



ENTAC2006

A CONSTRUÇÃO DO FUTURO XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído | 23 a 25 de agosto | Florianópolis/SC

ANÁLISE DAS ETAPAS CONSTRUTIVAS DE UMA HABITAÇÃO RURAL COM PAREDES ESTRUTURAIS EM ADOBE. CASO: ASSENTAMENTO RURAL PIRITUBA II (ITAPEVA-SP).

**Fernando Machado Gonçalves da Silva (1) , Mauricio Guillermo C. Barreto (2),
Ioshiaqui Shimbo(3), Akemi Ino (4), Obede Borges Faria (5)**

(1) Eng. Civil, mestrando do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo - Brasil, bolsista da FAPESP, pesquisador do HABIS (Grupo de Pesquisa em Habitação e Sustentabilidade - EESC USP/ UFSCar) - e-mail: femgs@yahoo.com.br

(2) Estudante de graduação em Arquitetura e Urbanismo – Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, Brasil. Pesquisador do HABIS (EESC USP /UFSCar) – e-mail: macorito710@yahoo.com.br

(3) Prof. Dr. do Depto de Engenharia Civil – Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, coordenador do grupo de pesquisa HABIS (EESC USP/ UFSCar), shimbo@power.ufscar.br

(4) Prof^ª Dr^a do Departamento de Arquitetura e Urbanismo – Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, Brasil, coordenadora do grupo de pesquisa HABIS – e-mail: inoakemi@sc.usp.br

(5) Prof. Dr. Do Departamento de Engenharia Civil – Faculdade de Engenharia – Universidade Estadual Paulista de Bauru, Brasil, colaborador do grupo de pesquisa HABIS (EESC USP/ UFSCar) – e-mail: obede@feb.unesp.br

RESUMO

Os adobes (tijolos de terra crua sem queima) foram utilizados em diferentes edificações no Brasil como elemento estrutural e também como vedação. Na perspectiva de verificar a viabilidade de utilização do adobe em moradias rurais, o presente trabalho tem como objetivo: analisar o processo de construção de uma habitação, que utilizou a técnica de adobe como parede estrutural, realizada no Assentamento Rural Pirituba II, Itapeva-SP. O trabalho apresenta informações sobre o sistema construtivo, tais como: processo de capacitação das pessoas para a fabricação do adobe; processo de fabricação dos adobes; processo de elevação das paredes; patologias e soluções adotadas; detalhes construtivos; interfaces entre os elementos de vedação, cobertura, instalações elétricas e hidráulicas, apropriação da técnica construtiva pelos moradores, dificuldades encontradas. Utilizou-se como estratégia geral de pesquisa a “pesquisa-ação”, na qual os pesquisadores e os sujeitos da pesquisa estão envolvidos no processo, de forma cooperativa ou participativa na resolução dos problemas. Para a coleta de dados foram feitas observações diretas com registros escritos e fotográficos e entrevistas com as famílias. Foi possível, com a realização deste trabalho, detalhar as etapas de produção do adobe, como elemento estrutural e de vedação; sua produção; os detalhes construtivos e interfaces; a apropriação de custos e produtividade, as dificuldades encontradas tanto da produção do adobe como da elevação de paredes, na perspectiva de racionalização do processo construtivo e transferência para outros assentamentos.

PALAVRAS CHAVE: adobe, sustentabilidade, habitação de interesse social.

1 HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL EM ASSENTAMENTOS RURAIS, COM O EMPREGO DE RECURSOS LOCAIS E RENOVÁVEIS PARA SUA PRODUÇÃO

O desenvolvimento rural sustentável deve buscar um aumento da qualidade de vida neste meio, envolvendo todas as atividades relacionadas com a vida no campo como, por exemplo, “*recursos produtivos, tecnológicos, comerciais, de transporte, de habitação, infra-estrutura e equipamentos comunitários*”, de acordo com Peres [1].

Sendo a habitação um elemento que integra e possibilita o aumento da qualidade de vida e, conseqüentemente, a continuidade da permanência do homem no campo, esta deve estar ao máximo integrada com a sua condição de vida, capacidade de produção, de articulação e de organização, ter qualidade e ser adequada ao seu meio ambiente.

Os materiais utilizados para construção de moradias em assentamentos rurais podem ser estudados sob a ótica das múltiplas dimensões da sustentabilidade, que segundo Silva [2] e Acselrad [3], podem ser: ambiental, política, econômica, social e cultural.

Encontra-se, como exemplo na literatura, que a utilização de alguns materiais tendem a aumentar a sustentabilidade destas construções, se comparados a materiais de construção convencionais, ou mais utilizados para habitações no Brasil, quais sejam: o tijolo cerâmico, o concreto e o aço.

São exemplos de materiais que tendem a aumentar a sustentabilidade: a madeira de florestas plantadas, o bambu, a terra crua, as palhas e materiais reciclados ou reaproveitados. Um material citado na literatura, que apresenta baixo ou praticamente nulo consumo de energia para a sua produção e é um excelente isolante térmico e acústico, é o *adobe* (tijolo de terra crua, seco ao sol), principalmente quando comparado com o cimento e o aço.

Segundo Faria [4], este material apresenta vantagens como: 1) facilidade de produção, possibilitando uma rápida capacitação da mão de obra; 2) baixo consumo energético; 3) baixo custo de produção, aumentando as chances de acesso pela população de baixa renda; 4) utilização de recursos renováveis, abundantes e locais; e 5) participação dos futuros moradores na produção do material da habitação, criando uma identificação das pessoas com a construção e melhorando sua auto-estima.

Da experiência, observada com a realização do presente trabalho, foram notadas algumas desvantagens, como: 1) alto custo social de produção das unidades; e 2) necessidade de proteção da parede contra a umidade, seja de água da chuva, seja por capilaridade da fundação.

A proposta de utilização deste material, numa habitação de interesse social rural, foi apresentada levando-se em consideração as seguintes condições: 1) a disponibilidade das matérias primas (terra, casca de arroz (resíduo palha e água) numa área rural, onde estes recursos são abundantes; 2) a possibilidade de transferência de conhecimento para a produção de adobe, num tempo compatível com as condições e limites locais; e 3) a necessidade de viabilizar uma habitação com custo aproximado de R\$ 4.500,00 (cerca de US\$ 1.957), valor de subsídio disponível, num programa de política habitacional no Brasil, em dezembro de 2003 (PSH – Programa de Subsídio a Habitação de Interesse Social).

Esta pesquisa tem como objetivo realizar uma análise do processo de construção de uma habitação de interesse social, com sistema estrutural de vedação em adobe, realizada no Assentamento Rural “Fazenda Pirituba”, próximo à cidade de Itapeva, sudoeste do Estado de São Paulo – Brasil (uma região com baixos índices de indicadores sócio-econômicos) e apresentar informações sobre o sistema construtivo, tais como: processo de produção do adobe, processo de elevação das paredes, patologias e soluções adotadas, detalhes construtivos, interfaces com elementos de vedação, cobertura, instalações elétricas e hidráulicas.

2 MÉTODO DE PESQUISA, COLETA DE DADOS E CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

Esta pesquisa foi realizada a partir de estudo de caso único, definido por Yin [5] como uma investigação empírica, sobre um fenômeno contemporâneo, dentro de um contexto da vida real, onde o fenômeno estudado e o contexto não possuem limites definidos.

O autor ainda coloca que para um estudo de caso com qualidade, a coleta de evidências (inicialmente colocada como coleta de dados) deve seguir o uso de duas ou mais fontes de evidências, possuir um banco de dados com informações formais de evidências distintas e conclusões elaboradas, além de uma ligação explícita entre as questões levantadas, os dados coletados e as conclusões.

Para tal coleta, o autor apresenta uma lista de seis possíveis fontes de evidências, sendo elas: a documentação, os registros em arquivos, entrevistas, observações diretas e observações participantes, as quais foram utilizadas na presente pesquisa.

A pesquisa, aqui apresentada, foi desenvolvida com base no método da pesquisa-ação, apresentado por Thiollent [6], onde os pesquisadores e a população interagem na busca de solução para um problema, possibilitando nesta interação que perguntas e respostas destes diálogos e ações gerem, hora evidências das perguntas de pesquisa, hora novas perguntas.

A coleta de dados foi realizada nos diversos momentos da construção de uma habitação com adobe, em um assentamento rural, onde atualmente estão em construção mais 41 unidades habitacionais com tijolos cerâmicos alveolares.

O programa de necessidades da habitação em adobe definiu uma planta com três quartos, uma sala, uma cozinha, um banheiro e uma varanda (área externa a habitação mas coberta) com área construída de 75m² e área coberta de 106m². A **Figura 01** apresenta a planta baixa da habitação e uma foto da moradia após a construção.



FIGURA 1 - PLANTA BAIXA DA HABITAÇÃO EM ADOBE E FOTO DA HABITAÇÃO CONSTRUÍDA (FONTE: GRUPO DE PESQUISA HABIS, 2004 E 2005 RESPECTIVAMENTE).

Esta habitação, com paredes estruturais de adobe, teve custo total (excluída a mão-de-obra) de R\$ 6.224,17 (cerca de US\$ 2.706), dos quais 70% financiados pelo PSH (Programa de Subsídio a Habitação de Interesse Social, da Caixa Econômica Federal) e 30% financiados pelo INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária).

3 RESULTADOS OBTIDOS - O SISTEMA CONSTRUTIVO EM ADOBE

O sistema construtivo com parede estrutural em adobe pode ser dividido em sub-sistemas para uma melhor compreensão.

O sub-sistema de fundação da habitação foi executado em sapata corrida, com blocos de concreto, armada e grauteada. A ligação entre a fundação e a parede estrutural foi feita apenas por apoio direto da parede sobre a fundação. Para o sub-sistema de vedação estrutural foi utilizado o adobe, estabilizado com biomassa vegetal (casca de arroz), com junta amarrada e com as seguintes dimensões dos elementos: 10cm x 28cm x 14cm (altura x comprimento x largura). O sub-sistema de cobertura proposto para a habitação é formado por vigas, compostas de três camadas de peças de madeira da espécie *Pinus* sp., pregadas e colocadas na direção horizontal, espaçadas de acordo com as dimensões

das telhas cerâmicas (cerca de 40cm), este sub-sistema de cobertura esta sendo chamado de VLP – Viga Laminada Pregada. A ligação entre a cobertura e o adobe é realizado através de uma peça de transição (berço) em madeira, fixada no adobe com pinos metálicos.

3.1 A produção do adobe

O adobe foi produzido pela própria família que irá morar na casa. A sequência de produção está apresentada na **Figura 2**.

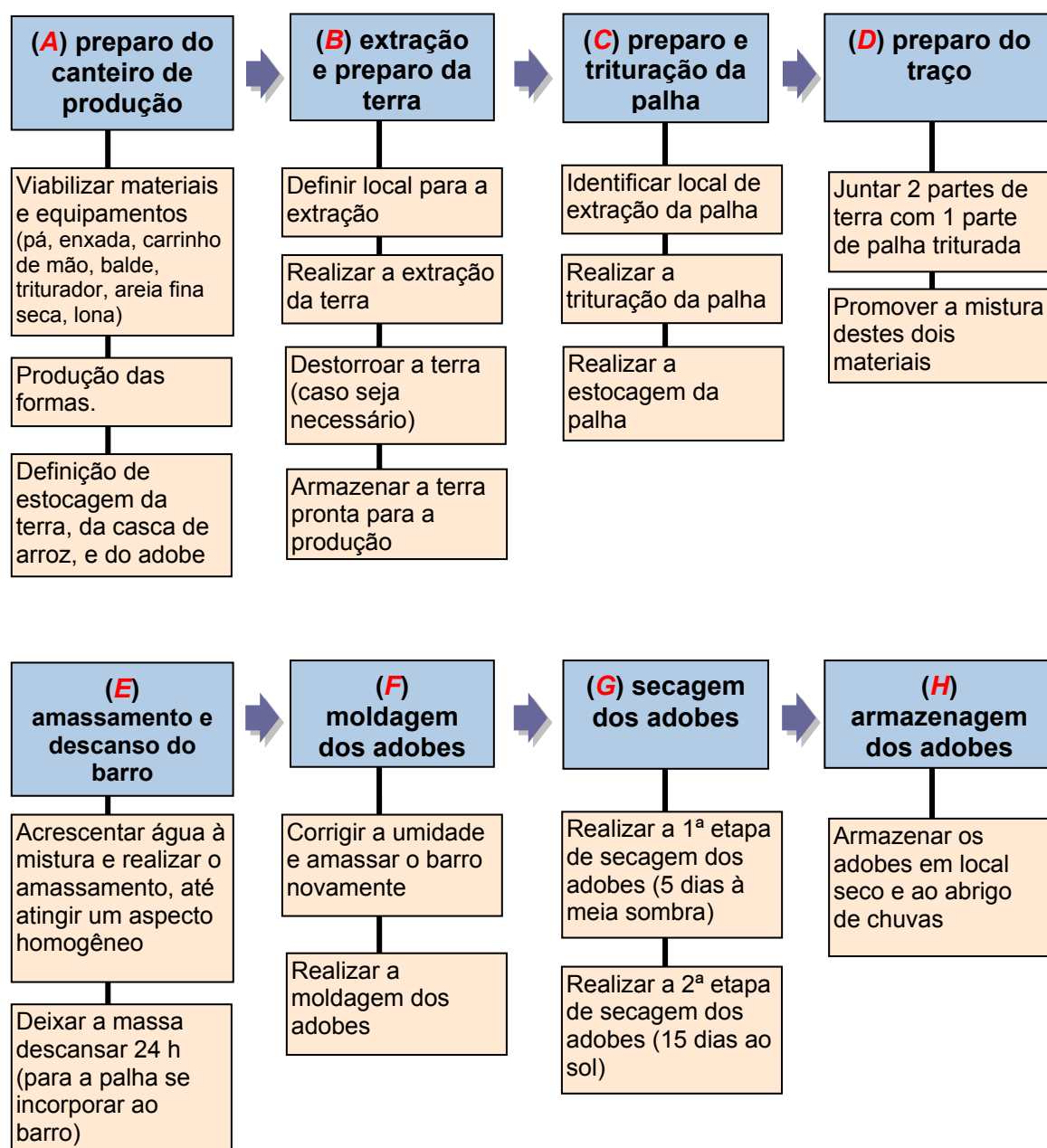


FIGURA 2 - ORGANIZAÇÃO DA SEQUÊNCIA DE PRODUÇÃO DO ADOBE, EM ETAPAS.

A quantidade de adobes necessária para uma habitação com 75m² é de 5.000 unidades, utilizando-se para esta produção aproximadamente 25m³ de solo não compactado, 612kg de casca de arroz, duas enxadas, uma pá, uma vanca (pá reta), dois carrinhos de mão, duas formas de madeira (para 6 adobes cada) e uma esponja para lavar as formas. Para esta produção, a família contou com dois homens, e duas mulheres (adolescentes) e demoraram em média, por dia, três horas para buscar e amassar o barro

e 5 horas para moldar os adobes. A produtividade média foi de 6,87 unidades por pessoa, por hora, com uma produção diária de 220 unidades, sendo possível produzir em 23 dias os adobes de uma habitação com 75m² de área construída. Na **Figura 3** são ilustradas as etapas desta produção.



FIGURA 3 - FOTOS DA SEQUÊNCIA DE PRODUÇÃO DO ADOBE. CONSTRUÍDA (FONTE: GRUPO DE PESQUISA HABIS, 2004)

Foram identificados os seguintes problemas na produção dos adobes: 1) ausência de óculos de proteção para as pessoas que moldavam os adobes, pois quando se lança o barro na fôrma ele pode espirrar para cima e para os lados; 2) ausência de local apropriado para lavar as fôrmas, uma vez que o recipiente utilizado não possuía tamanho suficiente para que a fôrma pudesse ser colocada inteira dentro dele (portanto, foi utilizado um carrinho de mão); 3) a quantidade de barro amassada no dia anterior só possibilitou a moldagem dos adobes até a hora do almoço, ficando o período da tarde sem atividades de produção, motivo pelo qual a produtividade (citada anteriormente) resultou muito baixa; 4) o barro amassado possuía muita água, ocasionando uma tendência de deformação do adobe fresco; 5) a temperatura ambiente estava muito baixa (perto de 15°C) e os adobes demoraram mais do que o esperado para a secagem; e 6) o espaço destinado ao estoque dos adobes no local de produção era pequeno, dificultando o fluxo de trabalho até completar a quantidade de adobes necessária, além de

não haver ponto de água disponível para a produção. A solução adotada pelos produtores foi continuar com a produção do adobe sobre o contra-piso da casa em construção.

Para avaliação da qualidade do adobe produzido pelas famílias, foram realizados ensaios de determinação da resistência à compressão e ensaios de verificação das dimensões finais.

As fôrmas para a produção de adobe foram confeccionadas com dimensões 30 cm de comprimento, 15cm de largura e 11 cm de altura, prevendo-se a retração do adobe, após o processo de secagem.

Para a realização do ensaio de verificação dimensional, foi analisada uma amostra de dez unidades, cujos resultados apontaram valores médios de dimensões dos adobes de 29,0cm x 14,2cm x 9,9cm, próximos aos idealizados no projeto de vedação. A variação dimensional do adobe não afetou a elevação da parede, pois foi absorvida na junta horizontal, que apresentou espessura média de 2,5cm.

Os ensaios de determinação da resistência à compressão, foram realizados em amostras de três unidades, de acordo com a metodologia proposta por Faria [4] e apontaram resistência média à compressão de 1,42MPa, com desvio padrão de 0,16 MPa e coeficiente de variação de 11,41%. Valor não muito elevado, mas atendendo as necessidades estruturais da habitação.

3.2 A construção da habitação

Após a execução das fundações e do contra-piso da habitação, foram realizadas as seguintes etapas para a elevação das paredes, ilustradas na **Figura 4**:

- a) Limpeza dos baldrames da fundação para realização da 1ª fiada;
- b) Execução de argamassa de solo e palha (o mesmo que foi utilizado na produção do adobe);
- c) Execução dos cantos no nível e esquadro;
- d) Execução da 1ª fiada levando-se em consideração as aberturas de portas;
- e) Execução das fiadas seguintes com junta amarrada e ferro cabelo (4,2mm) nos cantos, para travamento das fiadas; e
- f) Execução de impermeabilização na parede nos primeiros 0,30m internos e externos.

As recomendações para a execução de paredes, obtidas após acompanhamento dos trabalhos em campo, são:

- a) A massa de assentamento também deve ter um pouco de palha (as 3 primeiras fiadas foram assentadas somente com massa de solo e água, apresentando fissuras);
- b) Devem-se molhar superficialmente os adobes para que ele não “puxe” a água da argamassa (para reduzir o problema de fissuração da massa de assentamento);
- c) A sequência de execução do contra-piso deve ser estudada, já que foram levantados pontos positivos e negativos, quanto à sua execução antes da elevação das paredes de adobe;
- d) Deve-se assentar o adobe do lado contrário ao que ele foi produzido, fazendo com que seu abaulamento central fique para baixo, regularizado pela massa de assentamento; e
- e) Deve-se revestir, interna e externamente, os primeiros 30cm das fiadas de adobe, com argamassa acrescida de impermeabilizante, para reduzir a ação da chuva nas paredes.

Podem ser citados como **pontos positivos**, para a realização do contra-piso antes da elevação das paredes, o seu uso como local de produção e armazenamento dos adobes, além de deixar a área de

trabalho limpa, organizada, bem delimitada e dando bom aspecto visual ao canteiro de obra. Como **ponto negativo**, pode ser citado o problema ocorrido com o acúmulo de água de chuva, já que a mesma tinha dificuldade em se infiltrar pelo terreno, acarretando problemas com excesso de umidade na base das paredes, já que a cobertura foi realizada posteriormente. Este problema poderia ser evitado, se o contra-piso tivesse sido realizado após a cobertura da casa.



FIGURA 4 - FOTOS DA SEQÜÊNCIA DE ELEVAÇÃO DAS PAREDES EM ADOBE. CONSTRUÍDA (FONTE: GRUPO DE PESQUISA HABIS, 2004)

3.3 As interfaces

As interfaces relacionadas com a parede de adobe estão ilustradas nas **Figuras 5 e 6** e são:

- a) *Adobe x fundação*: esta, foi executada em sapata corrida, com blocos de concreto, armada e grauteada. A ligação entre a fundação e a parede estrutural foi feita apenas por apoio direto da parede sobre a fundação. A fundação fica uma fiada de bloco fora do solo pra afastá-o com as primeiras fiadas de adobe e assim evitar a possível ascensão da água por capilaridade na parede.
- b) *Adobe x esquadrias* (portas e janelas): na elevação da parede foram instalados os batentes com pregos e chumbados com argamassa de cimento e areia, também foi colocado duas barras de aço com seção de 6,3mm e comprimento de 1.50m sobre as janelas para realizarem a função de vergas. Como os batentes tiveram uma seção de 3x4 cm, num vão de 120cm houve flecha excessiva que prejudicaria o funcionamento das esquadrias. Para paredes de adobe deve-se executar uma verga de madeira ou uma viga de concreto, como solução do problema no local, instalou-se um montante central na esquadria de madeira com a mesma seção dos batentes.



FIGURA 5 – ENCONTRO ENTRE O ADOBE E AS FUNDAÇÕES / INTERFACE ESQUADRIA E PAREDE DE ADOBE / MONTANTE CENTRAL DA ESQUADRIA INSTALADO PARA MINIMIZAR O PROBLEMA DA FLECHA. (FONTE: GRUPO DE PESQUISA HABIS, 2004 E 2005)

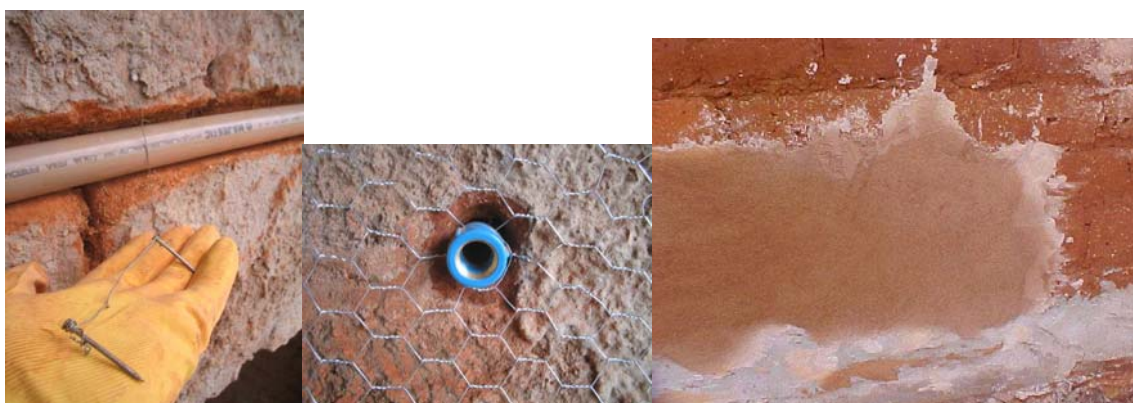


FIGURA 6 – RASGO DE PAREDE DE ADOBE PARA INSTALAÇÃO DE CANO / COLOCAÇÃO DE MALHA DE AÇO PARA REDUZIR PROBLEMA COM REVESTIMENTO EXECUTADO COM ARGAMASSA DE CIMENTO / TESTE DE REVESTIMENTO EM PAREDE DE ADOBE UTILIZANDO ARGAMASSA DE SOLO E CAL (FONTE: GRUPO DE PESQUISA HABIS, 2004 E 2005)

c) *Adobe x instalações* (hidráulica, elétrica e esgoto): foram executados rasgos para as passagens das tubulações e eletrodutos com talhadeira e martelo, posteriormente estes rasgos foram preenchidos com argamassa de cimento, cal e areia, esta solução não é a mais recomendada, podendo-se posteriormente ter uma incompatibilidade neste local, o melhor resultado nestes casos é chumbar os canos com argamassa apenas com areia e cal.

d) *Adobe x revestimento*: foi executado um chapisco de cimento cal e areia na parede, segundo decisão do morador/ executor contrariando as recomendações técnicas da equipe de pesquisadores. Com o intuito de realizar uma investigação e solução do problema foram testados 9 tipos diferentes de composições de reboco, com variações na quantidade de cimento até execução de revestimento sem cimento. Nenhum destes testes convenceu o morador a não revestir sua casa convencionalmente (argamassa de cimento, areia e cal), os resultados obtidos foram satisfatórios para argamassas de revestimentos de parede de adobe, mas sua aplicação foi limitada devido à rejeição do morador.

e) *Adobe x cobertura*: foram utilizados componentes do sistema construtivo em VLP (Viga Laminada Pregada), com os componentes complementares, como as mãos-francesas e VLPs de varanda chumbados com parafusos na parede. As VLPs foram apoiadas em berços de madeira fixados nas paredes com buchas e parafusos. Nesta habitação, utilizou-se no vão central da cozinha uma meia tesoura que apoiava na parede, tendo um berço de madeira para contribuir nas distribuições dos esforços. Notou-se que foi necessário executar um pilar de adobe para realizar este apoio pois a meia-tesoura foi produzida 10cm menor, dificultando seu apoio diretamente na parede.

De maneira geral, o morador/ executor utilizou o cimento na maioria das fixações e revestimentos realizados, ficando para uma pesquisa posterior o estudo das patologias que poderão ocorrer devido à incompatibilidade dos materiais – terra e cimento.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos com a experiência relatada, sobre a construção de uma habitação em adobe na área rural, indicam que:

- a) Ecologicamente, é viável extrair o solo próximo ao local da construção da habitação, pois os impactos ambientais desta ação são baixos e absorvidos pela família;
- b) A utilização da casca de arroz (abundante na região, decorrente da agricultura local) como estabilizante no adobe possibilitou uma resistência à compressão do material adequada a sua utilização como elemento de vedação e estrutural, e acarretou uma redução do peso específico do componente, minimizando o esforço no momento de transporte do adobe e na elevação da parede;
- c) É viável produzir 5.000 unidades de adobes em 23 dias, com 4 pessoas trabalhando de forma bastante leve nesta produção;
- d) Quando se realiza um trabalho de pesquisa e intervenção com a participação da comunidade, deve-se atentar para as estratégias de execução das atividades, pois os atores interagem todo o tempo na pesquisa, sendo que nem sempre o produto é aquele idealizado ou desejável para aquela situação.

Podem ser levantadas algumas questões, a serem respondidas no momento em que a habitação for concluída, dentre elas:

Qual o custo final da habitação que utiliza o adobe como elemento de vedação estrutural?

Qual o desempenho térmico de uma habitação de adobe, em um assentamento rural?

Quais as patologias que serão desenvolvidas na habitação no seu uso?

Deve-se salientar que a realização deste trabalho, aparentemente simples e pouco inovador, foi uma grande conquista para todos os atores envolvidos no processo (pesquisadores, população local e agentes financeiros), considerando-se a realidade local, ou seja, não existe tradição de uso da terra como material de construção nesta região brasileira; existe um forte anseio desta população por “casas de material” (como eles denominam as casas construídas com materiais convencionais, como o concreto e os cerâmicos), e os órgãos governamentais de financiamento da habitação são muito restritivos, quanto a materiais ditos “alternativos”.

5 REFERÊNCIAS

1. PERES, R. B. (2003). **Habitação rural**: discussão e diretrizes para políticas públicas, planejamento e programas habitacionais rurais. São Carlos, Brasil.. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos Universidade de São Paulo.
2. SILVA, S. M. (2000). **Indicadores de sustentabilidade urbana**: as perspectivas e as limitações da operacionalização de um referencial sustentável. São Carlos, Brasil. Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal de São Carlos.
3. ACSELRAD, H. (1999). **Sustentabilidade e desenvolvimento**: modelos, processo e relações. Série Cadernos de Debate Brasil Sustentável e Democrático, Rio de Janeiro, Brasil, n. 5.
4. FARIA, O. B. (2002). **Utilização de macrófitas aquáticas na produção de adobe**: um estudo de caso na represa de Salto Grande (Americana-SP). São Carlos, Brasil. Tese (Doutorado), Programa de Doutorado do Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada CRHEA, Escola de Engenharia de

São Carlos, Universidade de São Paulo.

5. YIN, R. K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. Porto Alegre, Brasil: Bookman.

6. THIOLLENT, M. (1986). **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo, Brasil: Cortez.

6 AGRADECIMENTOS:

Os autores gostariam de agradecer a FAPESP, FINEP, Caixa Econômica Federal e Fundo de Cultura e Extensão da Universidade de São Paulo pelo apoio financeiro e especialmente as famílias no assentamento rural Pirituba II por possibilitarem e participarem deste projeto de pesquisa.