

# **SISTEMA DE VEDAÇÃO EM TERRA CRUA, PARA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL**

**SIOLARI, Maristela S. (1); NAVARRO, Alessandra M. (2); INO, Akemi (3)**

(1) Arquiteta, mestranda no Programa de Pós-graduação em Arquitetura.  
EESC/ USP Av.: Dr Carlos Botelho, 1465, cep 13560-250, São Carlos, SP

E-mail: siolari@sc.usp.br

(2) Arquiteta, mestre em Arquitetura. E-mail: navarroa@sc.usp.br

(3) Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da EESC/USP,  
Coordenadora do GHab- Grupo de pesquisa em Habitação USP- UFSCar.

E-mail: inoakemi@sc.usp.br

## **RESUMO**

O artigo a seguir apresenta os resultados obtidos no desenvolvimento do sistema de vedação da Unidade Habitacional Experimental 002, executada através do projeto de pesquisa: **“Habitação Social: Concepção Arquitetônica e Produção de Componentes em Madeira de Reflorestamento e Terra Crua”**. Seu objetivo foi desenvolver estudos de alternativas arquitetônicas e construtivas (processo e produto) utilizando a madeira de reflorestamento e terra crua, tendo em vista a redução dos custos e garantia de qualidade dos produtos e processos. As técnicas executadas, terra-palha (blocos e monolítica) e taipa de mão, foram compostas por painéis pré-fabricados em madeira de pinus, preenchidos e revestidos no canteiro. Os dados são referentes a estudos teóricos e práticos sobre a terra crua como material construtivo, enfatizando desempenho dos componentes, integração com outros materiais e sistemas construtivos, passagem do processo artesanal tradicional ao pré-fabricado e trabalhabilidade dos componentes em canteiro de obras.

## **ABSTRACT**

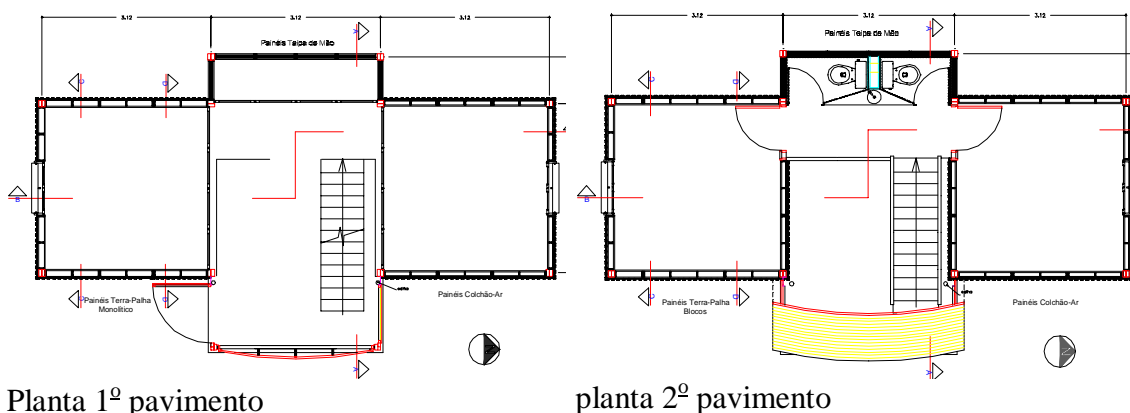
The following paper presents the results obtained during the development of the sealing system (wall sistem) for the Experimental Housing Unit 002, which was built as na activity of the research project **“Social Hosing: Architectonic Desing and Components Production Using Reforestation wood and Raw Earth”**. Aiming at the development of studies on architectonic and constructive alternatives (process and product), using the reforestation wood and unprocessed earth, it looked forward to the reduction of costs and quality warranty of products and process. The techniques used, mud and straw-earth (blocks and walls), were s composed by pre-produced pinus wood panels, filled in and plastered at the buildind site. The data refers to teoric and pratical studies on earth as a building material, emphasizing components performance, conection with other systems and materials, necessary changes from handcrafting process to pre-produced process, and malleability of components.

# 1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho faz parte do projeto de pesquisa: **“Habitação Social: Concepção Arquitetônica e Produção de Componentes em Madeira de Reflorestamento e Terra Crua”**, sendo realizado pelo GHab- Grupo de Pesquisa em Habitação, EESC/ USP e UFSCar e financiado pela FAPESP. Este projeto de pesquisa obteve como um dos resultados a construção de duas Unidades Habitacionais Experimentais chamadas Unidade 001 e Unidade 002, com o objetivo de desenvolver alternativas construtivas para habitação de baixo custo, utilizando madeira de reflorestamento e terra crua.

Todo o Sistema Construtivo da Unidade 002 é composto por componentes modulares, que utilizam peças curtas (<4m), serradas em madeira de reflorestamento (eucalipto e pinus). O Sub-sistema de vedação apresenta quatro tipologias: Vedação em Painéis de Colchão de Ar, Vedação em Taipa de Mão, Vedação em Terra Palha - Monolítico, Vedação em Terra Palha – Blocos.

A seguir apresentam-se as plantas da Unidade 002, o bloco esquerdo, 1<sup>o</sup> pavimento, foi preenchido com Terra Palha- Monolítico, 2<sup>o</sup> pavimento com Terra Palha – Blocos; o bloco central (localização dos banheiros) preenchidos com taipa de mão; no bloco direito, painéis Colchão de Ar.



Planta 1<sup>o</sup> pavimento  
Figura 01: Plantas da Unidade 002

Este trabalho aborda, especificamente, as técnicas de Taipa de Mão e Terra-Palha (monolítica e em blocos), avaliando sua viabilidade técnica através dos indicadores obtidos referentes a desempenho dos componentes, integração com outros materiais e sistemas construtivos, passagem do processo artesanal tradicional ao pré-fabricado e trabalhabilidade dos componentes em canteiro de obras. A seguir apresenta-se a descrição destes sub-sistemas:

- A) **Vedação em Taipa de Mão:** composto por painéis com ossatura e entramado em madeira de pinus, preenchidos no canteiro de obras com mistura de taipa de mão. Revestidos, interna e externamente com argamassa com terra.

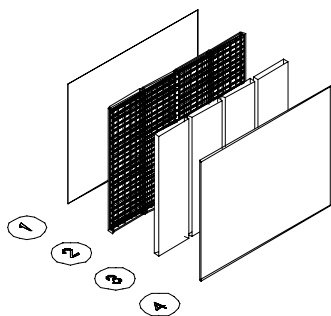


Figura 01: Vedação/ painel de taipa

Componentes Pré-fabricados

2 – Ossatura

Enchimento

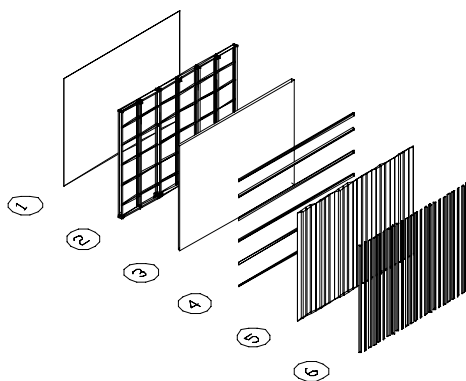
3 – Taipa

Acabamento

1 – Reboco

4 - Reboco

B) **Vedação em Terra Palha – Monolítico:** composto por painéis com ossatura em madeira de pinus, preenchidos no canteiro de obras com mistura de terra e palha (processo semelhante a taipa de Pilão). Revestidos, internamente com argamassa com terra e externamente com tábuas e mata-juntas (pinus).



Componentes Pré-fabricados

2 – Ossatura

Enchimento

3 – Terra Palha monolítica

Componentes serrados

4 – Sarrafos de fixação

Acabamento

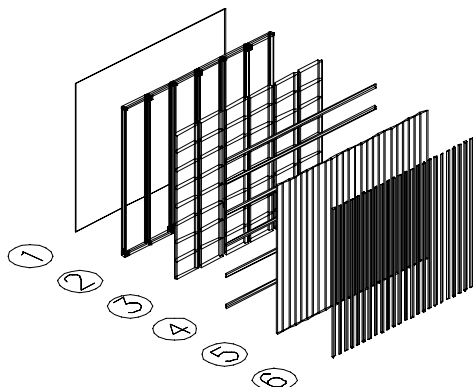
1 – Reboco

5 – Lambri

6 – Mata-junta

Figura 02: Vedação/ Painei Terra Palha- Monolítico

C) **Vedação em Terra Palha – Blocos:** composto por painéis com ossatura em madeira de pinus, preenchidos com blocos pré-fabricados de terra palha e assentados no canteiro de obras (processo semelhante ao adobe). Revestidos, internamente com argamassa com terra e externamente com tábuas e mata-juntas (pinus).



Componentes Pré-fabricados

2 – Ossatura

Enchimento

3 – Blocos de terra palha

Componentes serrados

4 – Sarrafos de fixação

Acabamento

1 – Reboco

5 – Lambri

6 – Mata-junta

Figura 03: Vedação/ Painei Terra Palha - Blocos

## 2. JUSTIFICATIVA

A situação atual do déficit habitacional no país, conduz a necessidade de respostas imediatas, facilmente transferíveis e viáveis técnica e economicamente. Os sistemas construtivos que utilizam a terra crua reeditam técnicas tradicionais como forma de preservá-las e adequá-las à realidade atual de déficit habitacional associado a crise de suprimento de energia, com uma atenção especial por tratar-se de um material encontrado na natureza, de fácil manuseio e seu processo ter baixo consumo de energia, comparado a outros materiais de construção. Por sua própria metodologia de execução, seu processo participativo e descentralizado, a arquitetura com terra reconhece a pluralidade e a diversidade cultural, indo a favor do desenvolvimento regional.

Para DETHIER (1993), *“A arquitetura de terra implica em uma série de economias de energias: pouco ou nenhum no transporte, nenhum processo industrial de transformação, podendo variar de 5 a 50% dos custos e garantindo a conservação dos equilíbrios ecológicos, sendo vantagem importante, pelo fato das energias utilizadas no setor da construção, das obras públicas e da habitação poderem representar, num país, até 25% do consumo nacional”*.

Sabe-se que são diversas as tecnologias de que disponibilizamos para abordar problemas construtivos. A mesma tecnologia pode ser considerada adequada, ótima, ou desaconselhável. Esta definição depende de critérios que considerem adequação a mão-de-obra local, aproveitamento de recursos regionais, nível de agressividade ao meio ambiente, valores culturais dos usuários, produtividade, custo, etc. Através dos resultados obtidos nesta pesquisa, pôde-se considerar estas questões e analisar as técnicas escolhidas.

## 3. OBJETIVOS

O objetivo geral do trabalho foi desenvolver, através das etapas de produção – projeto pré-fabricação e montagem em canteiro, 3 possibilidades de sistema de vedação, utilizando materiais alternativos, como madeira de reflorestamento e terra crua, e verificar a viabilidade técnica para a realização destas tipologias na produção de habitação social.

Como objetivos específicos:

1. Detalhar as alternativas propostas para o sub-sistema de vedação;
2. Propor projeto de produção piloto (construção da Unidade 002) das alternativas de vedação propostas;
3. Produzir e montar os sub-sistemas de vedação em canteiro;
4. Obter indicadores de desempenho construtivo.

#### 4. ATIVIDADES REALIZADAS

O quadro a seguir apresenta a relação entre as atividades desenvolvidas e os resultados obtidos:

Quadro 01: Etapas desenvolvidas e Resultados Obtidos	
Etapas Desenvolvidas	Resultados Obtidos
1. Análise da literatura existente sobre as técnicas em terra crua,	1.1 Levantamento de dados e normas sobre terra crua, 1.2 descrição das interfaces envolvidas e processos construtivos,
2. Levantamento e caracterização das matéria primas,	2.1 Tabela de localizações das respectivas matérias-primas na região de São Carlos. Possibilidades de solo e fibras,
3. Estudo das possibilidades de desenho,	3.1. Desenho de possibilidades de composições das peças de madeira como vedação combinadas com elementos em terra crua,
4. Projeto dos sistemas de vedação	4.1 Desenhos dos sub-sistemas de vedação no anteprojeto detalhado,
5. Produção experimental <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Produção de modelos de painéis para taipa e para terra palha</li> <li>▪ produção de formas</li> <li>▪ produção de blocos</li> <li>▪ estudo da composição da argamassa de revestimento</li> <li>▪ preenchimento</li> </ul>	5.1 Escolha de solo e fibra 5.2 Quantificação de materiais 5.3 Definição de equipamentos 5.4 Indicativos de produtividade: 5.5 Desenho definitivo dos componentes
6. Coleta de dados	6.1 Produção de planilhas específicas para cada etapa do processo de produção,
7. Produção Piloto <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ produção de painéis: 10 painéis para terra palha – blocos 08 painéis para terra palha – monolítico 18 painéis para taipa de mão</li> <li>▪ produção de blocos: 170 blocos de dimensões 0,10x0,30x0,45m</li> </ul>	7.1 Desenho de gabarito para auxiliar na Pré-fabricação, 7.2 Racionalização e sistematização do processo de pré-fabricação, 7.3 Peças e componentes para a construção 7.4 Dados de produção,
8. Montagem em Canteiro <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fixação dos painéis</li> <li>▪ Preenchimento com terra palha</li> <li>▪ Assentamento dos blocos</li> <li>▪ Preenchimento taipa</li> <li>▪ Revestimento interno e externo</li> </ul>	8.1 Racionalização e sistematização do processo de montagem, 8.2 Sistemas montados em canteiro, 8.3 Dados de produção.

## 5. AVALIAÇÃO GERAL E PERSPECTIVAS

A utilização das técnicas de Terra Crua na construção da Unidade 002 foi fator fundamental para a ampliação do repertório a respeito dessas técnicas e para racionalização da prática construtiva. O resultado das etapas construtivas revelou que o material se comporta adequadamente com a madeira, e o processo pré-fabricado facilita agiliza sua montagem em canteiro.

A técnica com terra palha em blocos foi a que melhor e mais facilmente se manifestou em canteiro de obras, pois os componentes (ossatura em madeira e blocos de terra palha), já estavam pré-fabricados e prontos para serem utilizados, facilitando seu manuseio, e o assentamento dos blocos está bem próximo ao conhecimento prático da mão de obra. O material de preenchimento das outras técnicas (terra palha monolítico e taipa de mão) foram confeccionados no local, ocasionando dificuldades de transporte e armazenamento dos materiais.

Nas últimas etapas do processo foram feitas algumas adaptações de equipamentos para otimização da produção (mixer, formas, pinador pneumático, etc). Estas novas aquisições obtiveram excelentes resultados, maior rapidez e segurança nos processos.

Como perspectivas para continuidade da pesquisa:

1. Encontrar novas alternativas de fibras e resíduos orgânicos;
2. Estudos sobre conforto térmico e acústico destas técnicas,
3. Estudos sobre o comportamento mecânico destes materiais,
4. Desenvolvimento/ adaptação de equipamento que substitua a mistura manual (terra palha) e com os pés (taipa de mão),
5. Desenvolvimento/ adaptação de uma prensa que substitua o trabalho manual,
6. Produção de manuais para divulgação técnica e capacitação de mão de obra.

### **Bibliografia:**

ALLIANCE FRANÇAISE DE COIMBRA; MUSEU MONOGRÁFICO DE CONIMBRIGA.. **Arquiteturas de Terra: trunfos e potencialidades - materiais e tecnologia - lógica do restauro - atualidade e futuro**. Actas do Seminário Conimbriga. 1992.

DETHIER,J. **Arquiteturas de terra, ou o futuro de uma tradição milenar. Europa Terceiro mundo - Estados Unidos**.10 ed. Lisboa: Litografia Tejo. 1993

FAUUSP/NUTAU-USP. **Arquitetura De Terra**. Anais Workshop. São Paulo. 1995

GHAB - Grupo de Pesquisa em Habitação. **Habitação Social: Concepção Arquitetônica e Produção de Componentes em Madeira de Reflorestamento e em Terra Crua**. Relatório Parcial 2, Processo nº 95/9716-9 entregue à FAPESP; São Carlos, 1998.

GOLDEMBERG, J. **Energia Desenvolvimento & Meio ambiente**. São Paulo: Edusp/CESP. 1995.

GUILLAUD, H.; JOFFROY, T. *Earth Construcccion technology. Materials, techniques, know-how for new architectural achievements*. CRATerre: CECTech: Ogunsusi. Jos/Grenoble, Nigeria/France: Editions CRATerre. 1993.

HAYS, A. **Técnicas mixtas de construcccion con tierra**. Lima Peru: Editions CRATerre. 1986.

**IBAM/CPU. Taipa - Pau-A-Pique. Transferência De Tecnologia Em Habitação e Saneamento Proposta De Ação Conjunta. 1987.**

**MCHENRY, P. G. Adobe and rammed earth builldings: design and construction.** Tucson. University of arizona Press. 1989.

**PINTO, F. In: A.A.V.V. 7a Conferência Internacional sobre a Conservação De Arquitetura De Terra. Terra93.** Anais. Silves. Portugal, 24 a 29 De Outubro De 1993. Portugal. 1993.

**VIEIRA, P. F., WEBER, J. (Orgs.). Gestão de Recursos Naturais Renováveis e Desenvolvimento: Novos Desafios para a Pesquisa Ambiental.** São Paulo: Cortez. 1996.

**VIÑUALES, G. Arquitecturas de Tierra en IberoAmerica.** Buenos Aires, Argentina: Impresiones Sudamérica. 1994.