). **Blocs de terre comprimée**: Volume II. Manuel de conception et de construction. Alemanha: GTZ.

HOMELESS AND POOR PEOPLE'S INITIATIVE, 2011. Disponível em: < <http://www.happi-online.org/>> acessado em: 25 jul. 2011.

HUANACAVELICA NOTÍCIAS, 2010. Disponível em: <<http://www.huancavelicanoticias.com/2010/07/avanza-construccion-de-casas-sismo.html#links>>. Acessado em 25 jul. 2011.

INO, A. et al. (2005). Construindo **habitação rural, com recursos locais e renováveis, e ampliando as oportunidades de trabalho e renda - Assentamento Fazenda Pirituba (Itapeva – SP)**. Relatórios Trimestrais. São Carlos, Fev. 2004 – Março 2005.

KÉRÉ, B. (1995). **Architecture et cultures constructives du Burkina Faso**. France: CRATERRE-ENSAT. Disponível em: <<http://craterre.org/diffusion:ouvrages-telechargeables/view/id/3f6598635131ee12780741797b0a8d6c>>. Acessado em: 06 set. 2010.

LA RED PARA EL HABITAT ECONÓMICO Y ECOLOGICO, ECOSUR. (2011). **Adobe**. Disponível em: <<http://www.ecosur.org/ecomateriales/adobe/41-adobe>>. Acessado em 01 mai. 2011.

LA VOÛTE NUBIENNE, 2011. Disponível em: <<http://www.lavoutenubienne.org/spip.php?page=sommaire&lang=es>> acessado em: 25 jul. 2011

LIERNUR, Francisco. MARTINS, Carlos. ANELLI, Renato. 2009. Grabación em video. No. 4a, 4b. Centro de Midia Imagem. Arquitetura. EESC/USP. Brasil.

LÓPEZ, C. P. (2007). **Rastros y Rostros de las construcciones en tierra cruda**. Disponível em: <http://universidadypatrimonio.net/doc/doc/2_1_03.pdf>. acessado em: 03 fev.2011.

MARIA DE BARRO, (2011). Disponível em: <<http://www.projetomariadebarro.org.br>> acessado em: 27 mai. 2011.

MARILANE, C. (2009). **Arquitetura da terra e transformação das referencias de morada do MST**. 153f. Trabalho Final Graduação (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

MARTINS, T.; VARUM, H.; COSTA, A. (2010). **Avaliação da influência da absorção de água por capilaridade nas propriedades mecânicas do adobe da região de aveiro**. FERNANDES, M. et al. Terra em seminário 2010. Coimbra: Argumentum. Cap., p.146-150.

MINKE, G. (2001). **Manual de construcción en tierra**: la tierra como material de construcción y su aplicación en la arquitectura actual. Montevideo: Nordan-Comunidad.

MINKE, G. (2001). **Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra**. Alemania: Universidad de Kassel.

MORIN, A.; GADOUA, G.; POTVIN G. (2007). **Saber, Ciência, Ação**. Tradução: Michel Thiollent. São Paulo: Cortez Editora.

NEVES, C. (2006). **O uso do solo-cimento em edificações**: a experiência do CEPED. In V SIACOT: I Seminario Argentino de Arquitectura y construcción com tierra. 2006, Mendoza. **Proceedings...** Argentina: CRIATiC. 1 CD-ROM.

NEVES, C. et al. (2005). **Seleção de solos e métodos de controle em construção com terra – práticas de campo**. Proterra. Brasil.

NEVES, C.; GUERRERO, F. (2010). **Avanços e Desafios da Rede Ibero-americana Proterra**. FERNANDES, M. et al. Terra em Seminario 2010. Coimbra: Argumentum. Cap., p. 202-206.

NORTON, J. (1997). **Woodless Construction**: Unstabilised earth brick vault and dome roofing without formwork. Disponível em: <http://lauratest.drupalgardens.com/sites/lauratest.drupalgardens.com/files/LUND%20WoodlessConstruction%20Publication_0.pdf> acessado em: 20 jul. 2011.

POZAK, K. (199). **Guatemala: Experiencias con varias tecnologias**. ECOSUR. Disponível em: <<http://www.ecosur.org/experiencias/prevenci%C3%B3n-de-desastres/74-guatemala-experiencias-con-varias-tecnologias>> acessado em: 07 ago. 2011.

PRACTICAL ACTION. (2011). Disponível em: <<http://practicalaction.org/history>>. Acessado em: 10 mai. 2011.

PROPOOR, (2011). Disponível em: <http://www.propoor.org/search/details.php?type=np&np_id=8132>. Acessado em 08 ago. 2011.

PROTERRA (2010). **Oficinas de terra**: apostila. Coletânea de textos. Campo grande: TerraBrasil 2010.

QUIUN, D. et al. (2006). **Adobe reforzado con mallas de alambre**: ensayos de simulación sísmica y aplicación a construcciones reales. PUCP=Pontificia Universidad Católica del Peru. Disponível em: <<http://blog.pucp.edu.pe/media/271/20060905-Reforzamiento%20%20Ceresis-Pucp.pdf>>. Acesso em 07 ago. 2011.

RED HABITERRA-CYTED (1995). **Recomendaciones para la elaboración de normas técnicas de edificaciones de adobe, tapial, ladrillos y bloques de suelo-cemento**. La Paz: Programa CYTED, Ciencia y Tecnología para el Desarrollo.

ROOPA SABINS PINGE; ARCHITEC DESING CRITIC, 2009. **Footprints on the EART**: retracing the old vocabulary. Mumbai. Disponível em: <<http://www.insiteindia.in/pdf/2009/june/insite%20story.pdf>> acessado em: 29 jul. 2011.

RUANO, A.; COSTA, A.; VARUM, H. (2010). A fase de transição do sistema construtivo contemporâneo do movimento moderno. FERNANDES, M. et al. **Terra em Seminario 2010**. Coimbra: Argumentum. Cap., p. 223-227.

SALVADORI, M. (2006). **Por que os edifícios ficam de pé**. Tradução de Eneida Viera Santos; Newton Roberval Eichemberg; André Teruya Eichemberg. São Paulo: Martins Fontes do Brasil.

SÁNCHEZ, C. E. (2008). **Earthen architecture in Colombia: processes and constructional cultural**. Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Colombia.

SHIMBO, L.Z. (2004). **“A casa é o pivô”: mediações entre o arquiteto, o morador e a habitação rural**. Dissertação (mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

THE SWISS CENTRE FOR APPROPRIATE TECHNOLOGY. (2011). Disponível em: <<http://www.skat.ch>>. Acessado em 10 mai. 2011.

THIOLLENT, M. (2000). **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo, Brasil: Cortez Editora.

UM-HABITAT, (2010). **MALAWI**: Urban housing sector profile. Nairobi:UNON. Disponível em <<http://www.unhabitat.org/pmss/getElectronicVersion.asp?nr=2907&alt=1>>. Acesso em: 24 jul. 2011.

UNESCO. (2011). Disponível em: <<http://whc.unesco.org/en/earthen-architecture/>>. Acessado em: 25 mai. 2011.

VALLE, I. M. R. (2011). **A pré-fabricação de dois sistemas de cobertura com madeira de florestas plantadas. Estudos de casos: os assentamento rurais Pirituba II e Sepé Tiaraju**. 350f. Tese (Doctorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

VASTU SHILPA FOUNDATION, 2011. Disponível em: <<http://www.vastushilpa.org/>> acessado em: 24 jul. 2011.

VERSCHURE, H. et al. (1985) **Dimension 3**: bulding with earth. Bruxelas, Bélgica: BADC.

WORLD HABITAT AWARDS, (2011). Disponível em: <<http://www.worldhabitatawards.org/winners-and-finalists/project-details.cfm?lang=01&theProjectID=108>>. Acessado em 08 ago. 2011.

YIN, R. (2005). **Estudo de caso**: Planejamento e Métodos. Porto Alegre: Bookman.

APÊNDICES

APÊNDICE A: Fluxogramas com etapas da produção do adobe e elevação da parede do

Caso A

APÊNDICE B: Planilha com questionário para coleta de dados dos Casos B1 e B2

PLANILHA DE COLETA DE DADOS - Casa de Adobe: CASO B1 e B2- baseada e adaptada das etapas do CASO A.							
Nome do entrevistado:		Lugar entrevista:					
Nome do entrevistador		Fecha		h/ini		h/fim	
PERTUNTAS SEGUNDO A ETAPA CONSRTUTIVA		RESPOSTA MORADOR	FALAS PARALELAS DO MORADOR	PERCEPÇÕES DO PESQUISADOR	FONTE DE EVIDENCIA 1: Relatos	FONTE DE EVIDENCIA 2: Pesquisador1	FONTE DE EVIDENCIA 2: Pesquisador2
item	1. PRODUÇÃO DE ADOBE						
1	Qual foi a produtividade na produção (adobes/hora e dia)?						
2	Custo de cada adobe?						
3	Tipo de energia gastada (humana e solar)?						
4	Tipo de mano de obra (coletiva, familiar, individual- contratada ou por troca)?						
5	Local de extração da matéria prima (terra - fibra) ?						
6	Quantidade de extração da matéria prima?						
7	Quantidade de adobes produzidos/quantidade de pessoas. Segundo o projeto da casa (área, altura, outros) ?						
8	1.1. Avaliação do solo e ensaio do adobe						
9	Qual tamanho do adobe (necessário para especificações (área, altura, outros) ?						
10	Qual o traço usado (terra/palha) ?						
11	1.1.1. Realização de ensaios do solo no canteiro						
12	Quais foram os métodos usados para análises da granulometria (frasco de terra em água, sensoriais, tátil, visual/color) ?						
13	1.1.2. Realização de ensaios do adobe no laboratório						
14	Qual foi o método usado?						
15	Quantas mostras foram ensaiadas?						
16	Quais foram as composições (traço) das mostras?						
17	O que dados tem o quadro de comparação das mostras (valor de resistência media a compressão (Mpa), desvio padrão, coeficiente de variação) ?						
18	1.2. Preparação do lugar de obra						
19	Onde se preparou o barro?						
20	Qual foi a distancia entre o local de preparação e o local da casa?						
21	1.2.1. Viabilização dos materiais e equipamentos						
22	Quais e quantos foram os materiais usados (pá, enxada, balde, esponja, areia fina seca, recipiente com água) ?						
23	Usaram-se equipamentos do morador - quais?						
24	Usaram-se equipamentos especiais - quais?						
25	Fabricaram-se equipamentos (no canteiro, outros locais) ?						
26	1.2.2. Produção da forma						

27	Qual o tamanho da forma?						
28	De quantas unidades foram as formas?						
29	Que tipo de madeira se usou na forma?						
30	Quantos pregos?						
31	Qual o desenho da forma?						
32	1.2.3. Definição da logística						
33	Onde foram produzidos?						
34	Quantas pessoas participaram?						
35	De onde se fez a extração da terra?						
36	Que área se usou para a produção?						
37	Quais foram as características do local de produção (coberto, sobre laje, sobre solo, acima de areia etc..) ?						
38	1.3. Obtenção da terra						
39	Qual foi o impacto ambiental da extração da terra?						
40	Foram usados veículos para trazer a terra? Quais? Que capacidade?						
41	Qual quantidade total de terra comprada não compactada?						
42	Qual o preço da terra?						
43	Qual foi o consumo diário de terra?						
44	1.3.1 Extração						
45	Qual quantidade total de terra não comprada não compactada?						
46	Qual a porcentagem de expansão da terra?						
47	Quantos centímetros foi retirada a capa orgânica ou vegetal?						
48	1.3.2 Destorroamento – peneiramento						
49	Quais foram as ferramentas para peneirar?						
50	Qual foi o número da tela para peneirar (cm do buraco) ?						
51	Quanta terra foi peneirada por dia?						
52	1.4. Obtenção do estabilizante (casca de arroz, esterco, outra fibra)						
53	Qual foi a quantidade de fibra usada não compactada?						
54	A fibra foi comprada?						
55	Qual foi o custo?						
56	Onde foi comprada? A que distância do canteiro?						
57	1.5. Amassamento do Barro						
58	Quanto barro foi amassado por dia?						
59	1.5.1 Preparação da mescla						
60	Qual foi o traço e a unidade de medida (balde, carrinho, etc.) ?						
61	Quais foram as ferramentas usadas?						
62	Como foi o lugar de produção (limpo, seco etc.) ?						
63	A mescla foi feita em seco?						
64	1.5.2 Pisar o mescla do barro						
65	Quanta água se precisou?						

66	Foi usada alguma maquina para mesclar o barro, o foi pisado com os pés?						
67	Qual foi a aparência do barro?						
68	Quais foram as ferramentas usadas?						
69	1.5.3 Descanso do barro						
70	Qual foi o local de descanso?						
71	Foi usado plástico ou outro material para cobri-lo de possíveis chuvas?						
72	Quanto tempo descanso o barro?						
73	Foi colocado mais água para o descanso?						
74	1.6. Moldagem						
75	Quantos tijolos se moldaram por cada dia?						
76	1.6.1 Correção da quantidade de água do barro						
77	Fez-se correção da umidade do barro?						
78	Qual foi a aparência do barro?						
79	Quais foram as ferramentas usadas?						
80	Quanta água se precisou?						
81	1.6.2. Preparação do molde						
82	O molde foi lavado cada vez que usava-se?						
83	Foi usada areia fina para o barro no grudar no molde?						
84	Quais foram as ferramentas usadas (onde se lavava o molde) ?						
85	1.6.3 Lançamento do barro no molde						
86	O piso tinha areia?						
87	O piso estava plano e limpo?						
88	Quais foram os tipos de molde que se usaram?						
89	Que altura se laçou o barro?						
90	1.6.4 Retiro do excedente do barro						
91	Qual foi a ferramenta para retirar o barro (régua de madeira, arame etc..) ?						
92	A aparência do barro era homogênea?						
93	1.6.5 Desmoldagem						
94	Quantas pessoas se precisaram por cada tipo de molde?						
95	Onde foram desmoldados os adobes?						
96	Qual a porcentagem de adobes mal moldados?						
97	1.7. Secado						
98	Qual foi a retração média por cada uma das 3 dimensões?						
99	Aos quantos dias o morador usou o adobe?						
100	1.7.1 Secado na sombra						
101	Quanto tempo secou o adobe na posição original?						
102	Quanto tempo secou o adobe por cada uma das caras?						
103	1.7.2 Secado ao sol						
104	Quantos dias o adobe secou ao sol?						

105	1.7.3 Armazenagem						
106	O lugar de armazenagem era seco (sem umidade) e protegido à chuva?						
107	Como foram empilhados os adobes (passo do ar) ?						
108	Os adobes foram afastados do contato direto com o solo?						
109	Foi usado plástico ou outro material para cobri-lo de possíveis chuvas?						
110	2. ELEVÇÃO DA PAREDE						
111	Qual foi a produtividade na execução: (hora/mutirante por m2)?						
112	Quantos adobes há em 1m2?						
113	Qual foi a média da junta vertical e horizontal?						
114	Qual foi o custo de 1m2 de parede de adobe?						
115	Qual foi o tempo de elevação total da parede?						
116	Qual foi a área final da parede?						
117	2.1 Execução da argamassa de assentamento						
118	Qual o lugar e distância de produção da argamassa de assentamento?						
119	Quais foram as ferramentas usadas?						
120	Qual foi a quantidade de argamassa produzida por dia. ?						
121	2.1.1 Execução do poso (ou local) de amassamento						
122	Quais foram as características do lugar de produção da argamassa (buraco no solo, etc) ?						
123	Quais as ferramentas usadas?						
124	Qual o tamanho do local de produção da argamassa?						
125	2.1.2 Preparação da mescla						
126	Qual o traço?						
127	Quais as ferramentas usadas?						
128	A mescla foi feita em seco?						
129	2.1.3 Pisar a argamassa						
130	Quais as ferramentas usadas?						
131	Quanto tempo demoravam em pisar o barro?						
132	Qual foi a aparência do barro pisado?						
133	2.1.4. Descanso da argamassa						
134	Quanto tempo descansou o barro?						
135	O barro foi protegido da chuva com o plástico?						
136	2.1.5 Correção da umidade do barro						
137	Fez-se correção da umidade do barro?						
138	Qual foi a aparência do barro?						
139	Quais foram as ferramentas usadas?						
140	Quanta água se precisou?						
141	2.2. Execução das fiadas						
142	Foram molhados os adobes no momento de assentá-los?						
143	Qual foi a quantidade de fiadas totais (pelo oitão e pela frente da casa) ?						

144	Quais foram as ferramentas usadas?						
145	2.2.1. Execução das esquinas						
146	As esquinas foram assentadas no prumo, nível e esquadro?						
147	A superfície da fundação esteve limpa?						
148	Fez-se projeto de seqüência dos adobes?						
149	2.2.2 Execução da primeira fila						
150	A primeira fiada foi feita segundo o projeto?						
151	A primeira fiada foi feita no nível e esquadro?						
152	2.2.3 Execução das fiadas seguintes						
153	Foram amarradas as esquinas? (com o que material) ?						
154	Cada quanto foram amarradas as esquinas e paredes laterais?						
155	As paredes foram elevadas homogeneamente? Ou primeiro uma parede depois outra?						
156	Quais foram as alturas totais? (cumeeira, pie direito e banheiro)						
157	2.2.4. Execução de cinta de amarração						
158	Quais os materiais?						

3. FALAS DO MORADOR QUE DENOTAM PROBLEMAS TÉCNICOS

--

4. FALAS DO MORADOR SOBRE AASSESSORIA

--

5. FALAS DO MORADOR SOBRE ELE E PROPRIA FAMILIA

--

6. FALAS DO MORADOR SOBRE AS FAMILIAS DO ASSENTAMENTO E O COLETIVO

--

APÊNDICE C: Categorização de características segundo a resposta das 10 perguntas relevantes

CARACTERÍSTICAS IGUAIS NOS 3 CASOS = 12

Produção de adobe: 11 características

1. Numero de oficinas realizadas com a comunidade foi de 3;
2. As praticas de campo, mais usadas nas oficinas referentes ao projeto geral foram os testes tátil-visual e o teste de vidro;
3. O impacto ambiental da extração do solo em relação à construção da casa, de modo geral foi mínimo, pois foi tanto do próprio lote quanto um impacto absorvido pelo aproveitamento da terra que sobrava do corte de um trecho da estrada SP333 que estava em ampliação;
4. O solo não teve nenhum custo monetário arcado pelo morador, pois o solo era tanto do próprio lote do morador quanto doação da prefeitura;
5. A expansão do solo foi de 30%;
6. No descanso do barro se acrescentava mais água para o barro não desidratar;
7. A correção da umidade do barro, após o descanso do barro se realizava às vezes;
8. Sempre foi feita a limpeza, lavagem e umedecimento da forma de madeira;
9. O instrumento predominante para o retiro do excedente do barro quando moldado, era as próprias mãos;
10. Para a secagem dos adobes, somente eram virados por 2 fases, secando entre 2 a 5 dias a mais;
11. Foi feita a limpeza da fundação para assentar a primeira fiada;

Elevação da parede: 0 características

Interfaces: 1 característica

1. O respaldo da fundação foi sempre impermeabilizado.

CARACTERÍSTICAS IGUAIS EM 2 CASOS = 20

Produção de adobe: 16 características

1. O tamanho do adobe sem retração (medidas internas da forma de adobe) foi de 30cm x 15cm x 15cm;
2. A quantidade de traços ensaiados e não usados foram 2;
3. Não foram obtidos dados de desvio padrão nem do coeficiente de variação em relação ao ensaio de resistência à compressão;
4. O tempo de preparação do canteiro individual demorou 1 mês;
5. As dimensões internas da forma de madeira foram de 30cm x 15cm x 14cm;
6. O tipo de madeira usada nas formas para moldar os adobes era de Pinos;
7. A forma de madeira foi parafusada e encaixada;
8. O local de produção foi tanto numa área para produção coletiva quanto no lote individual;
9. A profundidade de extração abaixo da camada orgânica esteve entre 0,30m a 20m aprox.;
10. O local de armazenamento da terra extraída foi tanto na área coletiva quanto no próprio lote sem ser protegida;
11. Não foi necessário picar o material estabilizador da terra quando usadas a casca de arroz e o esterco de gado seco;
12. Tanto o local da mescla quanto do amassamento do barro foi acima do contrapiso;
13. O modo do amassamento do barro foi realizado com os pés e ajuda da enxada;
14. O material usado na superfície onde os adobes foram produzidos era a areia fina espalhada;
15. O modo de desmoldagem do adobe era realizado levantando a forma de madeira cuidadosamente e perpendicular ao chão;
16. O meio de transporte dos adobes desde a área de produção coletiva foi de carreta;

Elevação da parede: 0 características

Interfaces: 4 características

1. A distancia da fundação acima do nível do chão de terra foi de 50cm aprox.;
2. A momento de execução do contrapiso foi pensado para ser realizado antes da elevação da parede;

3. Na execução da cobertura, foram colocados calços e berços de madeira, pedaços de aço e chapas metálicas, para distribuir as cargas pontuais das vigas da cobertura sobre a parede de adobe, a fixação destas peças, foi realizada com parafusos e pregos;
4. Para melhorar a aderência do revestimento nas áreas úmidas da casa, como cozinha, banheiro e lavanderia, foi fixada uma tela de galinha com tampas de garrafas e pregos;

CARACTERÍSTICAS DIFERENTES EM UM CASO= 16

Produção de adobe: 14 características

1. O local de extração do solo seja do próprio lote ou num radio de 150m;
2. O tamanho do adobe sem retração (medidas internas da forma de adobe) foi de 30cm x 15cm x 11cm;
3. O tempo de preparação do canteiro individual demorou 1 semana;
4. As dimensões interiores da forma de madeira foram de 30cm x 15cm x 11cm;
5. A forma de madeira era somente parafusada;
6. O local de produção do adobe foi somente no lote individual;
7. A profundidade de extração abaixo da camada orgânica foi de 0,20m a 2m;
8. O local de armazenamento da terra extraída foi dentro do barracão coberto quanto no próprio lote sem ser protegida;
9. Uso de um picador elétrico para cortar as palhas (fibras vegetais) e diminuir seu tamanho;
10. Tanto o local de mescla quanto do amassamento do barro, foram dentro do mesmo monte de terra;
11. O modo de amassamento do barro foi somente usando a superfície inferior da enxada;
12. O material usado na superfície onde os adobes eram produzidos foi com colocando um plástico preto acima do contrapiso para os adobes estabilizados com cimento não grudarem;
13. O modo de desmoldagem do adobe era realizado levantando a forma de madeira cuidadosamente e começando por um dos lados mais compridos da forma de madeira;
14. Quando a produção de adobe é realizada no próprio lote onde vai ser construída a casa, não é necessário de transporte como no caso de uma produção numa área coletiva;

Elevação da parede: 0 características

Interfaces: 2 características

1. A distancia da fundação acima do nível do chão de terra foi de 18cm aprox.;
2. O momento da execução do contrapiso foi pensado para ser realizado após a elevação da parede;

Pergunta 3

Características diferentes nos 3 casos

CARACTERÍSTICAS DIFERENTES NOS 3 CASOS= 42

Produção de adobe: 21 características

1. A quantidade de oficinas realizadas individualmente variou entre 1,2 e 7;
2. A produtividade máxima de adobes por dia variou entre 130, 220 e 500 unidades;
3. A produtividade mínima de adobes por dia variou entre 30, 200 e 60 unidades;
4. Os tipos de energia gastada variavam entre humana, solar, elétrica, por combustível, e as necessárias para produzir o cimento usado na estabilização do adobe;
5. A quantidade de solo usado e expandido varia entre 25m³, 26m³ e 32m³; a quantidade de adobes produzidos e usados na construção da casa variou entre 3500, 4432 e 5141 unidades;
6. O tempo da produção de adobe coletivamente (antes de ser no lote individual) variou entre 1ano (de julho 2003 a julho 2004), 7 meses (e mar. de 2007 a set. 2007), e 0 meses (morador somente produziu adobes individualmente no seu lote a partir de out. 2007);
7. O tamanho em centímetros dos adobes com retração (após a secagem) usados nas casas variou entre: 29,0; 28,5; 30,0; e 29,8 no **Comprimento**, 14,2; 14,0; 14,4; 15,2; e 15,4 na **Largura** e 9,9; 13,5; 13,8; 13,5 e 13,0 na **Altura**;
8. O tipo e quantidade de ferramentas mais usadas variaram entre 1 e 2 pás, 1 a 2 enxadas, 1 a 2 carrinhos, 1 mangueira, 1 tanque de água de 200lt e 2 baldes;
9. Alguns equipamentos usados foram: triturador elétrico para picar as fibras vegetais, furadeira, lixadeira, serrote, serrinha, cola industrial para colar o polietileno nas laterais da forma de madeira do adobe;
10. A quantidade de unidades de adobes que a forma de madeira moldava variava entre 1, 3, 4 e 6 adobes;
11. As características do local de produção do adobe no espaço coletivo podia ser tanto num barracão de 300m² aprox. e coberto, quanto numa estrutura de bambu coberta com lona de 200m² aprox. estas áreas coletivas tinham entre 300m² a 800m² envolta da área coberta. Por outro lado a produção individual geralmente foi acima do contrapiso da casa e também dentro de outras estruturas cobertas de aprox. 30m²;
12. A distancia entre o local de produção do adobe e a casa, variou entre 10m e 25m (quando no próprio lote) e de 300m a 400m (quando no espaço de produção coletiva);
13. Os materiais usados para estabilização da terra variaram entre a casca de arroz, esterco de gado seco, capim, cotralaria, casca do feijão guandu e a palha colonial, cimento e areia média;
14. O local da limpeza, lavagem e umedecimento da forma de madeira podia ser com um carrinho cheio de água, numa caixa de água de 250lt de PVC ou num tambor de 150lt aprox.;
15. O modo de colocação do barro na forma de madeira podia ser, lançando o barro com um volume similar ao tamanho do adobe a 70cm ou 30cm de altura, sem lançamento e somente colocando preenchendo primeiro as esquinas e realizando uma compactação moderada com as mãos;
16. A quantidade de pessoas para a desmoldagem variava entre 1 e 2, dependendo o tamanho da forma de madeira;

17. A porcentagem média de retração do adobe após da secagem total estava entre: 3,3%, 5%, 0% e 0,6% no **Comprimento**, 5,3%, 6,6%, 4% e 0% na **Largura**, e 10%, 3,6%, 1,4%, 3,4% e 7,1% na **Altura**;
18. Os adobes secavam tanto na sombra (através de estruturas cobertas) quanto diretamente ao sol direto (acima do contrapiso);
19. O tempo de secagem do adobe na posição da moldagem variava entre 1, ½, 3, e 4 dias;
20. Quando os adobes apresentavam rebarbas de barro seco nas suas arestas, eram tiradas com facão ou colher de pedreiro;
21. A distância para o transporte dos adobes desde a área de produção coletiva era 300m e 400m aprox.;

Elevação da parede: 19 características

1. A quantidade de adobes por m² de parede considerando as juntas, pode variar entre 22,32 – 18,73 e 20,81 unidades de adobe, dependendo o tamanho exato do adobe seco;
2. O tempo de elevação da parede pode variar entre 4, 8 e 10 meses;
3. A área final da parede (considerando as juntas) e dependendo da tipologia estava entre 230,31m², 186,81m² e 212,91m²;
4. Os dados para o cálculo da área final se basearam: na quantidade total de adobes, o comprimento e altura do adobe retraído considerando a dimensão da junta, a área da lateral externa do adobe; a quantidades de adobes que cabem em 1m² e não considerar os vãos das portas e janelas;
5. As áreas totais das casas, sem contar a varanda, estiveram entre 63m², 69m² e 87m²;
6. As áreas totais das casas, contando a varanda, estiveram entre 75m², 81m² e 100m²;
7. As áreas totais das casas cobertas, estiveram entre 102m², 100m² e 125m²;
8. O tipo e quantidade de ferramentas mais usadas variaram entre 2 cavaletes, 2 colher de pedreiro, 1 a 2 enxadas, 1 a 2 pás, 1 a 2 carrinhos, 1 a 2 prumos, 1 nível de bolha, 1 escada, 3 a 12 tabuas, 1 linha, 1 trena, 1 balde e um facão;
9. A distância de produção da argamassa de assentamento em relação à casa, variava entre 1m, 7m, 10m ou podia ser acima do próprio contrapiso;
10. A quantidade de argamassa produzida por dia dependia da quantidade de adobes que assentava nesse dia. O excedente da argamassa podia ser usada para revestir as paredes com o objetivo de protegê-las temporalmente das chuvas;
11. A característica do local de produção da argamassa de assentamento podia ser em poços cavados no chão de terra com profundidade de 70cm aprox. aproveitando a própria terra desse poço, também acima do próprio monte de terra abrindo um buraco do lado, ou também acima do contrapiso da casa;
12. O diâmetro do local de produção da argamassa de assentamento podia ser entre 1m a 1,70m (nos poços feitos no chão de terra), 1,50m aprox. (acima do monte de terra usado para a construção da casa) e 3m (acima do contrapiso);
13. O amassamento da argamassa de assentamento foi realizado com os pés (tanto no poço quanto no buraco feito no monte de terra usado para a construção da casa) e por outro lado, se usava a enxada amassando várias vezes;
14. Às vezes se protegia o barro da argamassa de assentamento enquanto descansava;
15. Após o descanso da argamassa de assentamento, geralmente não se corrigia a umidade, pois já se tinha colocado suficiente água antes de começar seu descanso;

16. A quantidade de fiadas da parede (variava segundo a altura do adobe) foi entre 32, 23, e 26 fiadas até a cumeeira; 19, 14 e 16 até uma das fachadas e 23, 17 e 16 até a outra fachada. Nos casos onde teve cinta de amarração deve-se considerar mais uma fiada;
17. Os pilares foram tanto de madeira quanto de adobe, tendo este último 20 fiadas;
18. A distancia entre cada amarração das esquinas variava entre 3 a 5 fiadas;
19. As alturas totais das casas variaram entre: 3,73m, 3,78m e 4,30m **na cumeeira**, 2,20m, 2,17m e 2,67m **numa das fachadas**; e 2,64m, 2,78m e 2,67m na outra **fachada**;

Interfaces: 2 características

1. O comprimento do beiral da cobertura variou entre 50cm e 77cm;
2. Foram realizados entre 1 e 8 testes de revestimentos a base de materiais compatíveis com a parede de adobe, para mostrar diferentes opções ao morador e assim rebocar a casa;

Pergunta 4

Características que significaram problema nos 3 casos; sendo elas iguais ou diferentes.

CARACTERÍSTICAS QUE SIGNIFICARAM PROBLEMA NOS 3 CASOS= 6

Produção de adobe: 0 características

Elevação da parede: 3 características

7. Falta de preenchimento ou até do espaço para junta vertical entre os adobes assentados na parede;
8. Depois do assentamento das primeiras fiadas, não foi seguido um projeto de sequencia ou modulação, por ter adobes com pequenas variações nos comprimentos e não ter uma dimensão de junta vertical constante;
9. Em várias partes das paredes não se realizava os devidos travamentos entre as paredes;

Interfaces: 3 características

1. Falta de projetos completos e corretos de detalhes construtivos das interfases, antes de começar as obras;
2. Por falta de uma solução correta ao problema da distribuição do peso dos adobes acima do vão da janela teve-se que implementar reforços para minimizar este problema acima do vão da janela e a porta, as soluções variaram entre: **a)** a colocação de 2 aços passando pelo perímetro todo da parede por embaixo da fiada superior do vão da janela e porta, **b)** aumento da seção do batente e colocação de um montante central na janela, **c)** colocação de verga de madeira acima do vão da janela e porta, **d)** colocação de uma cinta de amarração passando na altura dos vãos das janelas e portas, e **e)** execução de arcos com tijolo maciço e alguns vãos da casa;

3. Falta de solução ou execução inadequada da instalação dos batentes das portas e janelas nas paredes. Estas soluções inadequadas se realizavam chumbando os batentes (com pregos cravados nas suas laterais) usando argamassa de cimento e areia;

CARACTERÍSTICAS QUE SIGNIFICARAM PROBLEMA EM 2 CASOS= 19

Produção de adobe: 15 características

20. A quantidade de meses gastos para a produção de adobe no lote individual seja de 5 meses ou intensivos de 2 meses em época de chuva, e também que chegue a demorar muito como por exemplo 31 meses;
21. Falta de realização de ensaios de distribuição granulométrica, ou o solo ter uma porcentagem considerável de silte (25,8% Areia aprox.; 28,5% Silte aprox.; 45% Argila aprox.);
22. Falta de realização de ensaios a compressão do adobe, e dificuldade na adaptação de normas de outro tipo de materiais, para seguir um mesmo procedimento para a realização de ensaios do adobe.
23. O tempo de preparação do canteiro de produção coletiva do adobe demorou 6 meses atrasando, posteriormente a produção individual.
24. Dependência e custos agregados do uso de um veículo para a extração da terra, como por exemplo, uma pá carregadora;
25. Dependência e custo agregado do uso de um meio de transporte da terra extraída, como por exemplo, um caminhão de 6m³ aprox. de capacidade;
26. A terra não foi peneirada;
27. Falta de monitoramento e conhecimento sobre a quantidade e água gastada;
28. O local de obtenção da água na ficava dentro do próprio lote ocasionado deslocamentos, transportes;
29. A água tinha que ser comprada, como por exemplo: 1 tanque de 4000lt custava R\$15.00;
30. Quando a produção coletiva, o sistema de mecanização para a obtenção do barro por meio de uma pipa, não teve resultados positivos;
31. Tanto antes quanto depois do descanso e a correção da umidade do barro, a sua aparência era pouco plástica às vezes muito úmida, e quando estabilizado o barro com cimento o barro secava muito rápido;
32. Chão de produção dos adobes pouco limpo e com pedaços de barro seco;

33. Às vezes os adobes empilhados que estavam secando, eram protegidos da chuva, se prejudicando várias vezes;
34. As pilhas de adobe não eram afastadas do chão, se prejudicando pela umidade por capilaridade e pelo próprio contato com o chão de terra, mais ainda quando chovia;

Elevação da parede: 4 características

1. Argamassa de assentamento muito úmida nas primeiras fiadas aumentando a retração;
2. Argamassa de assentamento secava muito rápido quando estabilizada com cimento;
3. Apesar da assessoria ter realizado o projeto de modulação da primeira fiada, na hora da execução não foi implementado pelo morador;
4. Algumas paredes das esquinas representaram entre 3cm 5cm e 6cm fora do prumo e esquadro;

Interfaces: 0 características

CARACTERÍSTICAS QUE NÃO SIGNIFICARAM PROBLEMA EM 1 CASO (sendo igual a outros) e
porém foi diferente aos outros dois = 2

Produção de adobe: 2 características

1. O resultado da curva de distribuição foi de 50% Areia; 6% Silte; 44% Argila;
2. Uso do método Faria (2002) para a realização de ensaios de resistência à compressão do adobe;

Elevação da parede: 0 características

Interfaces: 0 características

CARACTERÍSTICAS QUE NÃO SIGNIFICARAM PROBLEMA EM 1 CASO (sendo diferente a outros) e
porém foi diferente aos outros dois = 13

Produção de adobe: 13 características

1. A quantidade de meses gastos da produção de adobe no lote individual foi de 1 mês sendo uma época de não chuva;
2. O tempo de preparação do canteiro para a produção coletiva do adobe foi de 1 mês;
3. As ferramentas usadas para a extração da terra foram: carrinho, pá e enxada;
4. A terra foi peneirada com peneira com tela quadrada de 5mm aprox. e era protegida quando a produção coletiva no barracão e não protegida quando a produção no próprio lote, pois não era época de chuva;
5. O local de obtenção da água era dentro do próprio assentamento perto da casa do morador ou num poço também do próprio lote;

6. A água não era comprada, embora tinha custos derivados da bomba elétrica que puxa a água do poço;
7. O sistema para a obtenção do barro foi artesanal;
8. Tanto antes quanto depois do descanso e a correção da umidade do barro, a sua aparência era plástica e pastosa;
9. O chão da área de produção dos adobes sempre estava limpo;
10. Os adobes empilhados foram protegidos na época de chuva e os adobes estabilizados com cimento não precisavam ser protegidos da chuva;
11. As pilhas de adobe eram protegidas contra a umidade por capilaridade, pois às vezes ficavam acima do contrapiso ou acima de tabuas de madeira quando ficavam no chão de terra;
12. Implementação e seguimento de um projeto de modulação das primeiras fiadas;
13. Realização cuidadosa do prumo e esquadro nas esquinas das paredes;

Elevação da parede: 0 características

Interfaces: 0 características

CARACTERÍSTICAS QUE SIGNIFICARAM PROBLEMA EM 1 CASO= 27

Produção de adobe: 17 características

35. O tipo de mão de obra predominante seja individual;
36. A quantidade de meses gastos da produção de adobe no lote do morador seja de 31 meses;
37. A quantidade de traços usados e não ensaiados sejam 5;
38. Falta de conhecimento do morador sobre os resultados dos ensaios no laboratório por falta de explicação e informação desde os assessore;
39. A necessidade de comprar o material estabilizador da terra para a produção do adobe como por exemplo: **Casca de arroz:** R\$ 3,00 o balaio (saco de 70 cm x 50 cm x 25cm aprox.). **Cimento:** R\$ 18,00 aprox. o saco de 50 kg. **Areia média lavada:** R\$ 36,00: 1m³;
40. O local de obtenção do estabilizante ficava a 20min de carro desde o assentamento;
41. Falta de controle do dado da quantidade de estabilizante usado na produção do adobe;
42. Falta de unidades de medida para mesclar e obter o barro, não se deve fazer ao olho;
43. Muito umidade dos componentes do barro pela falta de proteção às chuvas, ;

44. A umidade do barro já preparado possuía muita água, com a idéia de facilitar a retiro da forma de madeira;
45. Falta de proteção do barro contra a umidade da chuva enquanto o barro descansa;
46. Não deixar descansar o barro pelo menos de um dia para outro;
47. Desnível nos extremos do chão na área de produção dos adobes, provocando a entrada da água chuva;
48. Realização de marcas exageradas com os dedos, na superfície do adobe que estava sendo moldado;
49. Poucos dias transcorridos de secagem do adobe para ser usado na elevação da parede, por causa da produção paralela de adobes e a elevação da parede e mais ainda em época de chuva;
50. O empilhamento dos adobes de uma forma agrupada (numa área de 2m x 2m) sem deixar espaços para o ar permear e os adobes continuar secando;
51. Falta de cuidados no transporte dos adobes desde a área de produção coletiva, pois as aristas dos adobes quebravam;

Elevação da parede: 8 características

1. A dimensão da junta horizontal esteja entre 2cm a 5cm;
2. Falta de proteção das paredes contra as chuvas, ou quando protegidas com plástico ou lona, só se cobria uma parte dos topos das paredes, desprotegendo a base delas;
3. O tempo de amassamento era muito rápido, cerca de 10min;
4. A argamassa de assentamento não descansava;
5. Falta de umedecimento dos adobes no momento de assentá-los, ocasionando perda de umidade da argamassa de assentamento;
6. A altura e traço da junta horizontal para assentar a primeira fiada ser de 3cm a 6cm de só terra e água;
7. Primeiras fiadas elevada fora do prumo e esquadro até com 6cm fora do eixo da parede;
8. Falta de amarração das esquinas das paredes da casa;

Interfaces: 2 características

1. Falta de reforço na fiada que fica embaixo do vão da janela;
2. Espessura do revestimento seja de 2cm a 5cm;

CARACTERÍSTICAS QUE NÃO SIGNIFICARAM PROBLEMA EM 2 CASOS (Sendo estes dois iguais) = 9

Produção de adobe: 7 características

1. A quantidade total de meses gastos para a produção total de adobe para serem usados na casa (produção na área individual e na coletiva) variou entre 13 e 11 meses;
2. Foi sim explicado e informado aos moradores sobre os resultados dos ensaios de resistência à compressão dos adobes;
3. O estabilizante não teve custo, foi gratuito o por doação;

4. A umidade inicial dos componentes da mescla do barro geralmente estavam secos ou com a umidade ambiente ou às vezes com pouca umidade causada pelas chuvas;
5. O nível do chão para a produção dos adobes foi plano (acima do contrapiso);
6. A aparência da superfície superior do adobe moldado foi homogênea e geralmente lisa;
7. Primeiras fiadas executada do nível e no esquadro

Elevação da parede: 2 características

1. A dimensão da junta horizontal podia ficar entre 1,5cm a 2,5cm;
2. Foi feita amarração nas esquinas usando aço dobrado (no esquadro);

Interfaces: 0 características

CARACTERÍSTICAS QUE NÃO SIGNIFICARAM PROBLEMA EM 2 CASOS (Sendo estes dois diferentes) = 15

Produção de adobe: 9 características

1. O local de obtenção do estabilizante era dentro do próprio assentamento ou dentro do lote individual;
2. A quantidade do estabilizante teve várias quantidades dependendo o caso estudado, como por exemplo: 612kg de casca de arroz, 2 caminhões de esterco de gado, 20 balaio de casca de arroz, 15 sacos de cimento, e a areia não teve dado;
3. As unidades de medida para fazer a mescla do barro pode ser com latas de 25 Lt ou com carrinhos, medindo e criando relações de volume com sacos de cimento;
4. Num começo, a característica da umidade do barro, é ficar com muita água, depois o morador vai encontrando o ponto certo;
5. Proteção do barro com plástico ou lonas quando o barro descansava ou não se protegia quando o adobe era estabilizado com cimento;
6. O tempo de descanso do barro era de um dia para o outro, o adobe com cimento não podia ficar mais de 30min descansando;
7. Após a produção total dos adobes, era começada a elevação da parede, estando os adobes completamente secos;
8. Empilhamento dos adobes até uma altura dentre 1,20m e 1,50m, com a largura da pilha igual ao comprimento do adobe e com espaços para circular o ar;
9. Umedecimento dos adobes no momento de assentá-los, e mais ainda quando o adobe era estabilizado com cimento, pois puxava a umidade da argamassa de assentamento e mais ainda nos dias muito quentes;

Elevação da parede: 4 características

1. A proteção das paredes contra a chuva se fazia com plástico ou lona, cobrindo de maneira que a chuva não afetasse a base da parede. As paredes de adobe estabilizado com cimento não precisava de proteção. As paredes também podiam ser protegidas revestindo-las com a argamassa de assentamento simultaneamente à elevação da parede;

2. O tempo de amassamento da argamassa de assentamento era cerca de 1h a 1h30min. Aprox.;
3. A argamassa de assentamento descansava geralmente um dia, quando estabilizada com cimento não descansava porque secava muito rápido;
4. A altura e traço da junta horizontal para assentar a primeira fiada variou entre 1,5cm a 2,5cm;

Interfaces: 2 características

1. O reforço usado na fiada que fica embaixo do vão das janelas variou entre a colocação de 2 aços de 1,60 (num vão de 1,20m) e 2 aços que passavam nessa altura no perímetro todo nas paredes exteriores da casa;
2. Espessura do reboco de 1,5cm;

CARACTERÍSTICAS QUE SIGNIFICARAM AVANÇOS EM 1 CASO = 7

Produção de adobe: 5 características

16. Desenvolvimento de 9 tipologias de adobe;
17. 4 tipos de traços usados e ensaiados à resistência a compressão;
18. 3 tipos de traços não usados e não ensaiados mas como experimentações;
19. Recobrimento com polietileno branco nas laterais interiores da forma de madeira, para o barro escorregar, facilitando a desmoldagem do adobe e poupando a areia que geralmente se coloca quando as laterais é a própria superfície da madeira;
20. Formas de madeira com 3 configurações diferentes do volume do adobe para serem usados na canaleta, no pilar e na instalação elétrica.

Elevação da parede: 0 características

Interfaces: 1 característica

1. Em algumas paredes foi realizado um revestimento de proteção das paredes nas chuvas, com a argamassa que sobrava do assentamento dos adobes;

CARACTERÍSTICAS QUE NÃO SIGNIFICARAM AVANÇOS EM 2 CASOS (Sendo estes dois iguais) = 1

Produção de adobe: 1 características

1. Quantidade de tipologias de adobe foi 1; forma de madeira sem recobrimento nas laterais interiores e com volume somente de paralelepípedo maciço;

Elevação da parede: 0 características

Interfaces: 0 características

CARACTERÍSTICAS QUE NÃO SIGNIFICARAM AVANÇOS EM 2 CASOS (Sendo estes dois diferentes) = 3

Produção de adobe: 2 características

1. A quantidade de traços usados que foram ensaiados foi de 1 e 4;
2. O material usado nas laterais interiores da forma de madeira para o barro não grudar variava entre areia fina e água com cinza do fogão de lenha;

Elevação da parede: 0 características

Interfaces: 1 características

1. Não foi necessário usar revestimentos simultâneos à elevação da parede, com o propósito de proteger a parede de chuvas, pois a parede era, geralmente protegida com plástico;

Pergunta 8

Características que significaram avanços em 2 casos e no outro caso não; sendo elas iguais ou diferentes

CARACTERÍSTICAS QUE SIGNIFICARAM AVANÇOS EM 2 CASOS = 2

Produção de adobe: 1 características

3. Construção de uma estrutura coberta de 30m² aprox., para produzir os adobes no lote individual;

Elevação da parede: 1 características

1. Execução de uma cinta de amarração de concreto de 15cm x 15cm, com dois aços embutidos, no perímetro externo da casa e também no perímetro dos 3 quartos. O uso do bambu (vara de pescar) na amarração de algumas fiadas. E a execução de uma cinta de amarração de concreto no perímetro exterior da casa, moldada por adobes com forma de canaleta e reforçadas com 2 aços;

Interfaces: 0 características

CARACTERÍSTICAS QUE NÃO SIGNIFICARAM AVANZOS EM 1 CASO (sendo igual a outros) E

Porém Foi Diferente Aos Outros Dois = 0

Produção de adobe: 0 características

Elevação da parede: 0 características

Interfaces: 0 características

CARACTERÍSTICAS QUE NÃO SIGNIFICARAM AVANZOS EM 1 CASO (sendo diferente a outros) e

porém foi diferente aos outros dois = 1

Produção de adobe: 0 características

Elevação da parede: 1 características

1. A amarração perimetral foi feita cada 5 fiadas, inclusive na altura das portas e janelas para fazer o papel da cinta de amarração;

Interfaces: 0 características

CARACTERÍSTICAS QUE SIGNIFICARAM AVANZOS EM 1 CASO = 9

Produção de adobe: 3 características

1. Se comparado com o caso B1 o controle e implementação dos seguintes traços, são considerados como avanços: **a)** 1carrinho de solo: 1carrinho de esterco; **b)** 5carrinhos de solo: 1 saco cimento: 1 carrinho de casca arroz; **c)** 7carrinhos de solo: 1 saco cimento: 1 carrinho de casca arroz; **d)** 5carrinhos de solo: 1 saco cimento: 1 carrinho de areia media, estes considerados com o mesmo volume seria assim: **a)** 1:1 **b)** 20:1: 4 **c)** 28:1: 4 **d)** 28:1: 4;
2. 4 traços usados e que foram ensaiados à resistência a compressão com valores médios de 1,2MPa, 1,92MPa, 0,72MPa e 2.1MPa;
3. Uso de alguns critérios para a seleção do material estabilizador do solo como por exemplo: **a)** necessidade de biomassa para estabilizar um solo argiloso; **b)** lidar com solo siltoso; e **c)** o baixo desempenho do adobe em época de chuva.

Elevação da parede: 1 características

1. Uso de cal na composição da argamassa de assentamento dos adobes;

Interfaces: 5 características

1. Produção de adobe estabilizado com cimento para melhorar a sua resistência às chuvas das duas primeiras fiadas;
2. A ferramenta usada para realizar a abertura dos rasgos para a colocação das tubulações das instalações hidrosanitárias, foi a maquita;
3. Para tampar as tubulações os rasgos com as tubulações hidrosanitárias, foi usada uma argamassa a base de terra, cal e cimento;
4. Para a passagem das instalações elétricas dentro da parede, foram desenvolvidos adobes especiais;
5. Possivelmente o revestimento a para rebocar a casa toda, seja a base de pasta de cal, solo arenoso, solo argiloso e óleo de linhaça;

CARACTERÍSTICAS QUE SIGNIFICARAM PROBLEMAS EM 1 CASO = 7

Produção de adobe: 3 características

1. Os traços reais usados para a produção do adobe não sejam definidos e realizados ao olho do morador sem controle das proporções em volume;
2. O desejo de experimentação na composição do adobe, em relação à seleção do material estabilizador como a biomassa usada para estabilização da terra, não teve critérios definidos nem monitoramento do seu desempenho e qualidade;
3. Argamassa de assentamento sem traço definido (só terra e água ou terra, água e diferentes tipos de palha) e com muita água;

Elevação da parede: 0 características

Interfaces: 4 características

1. Não foi solucionado o problema da acumulação da água da chuva em relação às suas consequências nas duas primeiras fiadas da parede;
2. Uso do martelo para abertura dos rasgos nas paredes para a passagem das instalações hidrosanitárias e elétrica;
3. Uso de argamassa de cimento e areia para tampar os rasgos nas paredes onde passavam as instalações hidrosanitárias e elétrica;
4. Uso de diferentes traços a base de cimento e areia para rebocar a parede;

CARACTERÍSTICAS QUE NÃO SIGNIFICARAM AVANZOS NEM PROBLEMAS EM 1 CASO (sendo igual a outros) e porém foi diferente aos outros dois = 0

Produção de adobe: 0 características

Elevação da parede: 0 características

Interfaces: 0 características

CARACTERÍSTICAS QUE NÃO SIGNIFICARAM AVANZOS NEM PROBLEMAS EM 1 CASO (sendo diferente a outros) e porém foi diferente aos outros dois = 4

Produção de adobe: 2 características

1. Valor de resistência à compressão de 1,42MPa;
2. Alguns critérios predominantes para a seleção do material estabilizador na composição do adobe fora: **a)** Necessidade de biomassa para estabilizar um solo argiloso; **b)** por ser resíduo agrícola na região;

Elevação da parede: 1 características

1. Realização de testes da argamassa de assentamento que permitiram o uso de um traço com as mesmas características da composição do adobe;

Interfaces: 1 características

1. A solução à acumulação da água da chuva e suas consequências na base da parede, foi realizar um revestimento com impermeabilizante das duas primeiras fiadas tanto por dentro quanto por fora da parede;

Pergunta 10

Grupo de características de cada caso que o diferenciam dos outros

Ao todo foram 163 características por cada caso, exceto o caso B1 que por ter chegado somente até o final da elevação da parede, não teve 11 características, porém neste caso só foram consideradas 152. A continuação se apresentam as tabelas síntese, por cada caso.

CASO A

QUANTIFICAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS DO CASO A								
ETAPA	Quant. total de características levantadas		Quant. total de características que foram similares com 1 ou 2 casos		Quant. total de características que o diferenciaram dos outros 2 casos		Quant. total de características que significaram problema	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
Produção adobe	107	100	33	31	74	69	0	0
Elevação parede	36	100	6	17	30	83	5	14
Interfaces	20	100	6	30	14	70	9	45
TOTAL	163	100	45	27,6	118	72	14	9

CASO B1

QUANTIFICAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS DO CASO B1										
ETAPA	Quant. total de características levantadas		Quant. total de características que foram similares com 1 ou 2 casos		Quant. total de características que o diferenciaram dos outros 2 casos		Quant. total de características que significaram problema		Quant. total de características que significaram avanços	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
Produção adobe	107	100	43	40	64	60	37	35	1	1
Elevação parede	36	100	3	8	33	92	15	42	1	3
Interfaces	9	100	2	22	7	78	5	56	0	0
TOTAL	152	100	48	32	104	68	57	38	2	1

CASO B2

QUANTIFICAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS DO CASO B2										
ETAPA	Quant. total de características levantadas		Quant. total de características que foram similares com 1 ou 2 casos		Quant. total de características que o diferenciaram dos outros 2 casos		Quant. total de características que significaram problema		Quant. total de características que significaram avanços	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
Produção adobe	107	100	44	41	63	59	24	22	11	10
Elevação parede	36	100	6	17	30	83	5	14	2	6
Interfaces	20	100	7	35	13	65	3	15	7	35
TOTAL	163	100	57	35	106	65	32	20	20	12

Somando as características dos 3 casos o total foi 478 características, mas se juntamos as características repetidas, ou seja, unimos os 3 casos o total seria de 214 características como apresentado na seguinte tabela.

Quantidades de características segundo a comparação dos 3 casos									
ETAPA
	Em 3 casos iguais	Em 2 casos iguais	Em 3 casos diferentes	Em 3 casos problema	Em 2 casos problema	Em 1 caso problema	Em 2 casos avanços	Em 1 caso avanço	
Produção adobe	11	24	64	0	15	20	1	8	143
Elevação parede	0	2	24	3	4	8	1	1	43
Interfaces	1	4	8	3	0	6	0	6	28
Quant. Total de características	12	30	96	6	19	34	2	15	214
	5,61%	14,02%	46,00%	2,80%	8,88%	15,89%	0,93%	7,01%	100%

A continuação se apresenta uma síntese visual da tabela geral com os dados e categorizações das etapas construtivas.

1. PRODUÇÃO DE ADOBE

1.1 AVALIAÇÃO DO SOLO E DO ADOBE

1.1.1 Realização de práticas de campo para a identificação do solo

1.1.2 Realização de ensaios do solo no laboratório

1.1.3 Realização do ensaio de resistência à compressão

1.2. PREPARAÇÃO DO CANTEIRO

1.2.1. Viabilização dos materiais e equipamentos

1.2.2. Produção da forma de madeira

1.2.3. Definição da logística

1.3 OBTENÇÃO DA TERRA

1.3.1 Extração

1.3.2 Trituração ou peneiramento

1.4 OBTENÇÃO DO ESTABILIZANTE

1.5 OBTENÇÃO DA ÁGUA

1.6 PREPARAÇÃO DO BARRO

1.6.1 Mistura dos componentes do barro

1.6.2 Amassado do barro

1.6.3 Descanso do barro

1.7 MOLDAGEM

1.7.1 Correção da quantidade de água do barro

1.7.2. Preparação da forma de madeira

1.7.3 Colocação do barro na forma de madeira

1.7.4 Retirada do excedente do barro

1.7.5 Desmoldagem

1.8 SECAGEM

1.8.1 Secado à sombra e ao sol

1.8.2 Armazenagem

1.9 Transporte

2. ELEVAÇÃO DA PAREDE

2.1 EXECUÇÃO DA ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO

2.1.1 Execução do local de amassamento

2.1.2 Mistura dos componentes da argamassa

2.1.3 Amassamento da argamassa

2.1.4. Descanso da argamassa

2.1.5 Correção da umidade da argamassa

2.2 EXECUÇÃO DAS FIADAS

2.2.1 Execução da primeira fiada

2.2.2. Execução das esquinas

2.2.3 Execução das fiadas seguintes

3. INTERFASES

3.1 Interfase com a fundação

3.2 Interfase com as portas e janelas

3.3 Interfase com a cobertura

3.4 Interfase com as instalações

3.5 Interfase com o revestimento

iau usp

2011

Dissertação de mestrado