

Sistema de Vedação em Taipa de Mão para Habitação Social
Tatiana Bottari. 1999

como citar este texto:

BOTTARI, T. .Sistema de Vedação em Taipa de Mão para Habitação Social. Tatiana Bottari. Relatório final de Iniciação Científica. Bolsa Fapesp. São Carlos: EESC-USP, 1999. 210mmx297mm. 26 p., Ilustr. Anexos. Fotocópia p&b. Disponível em: <http://www.nomads.usp.br/site/livraria/livraria.html> Acessado em: dd / mm / aaaa

RESUMO

O relatório apresenta todas as seqüências de execução de paredes de taipa de mão, a partir da experiência de construção das Unidades Habitacionais Experimentais 001 e 002, como parte da pesquisa Habitação Social Contemporânea: Concepção Arquitetônica e Produção de Componentes em Madeira e em Terra Crua, financiada pela Fapesp e pelo CNPq. O relatório também contém listagens de custos e de materiais, ferramentas e equipamentos, etapa por etapa.

SISTEMA DE VEDAÇÃO – TAIPA DE MÃO

Elaboração do Relatório: TATIANA BOTTARI
Colaboradores: JULIANA CORTEZ
KARLA CASER

Orientador: MARCELO TRAMONTANO
Co-orientação: AKEMI INO
IOSHIAQUI SHIMBO

Projeto Integrado de Pesquisa: “Habitação Social: Concepção Arquitetônica e Produção de Componentes em Madeira de Reflorestamento e em Terra Crua

Fevereiro/99

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	2
2. CONTEXTUALIZAÇÃO	3
3. METAS ALCANÇADAS E RESULTADOS OBTIDOS.....	5
4. ANÁLISE DA LITERATURA REFERENTE A TÉCNICA DE TAIPA DE MÃO	9
5. SISTEMATIZAÇÃO DO PROCESSO DE EXECUÇÃO DA TAIPA EXPERIMENTADA NA UNIDADE 002	11
5.1. Secagem	15
5.2. Execução do reboco de terra	15
5.2.1. Aplicação da argamassa de revestimento	15
5.2.2. Camada de correção do emboço	15
5.2.3. Materiais, Ferramentas e Equipamentos para reboco em taipa	16
5.3. Pintura	17
6. AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO DA UNIDADE 002	18
6.1. Resultados e análise da pós-construção	19
7. LEVANTAMENTO DOS INDICADORES DE CUSTO DA UNIDADE 002	21
8. PROPOSIÇÃO DAS ALTERNATIVAS DE SOLUÇÃO PARA OS DEFEITOS ANALISADOS NA EDIFICAÇÃO CONSTRUÍDA (002)	22
8.1. Indicadores de controle de qualidade	24
9. COLETA DE DADOS E ANÁLISE DA CONSTRUÇÃO DOS MODELOS DE PAINÉIS DE TAIPA DE MÃO	25
9.1. Processo de Pré-fabricação dos painéis de experimentação	25
9.1.1. Matéria-prima.....	25
9.1.2. Painéis	25
9.1.3. Propagação da essência	26
9.1.4. Barreamento dos modelos em taipa	27
9.2. Resultados obtidos no ensaio de taipa de mão	27
9.2.1. Painéis	27
9.2.2. Reboco	27
10. COLETA DE DADOS E ANÁLISE DE ACOMPANHAMENTO DA PRÉ-FABRICAÇÃO	29
11. CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS DE CONTINUIDADE	29
12. BIBLIOGRAFIA	30

ANEXOS

Anexo 1 - Planilhas Pós-Construção

Anexo 2 - Planilhas de Custos

Anexo 3 – Desenhos, Fotos e Planilhas de coleta de dados da pré-fabricação dos modelos

Anexo 4 – Desenhos das novas alternativas de desenho e detalhamento dos painéis de taipa

Anexo 5 - Planilhas de coleta de dados da pré-fabricação dos painéis

1. APRESENTAÇÃO

O presente relatório de Atividades refere-se ao Sub-projeto de Pesquisa “Sistema de Vedação em Taipa de Mão para Habitação Social”, referente ao período de Setembro'98 a Janeiro'99, aprovado pela FAPESP como parte do Projeto: “Sistema de Vedação e Produção de Componentes em Terra Crua”.

A pesquisa tem como objeto central o estudo e desenvolvimento de técnicas de arquitetura que utilizam a terra crua – especificamente a Taipa de mão - e destina-se, através do desenvolvimento das etapas produtivas (desenho, pré-fabricação e montagem em canteiro), avaliar o desempenho técnico-constructivo, assim como a viabilidade econômica deste sistema de vedação. O desenvolvimento da pesquisa faz parte do Projeto Temático, aprovado pela FAPESP junto ao Programa de Apoio a Jovens Pesquisadores em Centros Emergentes, intitulado: “Habitação Social: Concepção Arquitetônica e Produção de Componentes de Madeira de Reflorestamento e em Terra Crua”, processo FAPESP nº 95/97169, iniciado em agosto 1996, com duração de dois anos e prorrogado por mais dois anos. Este projeto compreende a construção e avaliação das Unidades 001 e 002.

A Taipa de mão, na construção da Unidade 002, participa do sistema vedação vertical das áreas úmidas que utiliza painéis compostos por uma ossatura de pinus preenchidos com Taipa de mão, revestidos externa e internamente com argamassa utilizando terra.

Os resultados coletados na construção da Unidade 002 (inclusive custos), e a sua avaliação pós-construção, forneceram subsídios para que fossem formuladas alternativas para solucionar os defeitos constatados na edificação construída, assim como auxiliar no planejamento de construção da Unidade 001, com os devidos procedimentos para a produção dos componentes e controle da qualidade, visando obter uma análise da viabilidade técnico-financeira desta tipologia como sistema de vedação.

Nessa nova Unidade (001), a taipa de mão será utilizada também na área úmida, nos três pavimentos, com orientação para a fachada sul, com menor incidência de chuvas que a fachada oeste da Unidade 002.

2. CONTEXTUALIZAÇÃO

A questão da habitação de interesse social, considerando toda sua complexidade, exige além de sua abordagem sócio-econômica, aspectos tecnológicos e estudo de materiais e técnicas construtivas alternativas e diversificadas. A construção que utiliza a terra crua atinge, no momento atual, uma visão muito além da simples retomada de técnicas arcaicas. Por sua própria metodologia, sua execução, seu processo de pesquisa - participativo e descentralizado, a arquitetura com terra reconhece a pluralidade e a diversidade cultural e contribui para a formação da consciência crítica em relação ao ambiente construído.

A importância da preservação e do aperfeiçoamento dos processos construtivos da “Arquitetura de Terra” não se vincula apenas a aspectos históricos e culturais mas, fundamentalmente, à potencialidade que apresentam para a produção da arquitetura contemporânea, atuando de modo combinado com outros materiais e, utilizando, além disso, materiais renováveis. Segundo GUILLAUD (1987), essa arquitetura consegue articular o saber, as práticas populares e as tecnologias inovadoras mais modernas num processo dialético de soluções adequadas aos espaços construídos, representando um enorme potencial energético na virada do milênio. Para DETHIER (1993), “A arquitetura de Terra implica em uma série de economias de energias: pouco ou nenhum 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”.

Entretanto, sendo inviável para essa população a coleta de dados e aperfeiçoamento de técnicas, constitui-se uma lacuna que merece a atenção dos pesquisadores para um trabalho que atenda estas necessidades, coletando dados e sistematizando-os para transformá-los em informações que permitam uma transferência desta técnica construtiva de forma mais correta.

Nesse sentido, a pesquisa relativa ao tema deve ser incentivada para o acúmulo de conhecimento e elaboração de material bibliográfico que facilite a sua divulgação e transferência aos usuários de baixa renda.

Objetivos

O objetivo geral do Projeto: “Sistema de Vedação e Produção de Componentes em Terra Crua” é a adaptação das técnicas de Terra-palha e de Taipa de mão ao sistema construtivo vedação constituído por painéis pré-fabricados por uma ossatura de eucalipto/pinus, lambris de pinus e revestimento em Terra-palha (monolítica e em blocos) e painéis de Taipa de mão, utilizando ossatura de madeira de pinus.

Os objetivos específicos da pesquisa são desenvolver estudos teóricos e práticos sobre a terra crua, visando enfatizar propriedades, índices do solo, desenho dos componentes, integração com outros materiais e sistemas construtivos, passagem do processo artesanal tradicional ao processo pré-fabricado de componentes de terra crua e madeira e trabalhabilidade dos componentes de terra crua em canteiro de obras.

Dentro deste Projeto de vedação em terra insere-se esta pesquisa: “Sistema de Vedação em Taipa de mão para Habitação Social”, cujo objetivo geral é avaliar os resultados obtidos no processo construtivo da unidade experimental 002, aperfeiçoando ou redefinindo alternativas que serão utilizadas no sistema de vedação da Unidade 001, com o emprego da taipa composta em ossatura de madeira e mistura de barro com fibra vegetal.

Os objetivos específicos desta pesquisa sobre vedação em taipa são:

- Identificar os problemas verificados nas várias etapas da produção da Unidade 002 ;
- Analisar os indicadores referentes ao desempenho, produtividade e custo da Unidade 002 ;

- Propor a partir da avaliação pós-construção (Unidade 002) soluções alternativas para os problemas de infiltração ocorridos nos painéis de taipa;
- Propor Projeto de Produção da Taipa de mão a partir dos indicadores obtidos no acompanhamento da execução da Unidade 002;
- Sistematizar os procedimentos de produção da taipa a partir das planilhas de acompanhamento de execução das Unidades 002 e 001 (planilhas de inspeção dimensional, de colocação e de aceitação);
- Avaliar resultados de diferentes alternativas para revestimento dos painéis de taipa, obtidos a partir da experimentação de duas misturas de argamassa, uma utilizando cal e outra cimento;
- Obter indicadores de controle de qualidade nas etapas de execução da taipa de mão (pré-fabricação dos componentes, montagem da ossatura, barreamento);
- Definir as tolerâncias dimensionais a serem admitidas para um sistema de vedação em taipa de mão com ossatura pré-fabricada em madeira de reflorestamento associado a um sistema estrutural em eucalipto serrado.

3. METAS ALCANÇADAS E RESULTADOS OBTIDOS

A pesquisa iniciou-se através da análise da literatura existente sobre as técnicas de terra crua, enfatizando a Taipa de mão. A revisão bibliográfica se deu pela coleta de dados analisados na Bolsa de Estudos FIPAI'96 "Compilação e Análise de Projetos de Habitação em Madeira e Terra Crua", da bolsista Renata Bovo Peres, do Banco de Dados do Ghab e da Biblioteca da EESC-USP. Paralelamente à revisão bibliográfica, foram compilados e analisadas as produções, os ensaios e workshops sobre Terra Crua desenvolvidos pelo Grupo, a fim de aumentar o conhecimento sobre os materiais utilizados - propriedades, processo de produção e aplicações.

Em seguida foi feito um levantamento e caracterização das matérias-primas existentes, abundantes na região de São Carlos: tipos de solos e espécies de fibras vegetais. Em relação aos solos encontrados foram feitos testes de granulometria e análise das fibras quanto à presença de fungos e sementes. Após as matérias-primas levantadas e previamente escolhidas, puderam ser feitos os estudos experimentais dos componentes de vedação e de revestimento em terra, que ajudaram a definir os materiais utilizados na construção da Unidade 002.

Os ensaios de caracterização e a execução de modelos parciais foram realizados com o apoio do Laboratório de Madeiras e de Estruturas de Madeira - LaMEM - do Departamento de Estruturas, do Laboratório de Construção Civil - LCC - e do Laboratório de Modelos do Departamento de Arquitetura e Urbanismo, do Laboratório de Solos do Departamento de Transportes. Essas etapas de pesquisa se encontram detalhadas no Relatório Parcial entregue à FAPESP em julho'98.

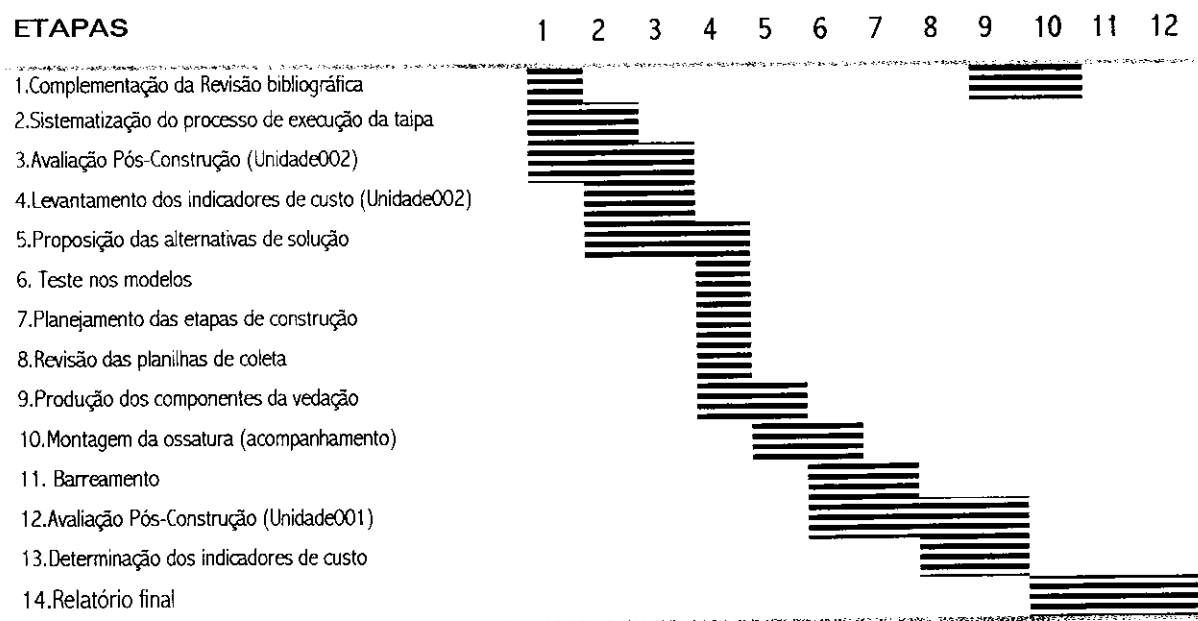
A sistematização da construção da Unidade 002, completa-se na descrição deste relatório, com o detalhamento das duas últimas etapas de construção da taipa de mão (secagem e revestimento dos painéis), incluindo os custos.

Com o término da construção do 002, procedeu-se a Avaliação Pós-Construção da Unidade 002, que subsidiou a proposta de novas soluções para os defeitos encontrados na Unidade 002, que serão utilizados na construção da Unidade 001. As propostas de solução foram feitas através de complementação da revisão bibliográfica da literatura sobre as técnicas de taipa de mão, e também através de consultoria com a mestrande Karla Caser (Proc. Fapesp 98/03465-2). Para testar as soluções propostas foram realizados ensaios nos modelos construídos dos novos painéis, cujos resultados levaram ao desenho definitivo dos novos painéis.

A coleta de dados e análise da pré-fabricação dos modelos e dos painéis encontra-se também documentada neste relatório.

Todas as etapas de execução foram acompanhadas utilizando um conjunto de planilhas desenvolvidas para coleta de dados, que permitiram a sistematização com maior detalhe das dificuldades, da descrição dos procedimentos de cada serviço, da quantificação dos materiais, dos indicadores de controle das etapas e de serviços. As planilhas foram revistas neste relatório e foram propostos novos modelos para as mesmas, visando uma maior facilidade de preenchimento e de leitura posterior dos dados.

Cronograma geral das atividades:



Até o momento as etapas desenvolvidas foram as seguintes:

- Análise da literatura sobre as técnicas de taipa de mão, complementando a revisão bibliográfica da literatura sobre o tema;
- Sistematização do processo de execução da taipa experimentada na construção da Unidade 002, analisando os dados da planilha de Procedimento de Execução de Serviços;
- Avaliação pós-construção da edificação, através da verificação do edifício construído identificando os defeitos encontrados, de acabamento, de estanqueidade à água, de frestas, e de funcionamento;

- Levantamento dos indicadores de custo analisando as planilhas de Quantificação de Materiais e Serviços das etapas de execução da unidade experimental;
- Proposição das alternativas de solução para os defeitos analisados na edificação construída (002);
- Realização de testes nos modelos propostos;
- Revisão das planilhas de Procedimento de Execução de acordo com as alternativas propostas para a solução dos defeitos observados na Unidade 002;
- Coleta e análise dos dados de acompanhamento da pré-fabricação da ossatura;

Na próxima fase do projeto de pesquisa, de acordo com o cronograma acima, serão desenvolvidas as seguintes atividades, que constarão do relatório final:

- Coleta e análise dos dados de acompanhamento da montagem da ossatura da Unidade 001-Bloco de Serviço;
- Coleta e análise dos dados de acompanhamento do barreamento da Unidade 001-Bloco de Serviço;
- Avaliação pós-construção do Bloco de Serviço da Unidade 001;
- Determinação dos indicadores de custo;
- Elaboração do relatório final.

Resumidamente, os resultados obtidos com a realização de cada uma das etapas, encontra-se discriminado na tabela abaixo:

Etapa desenvolvida

Resultado obtido

1. Complementação da Revisão bibliográfica

1.1. Levantamento de dados e normas sobre terra crua

1.2. Análise dos melhores desempenhos

2. Sistematização do processo de execução da taipa

2.1.Registro fotográfico e escrito de todo o Processo de Produção, até a edificação concluída

3. Avaliação Pós-Construção (Unidade002)

3.1. Levantamento dos problemas encontrados

4. Levantamento dos indicadores de custo da vedação em Taipa de mão da Unidade 002

4.1. Custo total da vedação da Unidade 002

5. Proposição das alternativas de solução dos problemas encontrados

5.1. Desenho provisório dos componentes

5.2. Construção dos modelos

6. Testes nos modelos

6.1. Desenho definitivo dos componentes

7. Revisão das planilhas de coleta

7.1. Desenho do novo modelo de planilhas

8. Produção dos componentes da vedação (acompanhamento)

8.1. Registro completo da pré-fabricação

9. Controle de qualidade da execução da taipa de mão

9.1. Indicadores de controle de qualidade

4. ANÁLISE DA LITERATURA REFERENTE À TÉCNICA DE TAIPA DE MÃO

O GHab está propondo o estudo desta técnica, Taipa de mão, introduzindo a pré-fabricação dos entramados, já vista no trabalho do Arquiteto Zanine Caldas (DAM, 1988) e Borsoi (s/d), através do Projeto Jovens pesquisadores, no qual prevê a experimentação de diversas técnicas utilizando terra-crua, produzindo os componentes e construindo as duas unidades experimentais 001 e 002. Já se tem alguns resultados relativos à execução de taipa de mão no bloco de serviço da Unidade 002, (relatório FAPESP,1998).

Além destes, o Grupo acumula alguns resultados de trabalhos de mestrado e de graduação neste tema "Taipa de mão", como por exemplo o trabalho já concluído da Arquiteta Wilza Gomes Lopes (Proc. FAPESP 96/02938-9) que sistematizou as obras mais atuais, em taipa, realizadas no Brasil por arquitetos e alguns organismos de pesquisa. O trabalho coloca um panorama atualizado sobre o tema, e com exemplos demonstra a viabilidade técnica e minimiza os preconceitos existentes em relação à construção em terra, principalmente a de Taipa de Mão.

Outro trabalho trata da argamassa com solo para revestimento de proteção da taipa e da terra-palha, trabalho de mestrado da arquiteta Regina Mattaraia (1998).

O trabalho da mestrande Karla Caser (FAPESP Proc. 98/03465-2), em andamento, tem por finalidade racionalizar o sistema construtivo em taipa de mão, tendo como objeto de estudo a casa de funcionários da Reserva Florestal da CVRD – Companhia Vale do Rio Doce, em Linhares, ES (Caser, 1992). A taipa utilizada neste projeto consistia em um entramado de varas de eucalipto (painel monolítico) oriundas de rebrota da floresta de eucalipto da própria reserva, amarrado com arame e executados in loco c/ barro, sem a mistura de fibras vegetais. A estrutura principal também foi executada em eucalipto roliço tratado. Alguns resultados de sua pesquisa foram incorporados à Unidade 001, através das propostas de solução para alguns problemas constatados na Unidade 002.

No sentido de racionalizar a sua produção em função do local, da disponibilidade de mão-de-obra, de matéria-prima e das condições climáticas locais, a técnica de Taipa de mão em estudo nas unidades experimentais 001 e 002 tem em vista a utilização de madeira de reflorestamento do gênero pinus como entramado pré-fabricado e a mistura de barro com as fibras vegetais.

O levantamento e a análise de dados referentes ao sistema de vedação da Unidade 002 que utiliza as técnicas de Taipa se basearam em análises da literatura referente, atividades e experimentações já realizadas pelo Grupo, anteriores ao início da construção e que tiveram a coordenação e a participação de diversos especialistas no assunto.

As pesquisas de terra crua contam com um suporte teórico do Grupo de pesquisa: CRATerre, da França, mundialmente reconhecido como o mais abrangente centro de pesquisas e otimização da produção de componentes construtivos na área de Arquitetura de Terra, onde trabalhou por dez anos o coordenador do Ghab, Marcelo Tramontano e também onde se tem como consultor externo o Diretor Científico, Dr. Hugo Houben.

5. SISTEMATIZAÇÃO DO PROCESSO DE EXECUÇÃO DA TAIPA EXPERIMENTADA NA CONSTRUÇÃO DA UNIDADE 002

A descrição da taipa de mão empregada na Unidade 002 no sub-sistema vedação, encontra-se no relatório parcial FAPESP de Julho/98, onde também está detalhado o Processo de Construção da Unidade 002 , até a etapa de preenchimento dos painéis. A produção de painéis de taipa de mão envolveram as seguintes etapas:

- Aquisição das matérias-primas (solo e fibras) e organização do canteiro;
- Produção experimental do componente vedação;
- Escolha das matérias-primas;
- Desenho definitivo dos componentes e detalhamento das interfaces construtivas;
- Confeção dos painéis (ossatura de madeira);
- Fixação dos painéis;
- Barreamento dos painéis de taipa;
- Secagem natural dos painéis;
- Aplicação de revestimento de terra;
- Pintura

Para a construção da Unidade 002, os painéis de taipa foram projetados para a vedação das áreas úmidas com 10cm de espessura, 240cm de altura e 74cm de comprimento. Os modelos, entretanto, mediam 10cm de espessura, 120cm de altura e 74cm de comprimento. A pré fabricação ocorreu apenas na etapa de confecção da ossatura de madeira, sendo que o preenchimento se deu no local da construção.

Os ensaios com painéis de Taipa de mão tiveram como objetivo a obtenção de dados sobre a técnica empregada, visando subsidiar a construção da Unidade 002.

O objetivo foi sistematizar o processo de produção para barreamento de painéis de taipa e observar o comportamento de dois tipos de terra para melhor desempenho dos painéis. Durante os ensaios construiu-se 4 painéis de taipa de mão com duas dimensões diferentes. Foram estudados nessa mesma etapa, o comportamento de quatro tipos de argamassa de revestimento em cada um dos tipos de técnica construídos com o objetivo de testar o tipo de solo e o sistema de produção do revestimento.

Os materiais utilizados para a Taipa foram dois tipos de solo (um proveniente de jazida do campo de aviação de São Carlos, outro proveniente de jazida do campus da USP São Carlos); um tipo de fibra, “coast cross” adquirida na EMBRAPA e, para a parte de madeira foram utilizados dois painéis de madeira serrada.

Antes da aplicação de barro, a madeira dos painéis foi molhada com argila líquida para dar maior aderência do barro com a madeira. Cada painel foi barreado por duas pessoas (uma de cada lado do painel) que, com as mãos, foram preenchendo o entramado de barro. Para o preenchimento total de cada painel foi gasto aproximadamente uma hora. Foi recomendado que se deixasse 1cm de cada lado do painel para serem colocadas posteriormente as camadas de emboço e reboco, para que também se efetuasse a verificação experimental de suas propriedades: trabalhabilidade, capacidade de retenção de água, aderência, estanqueidade, capacidade de absorver deformações, aderência ao substrato, resistência à impactos e desgastes.

A intenção da pré-fabricação dos painéis de taipa para a construção da Unidade era fazer um painel totalmente pré-fabricado (ossatura e vedação de terra) antes da colocação na estrutura principal. Porém, esse tipo de experimento mostrou que o transporte do painel já barreado até o local de fixação na estrutura seria muito difícil devido as suas dimensões (0,10x0,70x2,40m) e ao seu peso excessivo, tendo portando que ser barreado no local de fixação.

As ossaturas dos painéis continuaram sendo pré-fabricadas e depois foram montadas na estrutura, para as posteriores etapas de barreamento e revestimento.

Os painéis apresentaram algumas trincas consideradas normais baseadas na qualidade do solo que serão recobertas pelo revestimento. Notou-se uma dificuldade na etapa da mistura do barro com a palha, visto que esse processo é quase artesanal e sem a ajuda de máquinas.

Para a escolha das matérias-primas, foram retiradas três amostras de solo: uma proveniente da Olaria de Rio Claro, outra do solo utilizado para a fundação da Unidade, outra do próprio local da construção.

Em seguida, as amostras foram levadas ao Laboratório de Construção Civil para a coleta dos dados do Teste prático de granulometria. Baseado na Experimentação em Laboratório das amostras de solo, verificou-se que o melhor solo para a produção da Taipa foi o mesmo utilizado na fundação e no nivelamento da Unidade 002. Este solo é proveniente da região de São Carlos e apresenta - segundo o consultor arq. Marcos Borges Recco - boa porcentagem dos agregados: argila, silte e areia para a fabricação da Taipa.

A palha escolhida foi a "Coast-cross", proveniente de Jaguariúna. Essa palha foi a mesma utilizada na produção dos Blocos de Terra-palha e apresenta boas características: ausência de sementes e de umidade. Houve apenas a necessidade da palha ser cortada em pedaços menores, pois suas fibras apresentavam tamanho superiores a 30cm, não apropriados à aderência da terra no painel de Taipa.

O desenho definitivo dos componentes e detalhamento das interfaces construtivas, bem como a pré-fabricação dos componentes de vedação da parte de madeira fazem parte do trabalho de Mestrado da bolsista FAPESP Alessandra Navarro e estão relatados no Relatório Final Projeto de Pesquisa: "Habitação Social: Concepção Arquitetônica e Produção de Componentes em Madeira de Reflorestamento e em Terra Crua" Processo FAPESP nº 95/9716-9.

A fixação dos painéis feita com o auxílio de prumo e furadeira, para colocação dos parafusos de fixação dos painéis às vigas baldrame e esteios.

O barreamento dos painéis de taipa foi feita com a seguinte proporção:

Componente	Terra	Palha	Água
1 Painel Taipa			
(0,10x0,69x2,40m)	10 baldes	5 baldes	2 baldes

Obs: O balde utilizado foi de 18l.

A palha (capim “coast cross”) foi cortada, sobre um pedaço de madeira, no tamanho aproximadamente 10cm.

Cada painel necessitou para ser barreado, de duas pessoas, uma de cada lado para ir colocando o barro na mesma direção para não soltar. Essa etapa foi rápida pois o entramado segura o barro rapidamente, não precisando de muito esforço para preencher o painel.

O barreamento dos painéis se deu de maneira rápida, foram gastos três dias para o trabalho. A etapa que sofreu uma pequena dificuldade foi o transporte do material já misturado até os painéis do piso superior devido ao peso do material. Para essa etapa foi utilizado andaime e houve uma necessidade maior de pessoas por painel.

O tipo do solo gerou uma mistura que atendeu às especificações, sofrendo apenas pequenas rachaduras depois de alguns dias, consideradas normais pelo arq. Recco. Estas fissuras foram cobertas posteriormente pela argamassa de terra, quando se iniciou o reboco das paredes.

5.1. SECAGEM

Após o barreamento concluído, o painel deve ser protegido contra chuvas para ir secando naturalmente até receber o revestimento. O tempo aproximado nesta etapa de secagem foi de aproximadamente 3 semanas, podendo sofrer grandes variações de acordo com a umidade do ar.

5.2. Execução do reboco de terra

5.2.1. Aplicação da argamassa de revestimento

Após a secagem completa dos painéis, foi utilizada, tanto para o revestimento interno quanto externo, uma argamassa de areia, água, cal, deixando descansar por 16 a 20 horas antes de ser aplicada. Após este período é misturado ainda solo peneirado à massa.

Com o piso já forrado com lona plástica, a mistura foi transportada para o local e aplicada seguindo uma guia (sarrafos pregados nas extremidades laterais das paredes) para definir a espessura da camada.

Desta maneira aplicou-se, com uma colher de pedreiro, a argamassa com a régua metálica apoiada nas guias laterais, mantendo-se uma espessura uniforme do emboço. Molhou-se então periodicamente com um borrifador a superfície, alisando-a com o uso de desempenadeira. Após o emboço, cada painel foi coberto com um saco de estopa, mantido durante dois dias, o tempo inteiro úmido para tornar a cura mais lenta evitando as fissuras. Após este período tirou-se os sacos e foram deixados para secar por mais duas semanas.

Os sacos de estopa somente foram utilizados no emboço das paredes internas. Nas paredes externas utilizou-se apenas lona plástica para proteger os painéis da chuva.

5.2.2. Camada de correção do emboço

Após a secagem completa do emboço aplicado sobre o painel, é preparada a argamassa para completar o reboco, também preparada com massa de areia + água + cal, deixando reservada por 16 a 20hs antes de usar. As paredes foram previamente umedecidas com um borrifador e aplicadas com uma desempenadeira

de aço. A massa é espalhada e alisada resultando em uma fina camada de espessura aproximada de

1,5mm. Com o borrifador, vai-se umedecendo as paredes e passando a desempenadeira de esponja. A cada painel corrigido, pendura-se os panos de estopa molhados sobre sua superfície, para evitar a secagem rápida e, conseqüentemente, o aparecimento de trincas. Nesta etapa de correção da face externa do emboço também não foi utilizado panos de estopa, somente uma lona plástica como proteção.

5.2.3. Materiais, ferramentas e equipamentos para reboco da taipa

Aplicação da Argamassa de revestimento – emboço

MATERIAIS

- Massa (areia + cal + solo + água) = (2:1:1)~50l de água:
- Solo
- Sarrafo (2,2 x 5 cm)
- Sacos de estopa*
- Lona plástica
- Pregos 15 x 15

FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS

- Desempenadeira de aço
- Desempenadeira de esponja
- Régua metálica
- Colher de pedreiro
- Carriola
- Enxada
- Pá
- Burrifador
- Peneira

Obs: Para o emboço de cada m² de painel, considerando as faces internas e externas, foram utilizados 3,20 kg de cal; 16 l de areia grossa e 0,016m³ de terra. O tempo de aplicação de emboço por m², considerando face interna e a externa, foi de aproximadamente 24 minutos com uma equipe de duas pessoas.

Correção do emboço

MATERIAIS

- Massa - areia fina + cal + solo + água (5:1,5:1,5)~20l de água
- Saco de estopa*
- Lona plástica

FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS

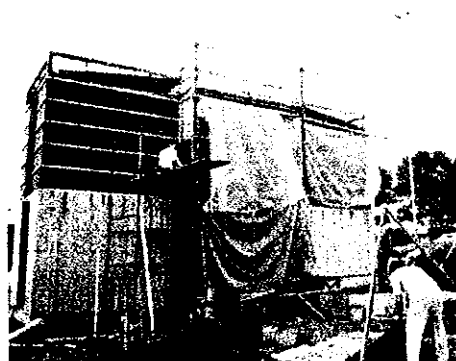
- Desempenadeira de aço
- Desempenadeira de esponja
- Carriola
- Enxada
- Pá
- Burrifador

*Os sacos de estopa somente foram utilizados no revestimento das paredes internas da taipa.

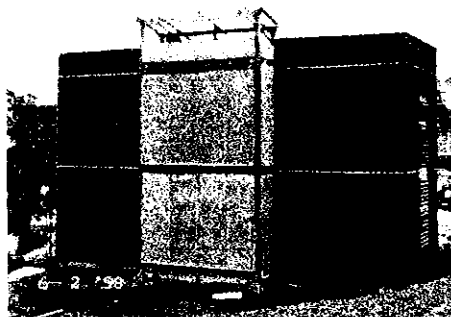
Obs: Para a aplicação da camada de correção para cada m² de painel, considerando faces interna e externa, foram utilizados 0,64 kg de cal; 3,20 l de areia grossa e 0,0025m³ de terra. O tempo de aplicação de emboço por m², considerando face interna e a externa, foi de aproximadamente 8 minutos com uma equipe de duas pessoas.

5.3. PINTURA

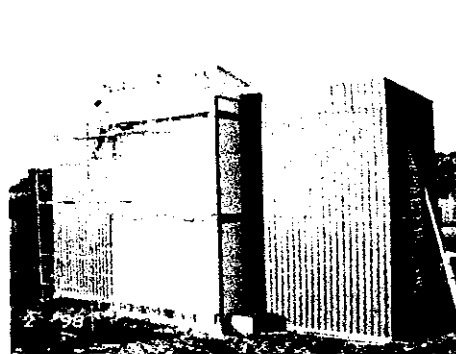
A pintura foi feita com tinta PVA em três demãos. A primeira demão foi feita na cor branca e as duas últimas na cor azul. Após a pintura foram colocadas as tábuas mata-juntas no encontro dos painéis (somente na parte externa), que foram pintadas com pintura stain na cor marrom.



1. Secagem dos painéis barreados/ proteção da chuva c/plástico



2. Painéis rebocados – fase de secagem



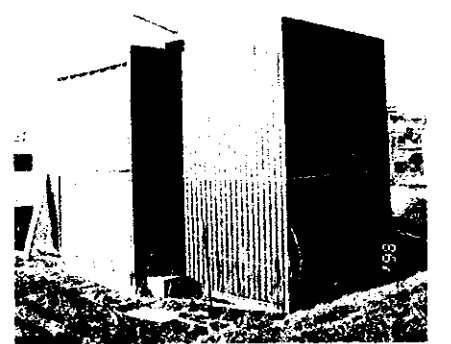
3. Primeira demão de tinta PVA



4. Pintura executada e colocação das mata-juntas entre painéis

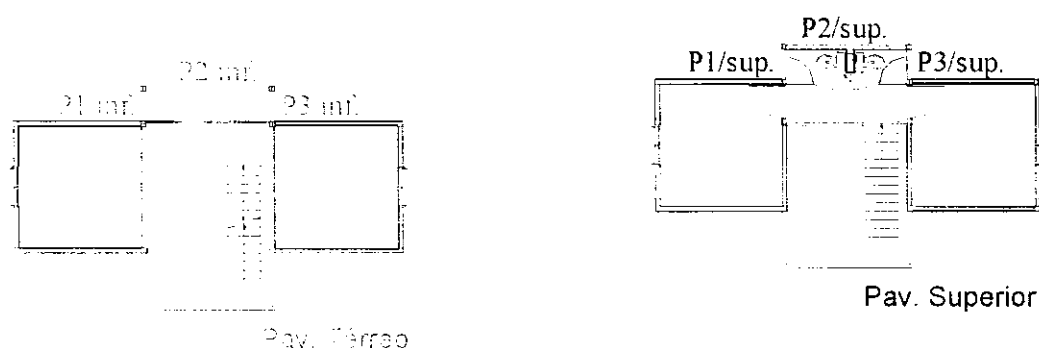


5. Pintura das mata-juntas e colocação das pingadeiras



6. AVALIAÇÃO PÓS-CONSTRUÇÃO DA UNIDADE 002

A avaliação pós-construção consistiu na identificação dos defeitos presentes na edificação construída (002), procurando levantar os defeitos mais comuns no sistema de vedação proposto em taipa. A área avaliada foi o bloco oeste / pisos inferior e superior, da Unidade Experimental 002, de acordo com a área avaliada na figura abaixo).



Nesta avaliação procurou-se observar atentamente as interfaces construtivas, locais com mais possibilidade de se detectar defeitos e simultaneamente preencher as planilhas de inspeção pós-construção. Essas planilhas foram elaboradas para a avaliação da edificação, mas vieram a ser reformuladas, definindo-se uma planilha única para todo o levantamento de defeitos de vedação e taipa.

As etapas desenvolvidas para a avaliação pós- construção foram:

1. Levantar os principais defeitos resultantes após a construção;
2. Elaborar uma metodologia para coleta de dados dos principais defeitos detectados nas paredes do sistema de vedação em terra- palha da Unidade Experimental 002;
3. Sistematizar as Planilhas de Inspeção Pós- Construção para detectar os defeitos na construção, quantificando-os e qualificando- os;
4. Levantar as possíveis causas para os problemas identificados, com vistas a propor soluções alternativas para os mesmos.

6.1. Resultado e análise da pós-construção

Para o trabalho de avaliação do edifício como um todo, foram apresentados 5 Planilhas de Inspeção Pós-Construção diferentes contendo informações sobre: fissuras, desprendimento do reboco; manchas de umidade; rachaduras de topo e rachaduras de superfície. Porém, para os painéis de vedação em taipa só foi utilizado um tipo de planilha – PIPC / Folha 1, onde foi analisada a presença de fissuras em algumas das paredes em taipa, indicando a localização e uma breve descrição de cada uma delas. Apesar de não ter sido utilizado a planilha PIPC/Folha 2, sobre desprendimento do reboco, estes dados foram coletados e registrados na mesma planilha de fissuras, assim como as manchas de umidade, encontradas nas paredes internas de taipa, revestidas com telhas translúcidas, localizadas nos banheiros.

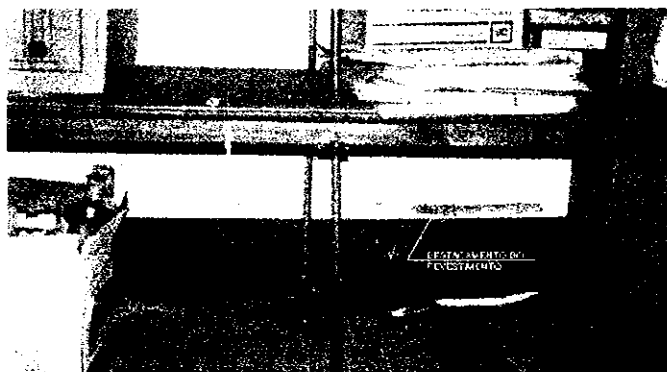
Com os dados coletados foram descritos os defeitos e suas dimensões, localizando-os dentro do projeto e também no próprio painel. O levantamento foi feito nas paredes internas e, posteriormente, nas paredes externas, sendo a análise visual e pelo tato. As ferramentas utilizadas foram fita crepe e trena.

De acordo com a planilha já reformulada, uma coluna foi destinada a localizar o painel com defeito no edifício como um todo, utilizando cores para diferenciar os dois pavimentos analisados além de números e letras para distinção das respectivas paredes. Outra coluna contendo a identificação e desenho de cada parede em taipa para indicar a posição exata dos defeitos e os remeter a uma outra coluna com a descrição sucinta do mesmo (dimensões e tipo de interface em que se encontra) e finalmente uma coluna com uma listagem das possíveis causas.

Consequentemente, chegou-se a um formato de planilha, na qual consta os seguintes itens: o item de verificação (o defeito), juntamente com a área total de verificação (planta térreo e superior da Unidade 002); a localização (desenho de alguns defeitos na parede em questão); a descrição e as possíveis causas dos defeitos encontrados, conforme pode-se observar nas planilhas no anexo 1.

De maneira geral, os problemas detectados foram os seguintes:

1. Infiltração de água no térreo, fissura na interface painel/montante e descolamento do reboco sobre o montante.



2. Umidade na face interna dos painéis do banheiro.

3. Infiltração d'água interface viga /montante e descolamento do reboco .

As causas gerais listadas como possíveis para o descolamento do reboco referem-se às formas de fabricação do reboco (composição) e às formas de aplicação (controle do alisamento).

Pode-se notar que os defeitos de descolamento do reboco ocorrem com mais freqüência nas interfaces painel /painel, painel/ esquadria e painel/ pilar. Na ligação painel/pilar e painel/esquadria, que trata-se de local de encontro de dois materiais com diferentes coeficientes de dilatação, o seu descolamento pode ser explicado por tensões oriundas de movimentação devido à variação do gradiente de temperatura. Na ligação painel/painel, a causa do descolamento do reboco pode ser devido à sua espessura de apenas 1 cm nestes locais, ao invés de 2,5 cm no restante do painel (Figura 03) . Além desta causa, o problema pode estar ocorrendo em virtude de infiltrações devido à ineficiência da tábua mata-junta em fazer a vedação entre os montantes de dois painéis.

Alguns procedimentos para solucionar estes problemas de descolamento do reboco pode ser seguido da mesma maneira que os dispositivos indicados para a terra palha (Alves, 1999) – vide relatório Proc. FAPESP n.97/04559-8, utilizando-se por exemplo, telas plásticas utilizadas na Bélgica, e pingadeiras nas faces inferiores e superiores de todas as aberturas.

Com relação à presença de água no térreo da edificação em dias de chuva forte, observou-se que uma das causas é a pingadeira horizontal de madeira, entre o primeiro e o segundo pisos. Devido à sua insuficiente inclinação, e por ter sido pregada à viga por meio de pregos, se transformou numa espécie de calha coletora das águas da chuva, que acabam “minando” no térreo (Figura 01). Essa interface viga/painel mostrou-se problemática também no segundo pavimento: a água segue entrando pelo topo dos painéis e umedecendo todo o painel de taipa dos banheiros do andar superior, que foram revestidos com telha translúcida (Figura 02).

Um procedimento para solucionar este problema poderia ser a adoção de pingadeiras metálicas nas interfaces vigas/painel (procedimento a ser adotado na Unidade 001).

7. LEVANTAMENTO DOS INDICADORES DE CUSTO DA UNIDADE 002

Os custos foram obtidos através da coleta de dados durante o acompanhamento da execução da obra utilizando as planilhas para especificar e quantificar mão-de-obra e os materiais. Os equipamentos e ferramentas não foram levados em consideração nestas planilhas específicas para taipa, pois além de serem quantificados na planilha de custos do edifício em geral, seus valores serão obtidos considerando a relação entre sua vida útil e a depreciação devido ao uso na Unidade 002.

O custo médio de matéria-prima por m² nas condições e especificações apresentadas foi de R\$ 12,62 e o custo médio de mão-de-obra por m² foi de R\$ 11,81 e planilhas encontram-se no Anexo 2.

8. PROPOSIÇÃO DAS ALTERNATIVAS DE SOLUÇÃO PARA OS DEFEITOS ANALISADOS NA EDIFICAÇÃO CONSTRUÍDA (002)

Através da análise dos problemas averiguados na avaliação pós-construção, foram feitas as propostas de modificação no desenho dos painéis de taipa, através de consultoria com a mestrande Karla Caser (Proc. FAPESP 98/03465-2), conforme descrito abaixo e desenhos do Anexo 4:

- Uso de painel monolítico de pinus, com distância de 20 cm, entre as ripas horizontais, com as distâncias intercaladas nos dois lados, originando vãos de 10 x 10cm (anexo 4);
- Utilização de pingadeiras metálicas horizontais entre os dois pavimentos, que recobrem totalmente a viga horizontal (vide anexo 4);
- Utilização de mastique nas ligações verticais da taipa de mão com os esteios;
- Utilização de emboço e reboco, com cimento e cal;

Com relação ao reboco e ao espaçamento entre as ripas, foi efetuada uma produção experimental destas duas soluções, para comparação e escolha da melhor alternativa.

Com relação ao reboco, este não deve ser muito argiloso, pois ao secar contrai-se muito, originando a fissuração ou retração. Por outro lado, se a terra é arenosa - pouca argila, não torna-se suficientemente plástica e não consegue ter aderência ao painel. Para corrigir isso, pode ser adicionado ao reboco fibras vegetais, como o feno, aumentando-se a resistência à tração ou podem ser usados estabilizantes no reboco, como a cal, que não impede a retração da argila.

A utilização do cimento no lugar da cal não é recomendado pelos pesquisadores do Craterre, pois segundo eles, no prazo de dez anos o reboco de cimento apresenta micro-fissuras invisíveis a olho nu por onde penetra a umidade prejudicial à madeira do interior da parede, continuando o reboco a dar uma falsa idéia das condições internas. Entretanto, devido ao seu maior tempo de manutenção, foi feito um experimento com reboco de cimento, além do de cal, já utilizado na Unidade 002.

Os ensaios realizados, com suas diversas etapas, encontram-se descritos no item seguinte.

Para a unidade experimental 001 foi proposto um novo desenho dos painéis, que passaram a ser monolíticos e foram projetados com maiores dimensões (até 3m de comprimento) para evitar os problemas encontrados nas interfaces entre os montantes verticais (descolamento do reboco e infiltrações). A sua fixação nas vigas passou a ser feita por uma peça de madeira com 6 x 2 cm, que substitui o quadro que arrematava os painéis da Unidade 002 (que era de 10 x 2 cm). Com isso, além da redução do volume de madeira, obteve-se uma maior flexibilidade na hora da montagem, pelo fato desta fixação possuir uma tolerância dimensional maior que o quadro fixo anteriormente utilizado. Outra vantagem na utilização de uma peça de 6 cm de largura é que, por ocasião da aplicação do reboco, estas peças ficarão da mesma largura do entramado, não sendo criado nenhum ponto vulnerável, pela pouca espessura do reboco.

Sugeriu-se também o aumento dos espaçamentos entre as peças horizontais do entramado (originando vãos de 10x10cm), utilizando peças de menores seções (2x2cm) que o encontrado na literatura, com reforços verticais intermediários (4 x 2 cm) que permitem maior estabilidade ao painel. Com esta alternativa procurou-se reduzir também o volume de madeira empregado, sem alterar as qualidades necessárias para atender as exigências de um sistema de vedação adequado. Uma das grandes preocupação na escolha da forma estrutural para o painel de vedação é fornecer ao mesmo uma configuração que permita um ganho de rigidez para a estrutura principal aliado à fácil execução e baixo custo.

A importância do design dos detalhes para a durabilidade das estruturas de madeira, tema do curso ministrado no LAMEN pelo engenheiro François Kropf, do EMPA (Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research), levou à utilização de pingadeiras metálicas para solucionar os problemas das interfaces viga/painel, já que o maior problema das infiltrações pelo topo dos painéis é a exposição das peças do entramado (não tratadas) à umidade.

Para solucionar os problemas de descolamento no reboco na interface pilar/viga, devido a tensões diferenciais, e para evitar infiltrações, sugeriu-se a utilização do mastique (material flexível).

8.1 . INDICADORES DE CONTROLE DE QUALIDADE

Durante a execução da unidade 001, puderam ser listados alguns indicadores que, se observados durante cada uma das etapas, são capazes de levar a uma menor margem de erros.

Assim, na pré fabricação dos painéis deve-se:

- Analisar se a madeira está armazenada corretamente na unidade de pré- fabricação, ou seja, isenta de umidade;
- Verificar e selecionar as peças de madeira para que não apresente nó solto ou bolsa de resina;
- Verificar se estão corretas as dimensões dos montantes e das travessas.
- Verificar a correta marcação das peças para destopo.
- Verificar o ajuste do gabarito.

Na preparação da essência e barreamento deve-se:

- Verificar a quantidade e a qualidade da palha e da água misturada ao solo.

Na Montagem deve-se:

- Verificar prumo, com relação às vigas;
- Verificar alinhamento com os pilares;
- Verificar se o painel encontra-se pregado nas quatro laterais.

9. COLETA DE DADOS E ANÁLISE DE ACOMPANHAMENTO DOS MODELOS

9.1. Processo de Pré-fabricação dos painéis de experimentação

9.1.1. Matéria-Prima

As matérias — primas para o ensaio de taipa são:

. Quadro de madeira pinus : peça de 12 x 4 cm

. Entramados: trama de madeira, formada por varas na vertical e na horizontal, unidas através de grampos.

Foram utilizadas peças de 1,5 x 2, 2 cm e 2,2 x 2,2 cm.

. Massa de barreamento : solo local

. Água

. Fibra vegetal : Palha coast - cross

9.1.2. Painéis

A madeira foi armazenada na maquetaria, em um local ausente de umidade e protegida de sol e chuva. As peças de madeira foram verificadas, selecionadas e levadas ao LAMEM (Laboratório de Madeira e Estrutura de Madeira). Utilizando o projeto detalhado em anexo, na qual há as especificações das dimensões das peças, com o auxílio da trena e esquadro, foram medidas todas as peças no comprimento indicado e utilizando a serra circular de mesa foi feito o destopo das peças. Após o destopo, foram perfuradas as peças horizontais de fixação do entramado no quadro (simulando a união entramado/viga). Algumas dessas perfurações foram torneadas. As peças de fixação verticais (de 2,2 x 2,2 cm, uma de cada lado do entramado), e horizontais (6 x 2,2 cm, com furos a cada 10 cm) são fixadas nos montantes com pregos.

Foram construídos quatro tipos de painéis: um com entramado de 10 x 10 cm e outro com 15 x 15 cm, ambos com peças horizontais de 1,5 cm e outros dois com peças horizontais de 2,2 x 2,2 cm. Os dois modelos com peças de 1,5 x 2,2 cm ficaram 89 x 97 cm, enquanto que os outros dois ficaram com 94 x 102 cm (Anexo 3).

9.1.3. Preparação da essência

A terra utilizada foi retirada do próprio campus da USP, de um movimento de terra em um terreno próximo ao ginásio. Logo foi recolhido um amostra para ser comprovado a presença de 30% de argila (porcentagem ideal).

Devido ao fato da terra estar úmida, a peneiração foi realizada somente na parte mais seca e, na parte restante, foram retirados manualmente pedras e materiais orgânicos. A palha utilizada (fibra vegetal – “coast cross”) estava armazenada num galpão. Foi feita uma pré-seleção visual e foram refugadas as que estavam emboloradas. As selecionadas foram cortadas, com o facão, até o comprimento de aproximadamente 5 a 10cm.

Mistura 1	Mistura 2	Mistura 3	Mistura 4	Mistura 5	Mistura 6
85 L de terra	85 L de terra	85 L de terra	85 L de terra	85 L de terra	85 L de terra
500g de palha	500g de palha	500g de palha	500g de palha	500g de palha	500g de palha
7 L de água	10 L de água	10 L de água	8,5 L de água	8,5 L de água	8 L de água
Início: 11h00	Início: 14h45	Início: 15h30	Início: 16h20	Início: 17h00	Início: 17h40
Término: 12h00	Término: 15h05	Término: 15h50	Término: 16h40	Término: 17h15	Término: 18h00

Com o auxílio da pá a terra foi colocada em baldes de 17 litros, transportada até a caixa d'água de 500 ml onde foi preparada a mistura. Aos poucos foi adicionada a palha, em seguida a água (esta quantidade varia devido à umidade da terra) e só então começou o processo de amassamento e “pisagem”. Este último consiste na preparação da mistura feita com os pés, até conseguir uma consistência firme e homogênea. Toda a massa ficou em repouso por aproximadamente 13 horas.

9.1.4. Barreamento dos modelos em taipa

O compósito de barro foi retirado da caixa d'água utilizada para a fabricação da mistura e transportado com o auxílio das mãos até o local dos painéis. Cada painel foi barreado, com as mãos, por quatro pessoas (duas de cada lado do painel). A superfície de barro não foi alisada, para garantir a aderência do emboço. Para o preenchimento total de cada painel de ensaio foram gastos aproximadamente 15 minutos.

A taipa ficou com espessura de 7 cm, ficando 2,5 cm de cada lado do painel para preenchimento posterior com as camadas de emboço e reboco.

9.2. RESULTADOS OBTIDOS NO ENSAIO DE TAIPA DE MÃO

9.2.1. Painéis

Verificou-se que o vão de 10x10cm adaptou-se melhor ao barreamento, pois a trama de vão 15x15cm não segurou devidamente a essência. A metodologia de avaliação foi a visual e estes dados eram anotados em planilhas para cada procedimento executado (Anexo 03).

9.2.2. Reboco

- **Preparação do reboco**

Na preparação do reboco para os painéis de experimentação de taipa de mão, foram desenvolvidos 02 etapas de amassamento. Primeiro foi feita a mistura de areia fina + cal + água, que foi deixada em repouso por 24 h, coberta com um plástico. No dia seguinte a mistura foi dividida em duas partes:

amassamento 01 – foi acrescentado o cimento + água;

amassamento 02 - foi acrescentado solo + água.

- Fases do Amassamento

1º Etapa de preparação

Amassamento 01

64 L de areia fina

16 L de cal

1,8 L de água

Deixar de repouso 24 horas

Amassamento 02

64 L de areia fina

16 L de cal

1,8 L de água

Deixar de repouso 24 horas

2º Etapa do amassamento

Amassamento 01

¼ do balde de 16 L de cimento

2,7 L de água

Amassamento 02

16 L de solo peneirado

3,6 L de água

- Etapa de reboco dos painéis de taipa de mão

Depois da preparação do reboco, a massa foi transportada para próximo dos painéis com uma carrola. Os painéis de taipa com o entramado (10x10) 2 cm e (10x10) 1,5 cm, foram rebocados com a preparação do amassamento 01, já os painéis de (15x15) 2 cm e (15x15) 1,5 cm foram preenchidos com o amassamento 02.

Painel de (10x10) 2 cm

Etapas de reboco

Tempo

Secagem

Sarrafiamento

Acabamento

Amassamento 01

6'12"

22'51"

2'59"

12'35"

Painel de (15x15) 2 cm

Etapas de reboco

Tempo

Secagem

Sarrafiamento

Acabamento

Amassamento 02

5'51"

25'02"

2'42"

6'56"

10. COLETA E ANÁLISE DE DADOS DA ETAPA DE PRÉ-FABRICAÇÃO

Foram fabricados um total de 09 painéis, com entramado de (10 x 10) 2 cm. Estes painéis serão utilizados nos 03 pavimentos para a vedação em taipa de mão da unidade 001. Todo processo de confecção da ossatura de madeira, foi fabricado na marcenaria do SENAI, feitos a partir de um gabarito para garantir que os painéis se mantivessem no esquadro. Os desenhos dos entramados estão no anexo 4 e planilhas de acompanhamento da pré-fabricação no anexo 5.

11. CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS DE CONTINUIDADE

A construção da Unidade 002 e sua respectiva avaliação pós-construção forneceram subsídios importantes para a adoção dos novos desenhos na construção da Unidade 001. As etapas iniciais de pré-fabricação, já concluídas, encontram-se registradas.

As perspectivas de continuidade deste trabalho são, em primeiro momento, realizar a montagem dos painéis na estrutura principal. Em um segundo momento, com os painéis no local, proceder ao barreamento, reboco e pintura, sempre coletando e avaliando os dados referentes ao tempo gasto e dificuldades e/ou facilidades encontradas em comparação com a construção do 002.

A elaboração de um memorial descritivo que sistematize a construção da Unidade 001, incluindo seus custos, e a sua avaliação pós-construção, serão as últimas etapas deste projeto. Começa, então, uma nova fase. Confirmada a viabilidade técnica-econômica deste sistema de vedação, as perspectivas de continuidade serão as de viabilizar a sua utilização em maior escala, como mais uma alternativa para habitação de interesse social, quando o GHab poderá repassar todo o conhecimento adquirido à população interessada.

12. BIBLIOGRAFIA

- BORSOI, A.G.B. (s/d) **Taipa pré-fabricada**. Recife, Recife Gráfica Editora.
- CASER, K. (1992) **Morar Ecológico, o desenvolvimento aplicado à habitação em zonas rurais de Fundão, ES**. Monografia de TGI do Curso de Arquitetura da Universidade Federal de Espírito Santo – UFES.
- CRATerre-EAG **Bulletin d'information du CRATerre-EAG**. Projet GAIA, ICCROM. CRATerre, Grenoble, France. Periódico.
- DETHIER, J. **Arquiteturas de terra, ou o futuro de uma tradição milenar**. Lisboa: Litografia Tejo, 1993.
- FAUUSP/NUTAU-USP (1995) **Arquitetura de Terra**. Anais do Workshop. São Paulo, FAUUSP/NUTAU
- FUNDAÇÃO CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DAS APLICAÇÕES DE MADEIRAS NO BRASIL. (1988) **Taipa em Painéis Modulados**. 2ª edição Brasília, MEC/CEDATE.
- GHab (1997) **Relatório Parcial** Projeto “Habitação Social – Concepção Arquitetônica e produção de Componentes de Madeira de reflorestamento e em Terra crua” Processo FAPESP 95/9716-9 São Carlos, GHab-EESC-USP/UFSCar.
- GUILLAUD, H., JOFFROY, Th. **Earth Construccion technology. Materials, techniques, know-how for new architectural achievements**. Jos/Grenoble: V. CECTech/CRATerre-EAG.
- HOUBEN, H., GUILLAUD, H. **Traité de Construction en Terre**. Marseille: Editions Parenthèses, 1989.
- IBAM/CPU **Taipa - Pau-a-Pique - Transferência de Tecnologia em Habitação e Saneamento**. Proposta de ação conjunta. IBAM/CPU, fevereiro/87.
- INO, A. **Sistema Estrutural Modular em Eucalipto Rolicho para Habitação**. Tese de Doutorado. São Paulo: EPUSP, 1992.
- LAHURE, F. - **Fascicule Technique sur la Mise en Oeuvre du Torchis**. Rouen: Fédération du Bâtiment 76 - Chambre de Métiers 76.
- LOPES, W.G.R. (1998) **Taipa de mão - uma alternativa para habitação popular**. Dissertação de Mestrado, São Carlos, EESC-USP 200p.

LOPES, W.G.R.; INO, A. (1997) *A taipa de mão e seu potencial construtivo*.

Anais. ENECS – Encontro Nacional sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, Canela-RS novembro de 1997.

MATTARAIA, R.; ACHCAR, M. L. (1997) *Argamassa de solo para revestimento*.

Anais. ENECS – Encontro Nacional sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, Canela-RS novembro de 1997.

MATTARAIA, Regina. (1998). **Argamassa de revestimento para terra crua: terra-palha, taipa de mão, solo cimento**. Dissertação de mestrado, São Carlos, EESC-USP.

TRAMONTANO, M. **Concepção espacial e soluções técnicas para habitação social: pré moldagem e pré fabricação com elementos de pequenas dimensões**. In: Anais Nutau'96. São Paulo: FAUUSP, 1996.