



**ENTAC2006**

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

## **ANÁLISE DAS MÚLTIPLAS DIMENSÕES DA SUSTENTABILIDADE NA EXECUÇÃO DE SISTEMA DE VEDAÇÃO E ESTRUTURAL EM ADOBE E COM TIJOLO CERÂMICO ALVEOLAR. CASO: CONSTRUÇÃO DE HABITAÇÃO SOCIAL NO ASSENTAMENTO RURAL PIRITUBA II, ITAPEVA-SP.**

**Fernando Machado Gonçalves da Silva (1); Ioshiaqui Shimbo, Dr. (2); Akemi Ino, Dr.<sup>a</sup> (3)**

- (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. E-mail: [femgs@yahoo.com.br](mailto:femgs@yahoo.com.br)
- (2) Professor do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos, - Brasil. E-mail: [shimbo@power.ufscar.br](mailto:shimbo@power.ufscar.br)
- (3) Professora do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo – Brasil. E-mail: [inoakemi@sc.usp.br](mailto:inoakemi@sc.usp.br)

### **RESUMO**

O debate sobre os conceitos, princípios e estratégias para práticas mais sustentáveis indicam a necessidade de interagir as múltiplas dimensões da sustentabilidade: política, ambiental, social, econômica e cultural. A escolha de um sistema de vedação estrutural para habitação social, além de examinar as dimensões, deve levar em conta: a participação dos usuários nas decisões, as características do local, a disponibilidade de recursos financeiros e ambientais, entre outras variáveis. O objetivo do presente trabalho é analisar as múltiplas dimensões da sustentabilidade no processo de construção, em regime de ajuda-mútua (mutirão) de habitação social rural, com sistemas de vedação e estrutural em tijolo cerâmico alveolar e com adobe (tijolo de terra crua, seco ao sol). A pesquisa foi realizada no Assentamento Rural Pirituba II, no município de Itapeva-SP, onde a maioria das famílias, envolvidas no projeto e construção de 42 habitações optou por executar a construção de suas casas utilizando tijolos cerâmicos alveolares, não escolhendo o adobe por diferentes motivos. Adotou-se como estratégia geral de pesquisa a “pesquisa-ação” simultaneamente a aprendizagem, onde 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 utilizou-se registros escritos e fotográficos durante a execução das casas e entrevistas com alguns moradores. Os produtos obtidos referem-se a comparação entre diferentes variáveis, de acordo com as dimensões da sustentabilidade, no ciclo de produção da parede com os dois sistemas. Os resultados obtidos indicam a necessidade de levar em conta a compreensão das famílias sobre as vantagens e desvantagens entre as duas alternativas, seus interesses, valores pessoais e os recursos disponíveis, sugerindo que prevaleceu a participação das famílias no processo decisório. Com relação às dimensões da sustentabilidade, o adobe prevaleceu nas variáveis relacionadas as dimensões ambientais e econômicas e o tijolo cerâmicos alveolar prevaleceu nas variáveis relacionadas as dimensões sociais e culturais.

**PALAVRAS CHAVE:** adobe, tijolo cerâmico alveolar, sustentabilidade, habitação de interesse social.

## **1 O DEBATE SOBRE SUSTENTABILIDADE E SUAS DIMENSÕES**

Atualmente, as discussões sobre os conceitos, princípios, estratégias e experiências sobre edificações e ambientes construídos de forma mais sustentável, enfatizam a interação e a indissociabilidade das dimensões política, ambiental, social, econômica e cultural, considerando-se as escalas temporal e geográfica.

Segundo SILVA (2000) e ACSELRAD (1999), as dimensões política e social ressaltam a participação na tomada de decisão da sociedade, em mecanismos que possibilitem uma democratização dos processos, respeitando as diferenças individuais, modificando as práticas e políticas atuais de exclusão e discriminação. Na dimensão ambiental, esses autores abordam a garantia do ecossistema, respeitando sua capacidade de renovação e prevenindo as várias formas de poluição. Para a dimensão econômica, ressaltam a equidade de distribuição de riquezas e renda, reduzindo as diferenças sociais. E, para a dimensão cultural, a garantia de preservação de patrimônios históricos, urbanísticos, paisagísticos e ambientais, respeitando a diversidade das culturas dos povos, em suas várias formas de expressão e representação.

Nota-se que as dimensões apresentadas são dependentes umas das outras, e devem estar relacionadas a um determinado local e tempo. Para uma análise da sustentabilidade, deve-se garantir uma inter-relação entre as dimensões, levando-se em consideração a comparação com o desejável no futuro e a realidade do presente, sempre respeitando o local em que se está inserido.

YUBA (2005), quando analisa a cadeia produtiva de habitações em madeira de plantios florestais, apresenta que a pluridimensionalidade da sustentabilidade tem sido abordada de forma parcial, uma vez que os métodos de avaliação são simplificados, oferecendo “... *uma visão estática, prejudicando o conhecimento do processo de ganhos e perdas de sustentabilidade*”.

O termo “sustentabilidade”, analisado por SILVA (2000), surgiu a partir da necessidade do homem em possuir um eixo condutor de projetos, programas, instrumentos e políticas para o setor público e privado, formulando bases para a resolução de seus problemas e para tomada de decisões. Com a introdução dessa discussão no âmbito da construção civil, têm-se discutido que pouco da pluridimensionalidade da sustentabilidade está presente nas análises das intervenções realizadas.

Em CIB (1999), é ressaltado que os princípios da sustentabilidade devem ser aplicados a todas ações humanas, evitando-se problemas, como desperdícios de materiais, degradação ambiental, perda de patrimônios naturais, formação de áreas degradadas, exclusões sociais e desemprego.

## **2 CONSIDERAÇÕES SOBRE A PRODUÇÃO DE HABITAÇÃO SOCIAL RURAL**

Segundo PERES (2003) o desenvolvimento rural sustentável deve buscar um aumento da qualidade de vida no 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*”.

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.

O modo de produção de habitação social rural que mais se encontra, atualmente no Brasil, é a autoconstrução, que segundo TASHNER (1986) é definida como sendo a que o próprio proprietário, seus familiares ou agregados, com ou sem empreitadas parciais, conceberam, construíram, utilizam e mantêm espontaneamente (sem a participação de técnicos habilitados) a unidade isolada.

A proposta de construção de habitações em regime de mutirão na área rural possui as seguintes características contrapondo-se ao modo de produção urbano:

- Nos mutirões urbanos as distâncias são reduzidas e existe a possibilidade de centralizar as atividades de canteiro de obras. Já no meio rural, o canteiro de obras é descentralizado, pela distância entre as habitações, que variam de 100m a 4km; nessas condições tornam-se inviáveis manter um local para a concentração de recebimento e a estocagem de materiais, possuir central de produção de componentes ou produtos para a habitação, como por exemplo uma central de produção de argamassa;
- A distância entre as habitações demanda da gestão uma logística diferente da convencional com relação ao recebimento e estocagem de materiais, fazendo com que em cada habitação seja elaborado um canteiro de obras independente;
- Outro fator que altera o processo de gestão é o fato do mutirante saber qual é sua casa, pois as habitações são construídas nos lotes das famílias, gerando possibilidade de ações independentes do coletivo como, por exemplo, não seguir o projeto ou alterar os procedimentos executivos propostos pela Equipe Técnica.

Enfocando as múltiplas dimensões da sustentabilidade, precisamente a dimensão **política** com impactos nas dimensões **sociais** e **econômicas** pode-se ressaltar que:

- a) A estratégia geral para o planejamento do canteiro de obras deve proporcionar a participação das famílias em todas as etapas, inclusive tomadas de decisões para o planejamento e monitoramento do canteiro associando a capacitação dos integrantes das comissões de obras simultaneamente às ações;
- b) Os procedimentos, concepções e instrumentos de planejamento e controle de obras utilizados em canteiros de obras para construções convencionais devem ser adaptados para sua utilização no mutirão rural, considerando as características e condições dos participantes, o grau de informação sobre construção de habitação, as distâncias geográficas entre as habitações, os meios de locomoção, as ferramentas disponíveis e a disponibilidade de trabalho das famílias;
- c) As estratégias específicas devem levar em consideração a organização das famílias para a produção das habitações em seus diversos serviços, a aquisição de materiais coletivamente e o recebimento de materiais adaptado às condições locais e capacidades das famílias.

### 3 OBJETIVOS

O objetivo desta pesquisa foi analisar segundo as dimensões da sustentabilidade os sub-sistemas construtivos estruturais e de vedação em adobe (tijolo de terra e palha/ casca seco ao sol) e tijolos cerâmicos alveolares que foram executados na construção de 42 habitações construídas no Assentamento Rural Pirituba II – Itapeva - SP.

Utilizou-se como estratégia geral para a análise, segundo as dimensões da sustentabilidade, discretizar o ciclo de produção das duas técnicas construtivas - o tijolo cerâmico alveolar e o adobe - para que cada etapa da produção da habitação social rural, em regime de mutirão, seja analisada sob esta ótica.

### 4 ESTRATÉGIA GERAL DE PESQUISA E COLETA DE DADOS

Como estratégia geral de pesquisa foi utilizada a pesquisa-ação que, segundo Thiollent (1986):

*“... é um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo”.*

Nesta pesquisa utilizou-se como fontes de evidências os relatos de reuniões realizadas durante o processo de construção das habitações e fotografias dos eventos (documentação), registros pessoais (registro em arquivo), lista de nomes (registro em arquivo) e observação participante nas várias atividades realizadas.

## 5 O OBJETO DE ESTUDO: PROCESSO DE PRODUÇÃO DE HABITAÇÃO SOCIAL RURAL NO ASSENTAMENTO RURAL PIRITUBA II

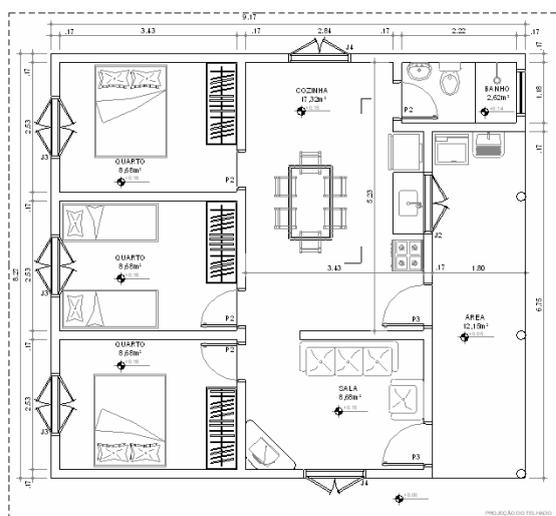
O objeto empírico analisado neste trabalho é o processo de construção de 42 habitações de interesse social, no Assentamento Rural “Pirituba II”, localizado no município de Itapeva, sudoeste do Estado de São Paulo (Brasil). Estas habitações se encontram atualmente em construção, na etapa de acabamentos, e possuem variações na tipologia sendo: três quartos e banheiro no centro da moradia ou três quartos com banheiro na lateral da moradia, com sistema de vedação e estrutural em *adobe* ou tijolo *cerâmico alveolar*.



**Figura 1** – Sistema de vedação e estrutural em tijolo cerâmico alveolar (habitação 1) e sistema estrutural e de vedação em adobe (habitação 2). Fonte: Grupo de Pesquisa HABIS/EESC USP – UFSCar-2005.

Os recursos financeiros para construção das habitações foram obtidos pelas famílias junto ao Programa de Subsídio à Habitação de Interesse Social (PSH - Rural), que permite apenas a compra de materiais de construção. Este recurso é composto por um subsídio do Governo Federal (operacionalizado através da Caixa Econômica Federal) e um financiamento do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), que integrados compõem valores aproximados de R\$ 8.500,00 (cerca de US\$ 4.000) e R\$ 9.500,00 (cerca de US\$ 4.500) para as habitações com dois e três dormitórios, respectivamente. As atividades no canteiro de obras tiveram início em fevereiro de 2004 e terão término previsto para maio de 2006.

A seguir, na **Figura 02**, tem-se a planta da habitação com proposta de lay-out de móveis para melhor visualização dos ambientes da habitação.



**Figura 02:** Planta baixa da habitação em adobe (Fonte: Grupo de Pesquisa Habis EESC USP/UFSCar, 2004).

## 6 RESULTADOS OBTIDOS

### 6.1 O Sistema Construtivo em Adobe no Assentamento Rural Pirituba-II

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 (VALLE e GARCIA 2005).

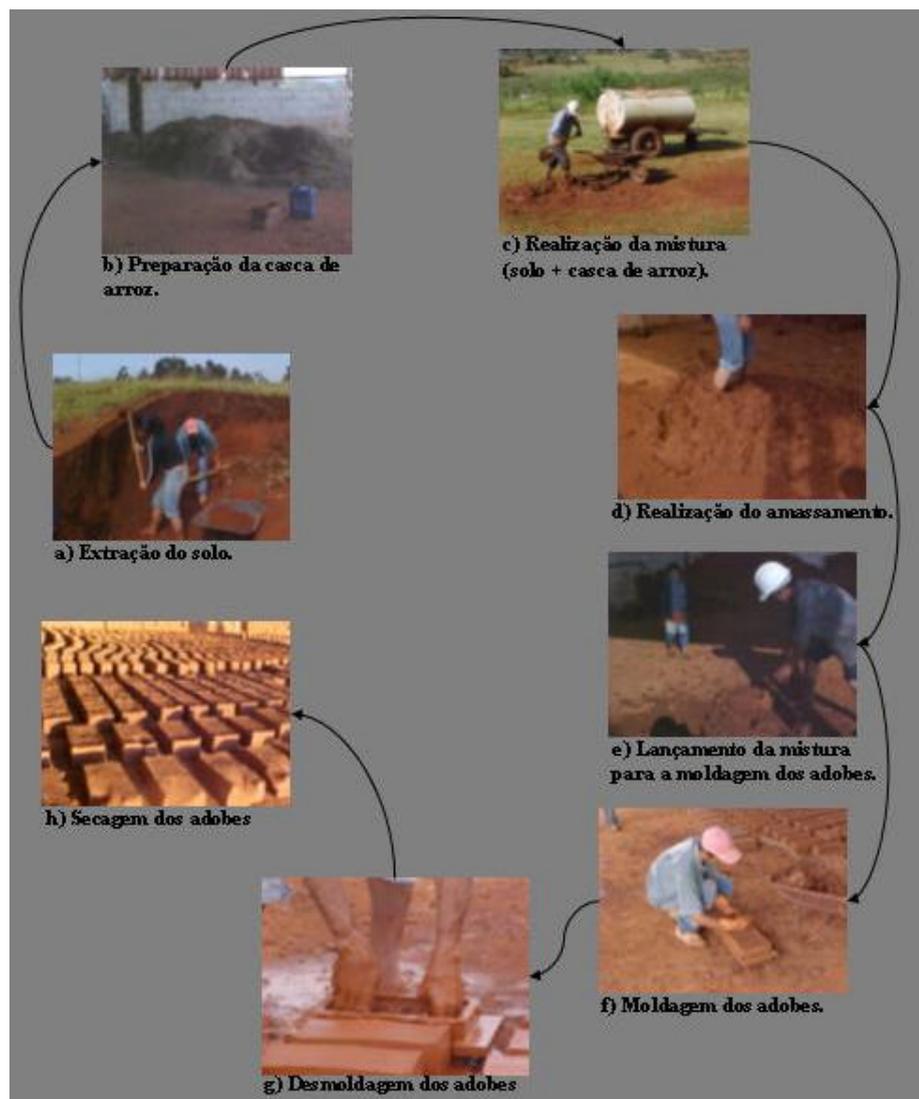
*A produção do adobe.*

O adobe foi produzido pela própria família que irá morar na casa. A seqüência de produção está apresentada na **Figura 03**. A quantidade de adobes necessária para uma habitação é de 5.000 unidades, utilizando para esta produção aproximadamente 25m<sup>3</sup> de solo não compactado, 612kg de palha, 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 x hora, com uma produção diária de 220 unidades, sendo que em 23 dias de trabalho é possível produzir os adobes de uma habitação com 64m<sup>2</sup> de área construída.

Foram identificados os seguintes **problemas** na produção dos adobes:

- ausência de óculos de proteção para as pessoas que moldavam os adobes, pois quando se lança o barro na fôrma ele espirra para cima e para os lados;
- 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 (no momento da produção, foi utilizado um carrinho de mão);
- o barro amassado para a produção do adobe não era suficiente para a realização das atividades de moldagem dos tijolos durante 8 horas de trabalho, uma vez que o processo de produção do adobe sugere que o barro descanse de um dia para o outro;
- o barro amassado possuía muita água, ocasionando uma tendência de deformação do adobe fresco;
- a temperatura ambiente estava muito baixa (perto de 15°C) e os adobes demoraram mais do que o esperado para a secagem;
- o espaço destinado ao estoque dos adobes no local de produção era pequeno, dificultando o fluxo de trabalho até o término das quantidades 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 contrapiso da casa em construção.



**Figura 03: Fotos da seqüência de produção do adobe (Fonte: Grupo de Pesquisa Habis, 2004).**

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 utilizada 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 (2002) e apontaram resistência média à compressão de 1,42MPa, com desvio padrão de 0,16 MPa e coeficiente de variação de 11,41%. Valor que atende as necessidades estruturais da habitação.

*A construção da habitação em adobe.*

Após a execução da fundação e do contrapiso da habitação, foram realizadas as seguintes etapas para a elevação da parede: limpeza dos baldrame da fundação para realização da 1ª fiada; execução de argamassa de solo e palha (o mesmo que foi utilizado na produção do adobe); execução dos cantos no nível e esquadro; execução da 1ª fiada levando-se em consideração as aberturas de portas; execução

das fiadas seguintes com junta amarrada e ferro cabelo (4,2mm) nos cantos, para travamento das fiadas; e execução de impermeabilização na parede nos primeiros 0,30m internos e externos.

As recomendações para a execução da elevação da parede de adobe, obtidas após acompanhamento dos trabalhos em campo, são:

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);

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);

A seqüência de execução do contrapiso deve ser estudada, já que foram levantados pontos positivos e negativos, quanto à sua execução antes da elevação da parede de adobe;

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

Deve-se chapiscar, 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 contrapiso 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, sendo que a cobertura foi realizada posteriormente. Este problema poderia ser evitado, se o contrapiso tivesse sido realizado após a cobertura da casa.

## **6.2 O Sistema Construtivo em Tijolo Cerâmico Alveolar no Assentamento Rural Pirituba II**

O sistema construtivo em tijolo cerâmico alveolar é semelhante ao sistema de adobe para as etapas da fundação, contrapiso e cobertura, com a alteração apenas no processo de elevação da parede portante que na altura do pé direito (2,8m) possui uma cinta de amarração executada com blocos canaletas cerâmicos armados e grauteados.

Abordando a execução das habitações em tijolos cerâmicos alveolares conforme abordamos a habitação em adobe, é necessário identificarmos a cadeia de produção do componente.

Sobre o processo de produção do tijolo cerâmico podemos identificar algumas variáveis importantes dentro do fluxograma de produção, sendo elas: o meio de extração e transporte do solo - consumo de combustível não renovável; o tipo e consumo de energia utilizada no preparo da mistura e conformação dos tijolos; o tipo e consumo de energia utilizada na queima do tijolo; o tipo e consumo de combustível para transporte dos tijolos dentro da olaria; o tipo de mão de obra utilizada, qualificação e respeito à Consolidação das Leis Trabalhistas.

### *A construção das habitações em tijolos cerâmicos*

A construção das habitações em tijolos cerâmicos seguiram a mesma seqüência produtiva que a habitação em adobe, alterando apenas na elevação da alvenaria.

Para a elevação da alvenaria seguiram-se as seguintes: Impeza dos baldrame da fundação para realização da 1ª fiada; execução de argamassa de cimento, cal, areia e água no traço 1:2:8; execução dos cantos no nível e esquadro; execução da 1ª fiada levando-se em consideração as aberturas de portas; execução das fiadas seguintes com junta amarrada.

Durante a etapa de elevação da alvenaria, foram encontrados os seguintes problemas: falta de homogeneidade do bloco cerâmico de 6 furos; realização parcial da etapa devido à indefinição da liberação dos recursos, reduzindo-se a motivação no canteiro e a credibilidade nos órgãos

financiadores; uma habitação não utilizou as ferramentas corretas de esquadro, alinhamento e prumo e executou uma parede fora do esquadro.

## 7 COMPARAÇÃO DE VARIÁVEIS PARA ESCOLHA DO SISTEMA DE VEDAÇÃO

Enfocando os ciclos de produção, realizou-se o levantamento das variáveis do sistema de vedação vertical em adobe x tijolo cerâmico alveolar (**Quadro 01**). Para uma melhor associação das variáveis, elaborou-se uma classificação segundo as dimensões da sustentabilidade: **social, política, ambiental, econômica e cultural**.

Procurou-se levantar as variáveis que possuem relevância em sua classe ou na viabilidade das coletas das informações, abordadas segundo as dimensões da sustentabilidade, já definidas.

**Quadro 01:** Levantamento preliminar de classes de variáveis e variáveis para escolha do sistema de vedação em habitação social rural.

Variáveis	Valor da variável	
	Adobe	Cerâmica
Produtividade na execução do componente. <b>Econômico</b>	6,87 tijolos produzidos por 1 pessoa por hora	Não coletada
Produtividade na execução da parede. <b>Econômico</b>	1,5 h de mutirante /m <sup>2</sup> de parede	1,28h de mutirante / m <sup>2</sup> de parede
Quantidade de componentes /m <sup>2</sup> de parede. <b>Econômico</b>	30 adobes /m <sup>2</sup>	26 tijolos /m <sup>2</sup>
Custo do componente. <b>Econômico</b>	R\$ 0,03/ unidade	R\$ 0,195/unidade
Custo dos materiais por m <sup>2</sup> de parede. <b>Econômico</b>	R\$ 0,42 / m <sup>2</sup>	R\$ 8,17 / m <sup>2</sup>
Grau de dificuldade na produção do componente. <b>Social</b>	Alto	Baixo
Tipo de energia gastana produção do componente. <b>Ambiental</b>	Energia humana e solar	Energia elétrica e térmica (madeira)
Quantidade de energia gasta na produção do componente. <b>Ambiental</b>	Variável não coletada (*)	Variável não coletada (**)
Tipo de mão de obra utilizada na produção do componente. <b>Social</b>	Mutirante	Funcionário contratado
Local de extração da matéria prima para a produção do componente <b>Ambiental</b>	Solo extraído próximo a habitação	Solo extraído de sítios e fazendas na região da olaria
Distância do local de produção do componente a habitação. <b>Ambiental e econômica</b>	50 metros	45 kilometros
Tipo de combustível gasto no transporte dos componentes ao local de prod. a habitação. <b>Ambiental</b>	Óleo diesel	Óleo diesel
Quantidade de comb. gasto para transportar os componentes do local de produção a habitação. <b>Ambiental</b>	7 litros	77 litros
Resistência mecânica dos adobes. <b>Econômica</b>	1,42 MPa	0,5 Mpa
Nº de famílias que optaram pela parede de adobe na assinatura do contrato. <b>Cultural e social</b>	16 famílias	26 famílias
Nº de famílias que mudaram sua opção com relação ao componente de vedação. <b>Cultural e social</b>	15 famílias	Nenhuma família
Grau de mecanização do processo de produção do componente. <b>Ambiental e social</b>	Nulo, não possui mecanização	Médio, possui extrusora para moldar ostijolos
Quantidade de cimento utilizado para na execução da parede. <b>Ambiental</b>	0,33kgf/m <sup>2</sup>	3,69kg/m <sup>2</sup>
Grau de valorização econômica da habitação. <b>Cultural e econômico</b>	Baixo	Alto

(\*) Esta variável no caso do adobe é pouco aplicável, uma vez que sua coleta é de difícil execução;

(\*\*) Estes dados serão coletados na literatura com mais propriedade sobre o assunto, alguns autores estão apresentando valores que deverão ser verificados, para tanto optou –se por não apresentá-los ainda, para uma melhor análise .

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A oportunidade de associar uma pesquisa juntamente a execução de atividades durante o projeto de construção das habitações utilizando o método da pesquisa-ação (THIOLLENT 1986), possibilitou a interação na realidade local gerando dados para uma análise da implementação de técnicas tradicionais (o adobe), mas que não fazem parte mais da cultura da construção na região.

Tendo em vista a análise sob a ótica das múltiplas dimensões da sustentabilidade, especificamente a *dimensão política*, observou-se que a participação das famílias na construção de moradias possibilitou, de fato, uma gestão democrática, onde se compartilha as decisões e os resultados.

Além disso, conclui-se que a existência de assessoria técnica contínua e permanente é condição indispensável para garantir a qualidade das habitações produzidas, o cumprimento de prazos e a obtenção de habitação com custos conforme planejado.

Os resultados obtidos até momento, sobre a construção de uma habitação em adobe e as habitações com tijolos cerâmicos, indicam que:

### *Dimensão econômica:*

A parede de adobe apresenta menor impacto nesta dimensão, se comparada com a parede de tijolo alveolar. O custo de R\$ 0,42/m<sup>2</sup> de parede com o adobe, contra R\$ 8,17/m<sup>2</sup> de parede com tijolo alveolar, é significativo, mas não determinante para a escolha do sistema de vedação pelas famílias. Outro fator que deve ser levado em consideração é o aumento das vendas pelas fábricas de tijolos na região, aumentando a concentração de recursos em poder de poucos, ao passo que o adobe é produzido pela própria família que construirá a casa. Ainda na dimensão econômica, segundo a cultura local, a habitação em adobe possui valor de troca menor que a habitação em tijolo cerâmico alveolar.

### *Dimensão ambiental:*

Os impactos ambientais gerados com a produção de tijolo cerâmico - sendo eles o consumo de combustível derivado do petróleo, a degradação de áreas devido à concentração da extração de solo para produção do tijolo, o consumo de energia elétrica e térmica e a utilização de cimento na argamassa de assentamento e revestimento - apresentam alto grau de impacto ambiental se comparados com as mesmas variáveis do adobe, mas as famílias não priorizam as variáveis relacionadas a esta dimensão no momento da escolha do material da parede da habitação.

### *Dimensões cultural e social:*

A construção de habitações na área rural do estado de São Paulo utiliza em sua grande maioria os tijolos cerâmicos, denominados pela população do assentamento como “*casa de material*”, uma referência ao tijolo, tornando os outros materiais de vedação, como a madeira e o adobe, como casas que “*não são de material*”. Nesta dimensão, a análise das variáveis deve ser realizada em dois momentos. Num primeiro momento, as famílias foram atraídas pelo adobe pelo seu baixo custo financeiro, que viabilizaria a construção da habitação para aqueles que apresentavam menor renda dentro do grupo. Num segundo momento, após a obtenção do financiamento e início da construção, o alto custo social de produção do adobe aliado às dificuldades das atividades no canteiro de obras, fez com que as famílias não mantivessem as variáveis econômicas como prioritária para a escolha do sistema de vedação.

O processo de produção do adobe realizado no assentamento possuiu uma etapa de amassamento do barro com os pés. A proposta “de pisar” como uma atividade lúdica foi interpretada pelas famílias como um retrocesso na produção, a equipe de pesquisadores não apresentou nenhuma novidade tecnológica, como uma máquina que realizasse esta atividade.

A dificuldade de apresentar exemplos recentes e positivos de habitações em adobe construídas na região gerou uma desconfiança sobre a durabilidade do material, sendo que as famílias questionaram e as respostas apresentadas não foram convincentes para que eles acreditassem no material;

## 9 REFERÊNCIAS

ACSERALD, H. Sustentabilidade e desenvolvimento: modelos, processo e relações. Série Cadernos de Debate Brasil Sustentável e Democrático, Rio de Janeiro, n. 5, 1999.

ACSERALD, H. (org.). Sustentabilidade e risco nas políticas urbanas. Coleção Espaços do Desenvolvimento, Rio de Janeiro, 2001.

CIB Agenda 21 on sustainable construction. s.l., CIB Report Publication 237, 1999.

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

MONTEIRO, L. P. C. Arquitetura, cerâmica vermelha e industrialização. São Carlos. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 1987.

PERES, R. B. Habitação rural: discussão e diretrizes para políticas públicas, planejamento e programas habitacionais rurais. São Carlos. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 2003.

SHIMBO, L. Z. A casa é o pivô. São Carlos. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 2003.

SILVA, S. M. Indicadores de sustentabilidade urbana: as perspectivas e as limitações da operacionalização de um referencial sustentável. São Carlos. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, 2000.

SOARES, R. S., PEREIRA, S. W. Inventário da produção de pisos e tijolos cerâmicos no contexto da análise do ciclo de vida. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 4, n. 2, p. 83-94, abr. jun/2004, Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído ANTAC, ISSN 1415-8876.

TASCHNER, S. P. A cidade dos “sem-terra”. Sinopses, n. 9, p. 267 a 304, 1986.

THIOLLENT, M. Metodologia da pesquisa-ação. São Paulo: Cortez, 1986.

VALLE, I. M. R.; GARCIA, J. N. Vigas laminadas pregadas como componentes estruturais de coberturas. In: INTER AMERICAN CONFERENCE ON NON-CONVENTIONAL MATERIALS AND TECHNOLOGIES IN ECOLOGICAL AND SUSTAINABLE CONSTRUCTION – IAC-NOCMAT, 10. 2005, Rio de Janeiro. Anais ... Rio de Janeiro: Abmtenc, 2005. 1 CD-ROM.

YUBA, A. N. Cadeia produtiva da madeira serrada de eucalipto para a produção sustentável de habitações. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil – PPGEC, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, NORIE, 2001.

YUBA, A. N. Análise da pluridimensionalidade da sustentabilidade da cadeia produtiva de componentes de construção em madeira de plantios florestais. Dissertação (Doutorado) São Carlos, Brasil. Programa de Pós Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental – PPG-SEA, Universidade de São Paulo, CRHEA, 2005.

## 10 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.