

NOMADSUSP

Sistema de Vedação em Terra-Palha para Habitação Social
Elisânia Alves. 1999

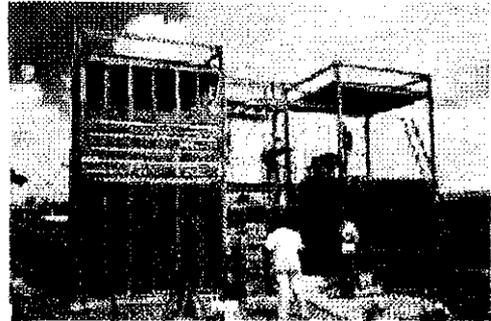
como citar este texto:

ALVES, E. .Sistema de Vedação em Terra-Palha para Habitação Social. Elisânia Alves. Relatório final de Iniciação Científica. Bolsa Fapesp. São Carlos: EESC-USP, 1999. 210mmx297mm. 56 p., Ilustr. Anexo. 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 terra-palha, tanto monolíticas quanto em blocos pré-fabricados, a partir da experiência de construção da Unidade Habitacional Experimental 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 os resultados da avaliação pós-construção destas vedações, e as listagens de custos e a de materiais, ferramentas e equipamentos, etapa por etapa.

WWW.NOMADS.USP.BR



**"SISTEMA DE
VEDAÇÃO EM
TERRA - PALHA
PARA
HABITAÇÃO
SOCIAL"**

**Relatório Final de Bolsa de Iniciação Científica
Proc FAPESP nº 97/04559-8**

**Bolsista IC : Elisânia Magalhães Alves
Orientador: Marcelo Tramontano**

Bolsa de Iniciação Científica vinculada ao projeto "Habitação Social: Concepção Arquitetônica e Produção de Componentes em Madeira de Reflorestamento e em Terra Crua"

**Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - FAPESP
Proc FAPESP nº 97/04559-8**

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO

2. CONTEXTUALIZAÇÃO

2.1. OBJETIVOS

2.2. CRONOGRAMA

3. METAS ALCANÇADAS E RESULTADOS OBTIDOS

3.1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.2. SISTEMATIZAÇÃO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DA TERRA- PALHA UTILIZADO NO OO2

3.2.1. DESCRIÇÃO GERAL DA TÉCNICA DA TERRA- PALHA (BLOCO E MONOLÍTICO)

3.2.2. CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS (FIBRA E SOLO)

3.2.3. PROCESSO DE PRODUÇÃO- TERRA- PALHA

3.2.4. ETAPAS DE PRODUÇÃO

3.3. AVALIAÇÃO PÓS- CONSTRUÇÃO

3.3.1. ELABORAÇÃO DA PLANILHA DE INSPEÇÃO PÓS- CONSTRUÇÃO

3.3.2. RESULTADO E ANÁLISE DA PÓS- CONSTRUÇÃO

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS DE CONTINUIDADE

5. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

6. ANEXOS

1. APRESENTAÇÃO

O GHab- Grupo de Pesquisa em habitação da Escola de Engenharia de São Carlos/EESC-USP e Universidade Federal de São Carlos/ UFSCar, tem como principal objetivo propor alternativas arquitetônicas e construtivas (Processo e Produto) que expressem a busca contínua de novas linguagens no campo da habitação de interesse social, utilizando materiais presentes de longa data em nosso universo construtivo, embora alternativos em nossa cultura, como a madeira de reflorestamento e a terra crua. Para isso, vem desenvolvendo a construção de unidades habitacionais experimentais (Unidades 001 e 002), tendo em vista a racionalização de sua produção e a garantia de qualidade dos produtos e processos, cujo desenvolvimento está inserido no 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 em Madeira de Reflorestamento e em Terra Crua”, processo FAPESP nº. 95/9716-9.

O presente relatório de bolsa de Iniciação Científica está vinculado ao projeto mencionado acima e refere-se ao período de outubro’98 a fevereiro’99 do plano de pesquisa aprovado pela FAPESP: “Sistema de Vedação em Terra- Palha para Habitação Social”.

O Ghab tem como uma das linhas de pesquisa , o estudo da técnica da terra- palha , realizando os primeiros estudos desta técnica no Brasil e, contando com a colaboração de consultores externos e profissionais, arquitetos, alunos de mestrado, graduação e pós- graduação, realizou produções em laboratório e em canteiro através da construção da Unidade Experimental 002.

A presente pesquisa tem como objetivo central o estudo da técnica da Terra- palha, utilizada no sistema de vedação na Unidade Experimental 002, como enchimento de painéis compostos por uma ossatura de pinus preenchidos com terra- palha monolítica (piso superior) e com blocos pré- fabricados

de terra- palha (piso inferior), revestidos externamente com Tábuas e Mata- juntas e internamente com argamassa utilizando terra.

Os resultados coletados e sistematizados aqui pretendem subsidiar a compreensão dos dois processos listados acima , verificando a viabilidade técnica desta tecnologia construtiva.

2. CONTEXTUALIZAÇÃO

A “invenção” da construção de terra é tão natural que, tentar saber onde “nasceu” a construção de terra é quase como tentar saber onde nasceu o homem (Pinto, 1993).

Logo que pôde erguer a sua morada, o homem construiu em terra crua. Sua força histórica, jamais igualada, quase mítica, está associada aos tempos decisivos do nascimento das primeiras aglomerações humanas- as primeiras construções com terra crua conhecidas datam de a 8000 anos, na Mesopotâmia-. Em todas as regiões do mundo propícias à instalação dos homens, a terra foi associada aos destinos das primeiras grandes civilizações, contribuindo para a expansão da criação arquitetônica. Prática vernacular que soube dar origem a múltiplas tradições da construção em terra, permanecendo em muitos países a expressão duma evidência: os recursos da terra de construção são inesgotáveis (Dethier,1993).

Embora as tradições da construção em terra sobreviva em certos países, comprovando o enorme potencial desse material, com os processos de industrialização, as práticas construtivas tradicionais muitas vezes dão lugar à cópia de esteriótipos tecnológicos e arquitetônicos, impostos pelas potências internacionais aos países subdesenvolvidos que muitas vezes se mostram desadaptados às realidades e matérias- primas locais, negligenciando as consideráveis potencialidades sociais do uso da terra crua.

O acentuado déficit habitacional associado aos desafios do impasse energético, à crise material e aos problemas do meio ambiente deste final de século, deve contar com o uso estratégico e

generalizado da terra crua como material construtivo, por ser uma matéria- prima renovável, encontrada em abundância, cujo processo de construção têm um baixo dispêndio de energia, bom desempenho térmico, além de não poluir o meio ambiente.

No continente americano, as técnicas de construção com terra- crua foram introduzidas pelos colonizadores, cujos processos construtivos que mais se difundiram no Brasil, a taipa- de- mão (entramado de madeira com bambu guarnecido com terra argilosa), a taipa- de pilão (terra socada em formas compondo paredes espessas) e o adobe (blocos de terra moldados em forma e secos ao sol), constituíram a base do patrimônio dos primeiros séculos, inclusive nos centros urbanos.

No Brasil de hoje, o uso de técnicas construtivas com terra crua é mantido pelas parcelas mais pobres da população que, impossibilitadas de participar do mercado formal de construção acabam mantendo a baixa qualidade das construções com terra, face a falta de aperfeiçoamento técnico e desenvolvimento de pesquisas e de bons exemplos edificados.

Neste contexto, a necessidade de se desenvolver o uso da terra crua no mercado habitacional brasileiro justifica o estudo e apropriação de técnicas alternativas em terra crua, através da injeção de pesquisa tecnológica e introdução de novos processos de produção visto a acessibilidade deste material à população em geral. Dentre estas técnicas, a terra- palha -- mistura de palha com argila líquida, colocada e compactada em formas de madeira -- constitui uma alternativa de construção a ser explorada e desenvolvida.

Certamente, por não fazer parte do repertório construtivo dos povos que iniciaram a colonização destas terras, a terra- palha é praticamente desconhecida em nosso país. Já em países do norte europeu, elementos da edificação -- de vedações verticais a elementos de pisos intermediários, ou mesmo módulos de cobertura -- tem a terra- palha entre seus principais componentes, por suas características de isolante térmico- acústico, pouco peso, baixo custo, aplicação flexível, permitindo a pré- fabricação de elementos de toda a construção (Relatório Parcial FAPESP, ago'96 a jul'97).

Com o objetivo de levantar dados teóricos e experimentais – inexistentes na literatura brasileira e de apropriar-se da técnica de construir com Terra- palha, O GHab- Grupo de Pesquisa em Habitação, realiza os primeiros estudos desta técnica no Brasil e já acumula experiências e dados importantes sobre a mesma.

Com o apoio da FAPESP realizou a primeira produção experimental da técnica de terra- palha sob o orientação da arquiteta Maria Letícia Achcar (FAPESP 95/9716-9 Relatório Parcial, 1997). Nesta produção experimental realizada no LaMEM/SET/EESC/USP em outubro'96, visando a ampliação da sede do Ghab, foram moldados blocos de Terra- palha, obtendo-se os primeiros indicadores de viabilidade técnica e resultados de laboratório das características de alguns solos

Em outubro de 1997, com o apoio da Fundação Swisscontact, foi trazido o especialista em terra- palha Sr. Peter Willem, da Bélgica, com quem realizou-se a produção piloto, experimentando diversas palhas, diferentes proporções e dois processos (blocos pré- moldados e monolítico). Em fevereiro de 1998, com o apoio da Fundação Swisscontacte e da FAPESP, foi possível uma nova visita do Sr. Peter Willen para a produção de uma parte da Unidade 002 (FAPESP, processo 97/ 13058-2, 1998)

O Grupo acumula alguns relatos técnicos realizados pelo GHab como: Workshop “Componentes construtivos em madeira e terra crua” realizado em Franca (abril'96); “ Workshop de pré-fabricação de blocos de Terra- palha” e ampliação da sede do Ghab (outubro'96),a dissertação de mestrado da Regina Mattaraia, que apresenta seu trabalho com argamassas de revestimento para terra- palha (Mattaraia, 1998); outros resultados nessa área podem ser encontrados no artigo (Mattaraia e Achcar, 1997), que apresenta o comportamento de diferentes proporções de argamassas de revestimento em paredes de terra- palha..

A partir dos resultados alcançados na investigação teórica e verificação experimental da técnica de terra- palha, foi possível um aperfeiçoamento do processo construtivo, fornecendo subsídios para o planejamento das etapas de produção e o detalhamento executivo para a produção dos componentes das Unidades 001 e 002.

2.1 OBJETIVOS

O objetivo proposto no projeto de pesquisa de Iniciação Científica é verificar a viabilidade técnico- econômica da terra- palha em sistema de vedação para habitação social através do resgate e sistematização dos dados coletados durante a execução da Unidade Experimental 002.

2.3 CRONOGRAMA PROPOSTO

ETAPAS	MÊS										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Etapa 1: Complementação da Revisão Bibliográfica	■	■									
Etapa 2: Sistematização do Processo de Execução da Terra- Palha		■	■								
Etapa 3: Avaliação Pós- Construção (Unidade 002)				■	■						
Etapa 4: Proposição de alternativas de solução						■	■				
Etapa 5: Levantamento dos indicadores de custo e produtividade (Unidade 002)								■	■		
Etapa 6: Relatório Final										■	■

3. METAS ALCANÇADAS E RESULTADOS OBTIDOS

3.1. REVISÃO DA LITERATURA

Esta etapa da pesquisa está fundamentada numa revisão da literatura, com uma abordagem geral sobre arquitetura de terra crua e, especificamente, a técnica de terra- palha.

Sobre a técnica da Terra- Palha, a maior base de dados foi fornecida pelo próprio Ghab, através de relatórios já desenvolvidos pelo grupo, não contando com um generoso suporte teórico advindo da

literatura, principalmente brasileira, sobre esta técnica construtiva.(existem poucos e pontuais estudos visando o aprimoramento desta técnica) Portanto, foi difícil obter dados teóricos sobre terra- palha.

No entanto, a partir pesquisa bibliográfica, conclui-se que apesar da técnica “Terra- Palha” não ser largamente conhecida e utilizada , a mistura de terra com palha é muitas vezes associada a outras técnicas em terra crua, cujas qualidades são milenarmente conhecidas, porém, não intensamente exploradas

Os dados apresentados a seguir evidenciam esse conhecimento.

O uso ancestral da terra para a construção traz consigo uma sabedoria que o homem conseguiu atingir experimentando ultrapassar os limites da terra no seu estado natural. Se queria, por exemplo, aumentar a resistência mecânica que é de 10-30 Kg/cm², usavam-se aditivos, desde fibras vegetais (palha, folheto, feno) a peles de animais, que aumentavam a resistência à tração. O feno é usado sobretudo nos rebocos e a palha nos elementos usados como estrutura. Tais processos milenares é documentado de diversos modos, entre os quais a Bíblia. No Egito, o faraó quando se zanga com os hebreus não lhes dá a palha, já que era ele quem controlava o cultivo de cereais, para juntar à lama, o que levará à revolta hebraica no Egito, daqui se concluindo de quanta importância tinha esta tecnologia para esta civilização (Dias,1993).

Segundo Guillaud (1987), essa arquitetura consegue articular o saber e a prática populares e as tecnologias inovadoras mais modernas num processo dialético de soluções adequadas aos espaços construídos, representam um enorme potencial energético na virada do milênio.

Podemos contar com mais de vinte métodos tradicionais de construção que utilizam os recursos da terra crua, difundidos em várias partes do mundo, dentre os quais distinguimos dois processos principais: a taipa e o adobe. O primeiro consiste na construção de paredes espessas e monolíticas , geralmente de 50 cm de espessura, calcando, em moldes laterais, uma mistura de terra, areia , água e, por vezes, acrescentam-se palha, capim ou pedregulho, para assegurar ao material maior resistência aos

a terra. O segundo, composto por terra, água e e fibras vegetais (quase sempre palha cortada , afim de formar um todo consistente, designa os tijolos preparados em moldes e secos ao sol.

A mistura terra + palha, portanto, pode tomar forma através de várias técnicas como: taipa de pilão, taipa de mão, prensagem de blocos, painéis monolíticos ou outros, devendo sempre contar com um sistema estrutural à parte. A secagem precisa ser feita em local ventilado e se possível ao sol. A terra palha deve ser protegida com uma argamassa de revestimento ou lambris.

Para esse tipo de técnica mistura-se uma quantidade de terra a uma outra de fibras vegetais. As dosagens clássicas são de 70kg de palha adicionada a 600kg de terra , resultando uma massa de 700kg/m^3 , porém pode-se produzir blocos de densidades menores. A terra deve possuir mais da metade da porcentagem de argila em sua composição devido à sua propriedade colante para solidarizar as fibras vegetais. A palha deve ser bem seca e não muito comprida, geralmente com comprimento variável entre 15 e 30 cm.



FIGURA 01: Bloco de terra- palha

As matérias primas para a terra palha são: fibras vegetais sem semente (trigo, aveia, cevada), capins tubulares (braquiárias, coast-cross) ou palha de fibra de bananeira., solo argiloso ou argila e água.

O uso mais frequente é na construção de paredes monolíticas e blocos de variados tipos e tamanhos; se adaptando também à elementos de piso intermediário e preenchimento em sistema de cobertura (ver figuras 02 e 03) além de se adaptar à pré fabricação de elementos construtivos

¹ SILVA, H. (1995). *Construção com Terra Crua: as técnicas construtivas, os modos de produção e a tipologia arquitetural decorrente*. Texto apresentado ao Workshop Arquitetura de Terra, FAU-USP.

para vedos, inclusive para a produção de placas para forros devido ao excelente isolamento térmico obtido. A textura proporcionada pelas saliências da palha facilita a aderência de revestimentos sendo aconselhável, na maioria dos casos, uma proteção de superfície. Essa proteção é geralmente feita pela própria argila adicionando estabilizantes.



figura 02: USO DA TERRA- PALHA COMO PREENCHIMENTO EM SISTEMA DE COBERTURA
 Fonte: NEDERLAND, L. (1997) STRO LEEM, AMSTERDAM, 1997

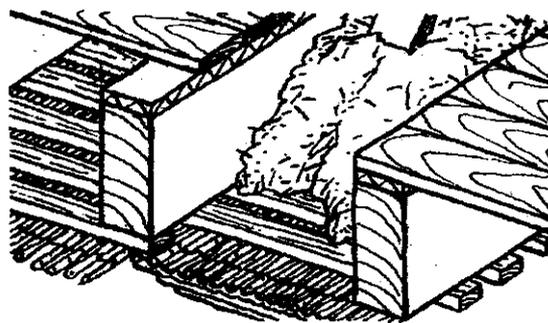


figura 03: ILUSTRAÇÃO DO PREENCHIMENTO DA COBERTURA COM TERRA- PALHA
 Fonte: NEDERLAND, L. (1997) STRO LEEM, AMSTERDAM, 1997

Grande parte do patrimônio construído em países como a Alemanha , Bélgica , Suíça, além da Escandinávia e da Europa Central, tem a terra- palha como um de seus principais componentes construtivos. A importância desse material está na simplicidade de seu processo construtivo e na utilização de materiais naturais renováveis, além de combinar baixa densidade, isolamento térmico e acústico e flexibilidade na aplicação, permitindo a pré- fabricação dos elementos da construção..

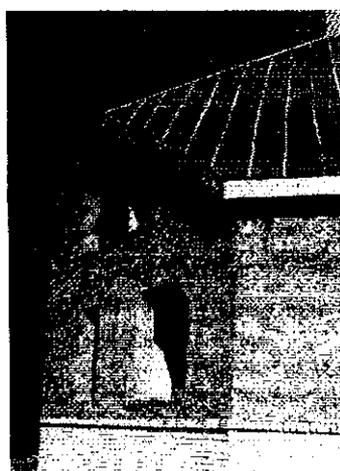


FIGURA 04: HABITAÇÃO EM TERRA- PALHA NA BÉLGICA
 FONTE: NEDERLAND, J. (1997) SRO LEEM, AMSTERDAM, 1997

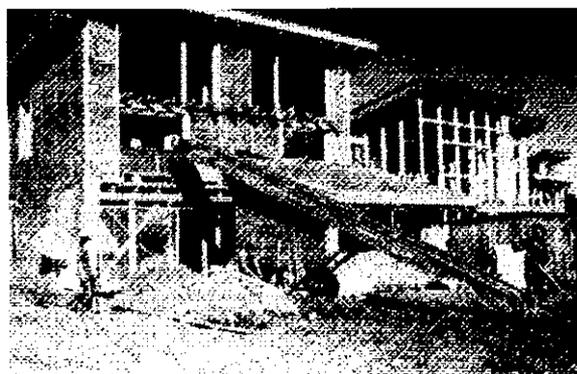


figura 05: PROCESSO DE PRODUÇÃO DE UMA HABITAÇÃO EM TERRA- PALHA, NA BÉLGICA.FONTE: NEDERLAND, (1997) STRO LEEM, AMSTERDAM, 1997

Segundo o 1º Colóquio Internacional sobre o uso da construção em terra nos países em via de desenvolvimento, organizado em Bruxelas , em dezembro'84, pela ONU, atualmente a humanidade confronta com um temível paradoxo: por um lado o reconhecimento da potencialidade da terra crua como uma alternativa realista e inevitável para fazer face à crise habitacional; Por outro lado, a carência , principalmente nos países de terceiro mundo, de estruturas preliminares de formação e qualificação de intervenientes, que possa garantir o controle do processo global de construção em terra crua.

Face à conjuntura da últimas décadas, de crise econômica e energética, aliadas ao despertar da consciência ecológica, além da contestação à ortodoxia do funcionalismo na arquitetura, a terra crua vem reafirmar o seu triunfo, através da ação de arquitetos, principalmente europeus, como o Grupo CRATerre, que vem fornecendo desde a década de 80, novas imagens para a arquitetura de terra crua.

3.2 SISTEMATIZAÇÃO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DA TERRA-PALHA UTILIZADO NO 002

Esta etapa da pesquisa visa o resgate e sistematização dos dados coletados em todas as fases de produção das duas técnicas de Terra- Palha utilizadas no sistema de vedação da Unidade Experimental 002: Bloco pré- fabricado e Monolítico.

3.2.1 DESCRIÇÃO GERAL DA TÉCNICA DA TERRA- PALHA (BLOCO E MONOLÍTICO)

No sentido de racionalizar a sua produção em função do local, da disponibilidade de mão- de- obra, de matéria- prima e das condições climática locais, a técnica de Terra- palha estudada na Unidade 002 fundamentou-se na utilização de madeira de reflorestamento do gênero pinus como painéis pré- fabricados e posteriormente vedados com uma mistura de fibras vegetais com barro, em forma de blocos (pré- fabricados) ou monolíticos (montados in loco).

BLOCOS- Sua dimensão é de 7,5 cm de espessura, 30 cm de altura e 45 cm de comprimento. São encaixados no painéis de pinus pré- fixados na estrutura principal das vigas e pilares. O revestimento é feito internamente com argamassa de terra e externamente com tábuas e mata- juntas. Apresentam maior facilidade de montagem, pois os componentes dessa técnica são pré- fabricados (blocos de terra- palha e ossatura de madeira) e fáceis de manusear: os blocos são pequenos e leves (quando secos).

MONOLÍTICO- É preenchido no local em painéis pré- fixados na estrutura principal das vigas e pilares. O revestimento, assim como nos blocos de terra- palha, é feito com argamassa de terra internamente e com

tábuas e mata- juntas externamente. Apresenta maior facilidade de produção em grande escala que os blocos de terra- palha.

3.2.2 CARACTERÍSTICAS DAS MATÉRIAS- PRIMAS

As matérias- primas da terra- palha – fibras vegetais e solo argiloso- possuem características que são imprescindíveis para o controle de qualidade do produto final. Para a escolha do material ideal a ser utilizado na produção da terra- palha da Unidade 002 foi feita a verificação das características dos diferentes materiais encontrados, quanto ao comportamento do material, a análise de desempenho e seu peso.

ARGILA: provinda da olaria de Rio Claro, foi, dentre os tipos de solos testados (ver Relatório Parcial FAPESP, julho' 97) o que apresentou melhor desempenho tanto no teste de viscosidade quanto no teste de granulometria. O teste de viscosidade consiste numa análise tátil e visual do solo na qual o que se espera como característica é a sua capacidade de adesão à palha, sendo que a consistência ideal é aquela que dê à terra- palha uma baixa densidade final, da ordem de 200 a 300 Kg/ m³. O teste de granulometria constatou a alta porcentagem de argila em relação aos outros componentes do solo: 55% argila; 35% silte; 10% areia fina; o que facilita a aderência das fibras entre si. Se a porcentagem de argila for <50% e houver excessividade de areia o solo torna-se pulverulento e fácil de se decompor.

FIBRA: A escolha das fibras levou em conta critérios de resistência, aderência entre a terra e a fibra e densidade final do bloco. A fibra utilizada foi a Coast- Cross, proveniente do Haras em Jaguaruúna- SP, por apresentar boas características: ausência de sementes, umidade e materiais orgânicos. Além disso, esse tipo de palha absorve pouca argila, originando assim um bloco mais leve. Como esse tipo de palha não aceita muito a compactação, pois incha imediatamente após o apiloamento, deve-se compactá-lo até uma altura menor que a desejada para o bloco final.

3.2.3 PROCESSO DE PRODUÇÃO- TERRA- PALHA

O processo de produção do sistema de vedação em terra- palha (bloco e monolítico) requer uma etapa de pré- fabricação da ossatura em madeira, seguida de uma etapa de preparação da mistura dos componentes da terra- palha: fibras e solo (previamente escolhidos), e uma etapa em canteiro que compreende a pré- fabricação dos blocos e montagem (ossatura, bloco e painel monolítico). Inseridas nessas etapas estão várias sub- etapas que visam a otimização dos procedimentos produtivo, organização dos materiais, canteiro e mão- de- obra, além do controle de qualidade final.

No quadro 01 estão apresentadas em forma de fluxo a sequência das etapas de produção do sistema de vedação em terra- palha da Unidade Experimental 002: Bloco pré- fabricado e painel monolítico.

Pode-se observar através do quadro 01 que as sub- etapas de Pré- fabricação da Ossatura em Madeira são idênticas para as duas técnicas em terra- palha. O mesmo ocorre nas sub- etapas de Preparação da Mistura. Já na Etapa de Canteiro quase todas as sub- etapas são diferentes para as duas técnicas.

A seguir estão descritas cada uma das etapas e sub- etapas.

BLOCO		MONOLÍTICO	
Pré- fabricação da ossatura em madeira			
Aquisição e seleção da madeira			
Destopo no comprimento			
Confecção da ossatura de madeira			
Tratamento Preservativo por pincelamento			
Preparação da Mistura			
Aquisição e seleção dos materiais (argila e palha)			
Preparação da essência (argila + água)			
Preparação da mistura (essência + palha)			
Descanso da mistura			
Canteiro			
Fixação da ossatura na estrutura principal			
Confecção da forma		Colocação da forma (fixa e móvel)na ossatura	
Pré- moldagem dos blocos de Terra- Palha		Preenchimento dos painéis com Terra- Palha	
Secagem		Retirada do outro lado da forma	
Seleção e acabamento		Secagem	
Assentamento dos blocos na ossatura		Preenchimento das frestas	
Fixação da tábu externamente			
Fixação da Mata- Junta externamente			
Aplicação da argamassa de revestimento interno			
Correção do Emboço			

QUADRO 01: Sequência das etapas de produção para Bloco Pré- Fabricado e Painel Monolítico de Terra- Palha

3.2.4. DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DE PRODUÇÃO

As ferramentas e os equipamentos utilizados em algumas das sub- etapas encontram- se em anexo em tabelas com os respectivos números da sub- etapa a que se refere.

1 PRÉ- FABRICAÇÃO DA OSSATURA EM MADEIRA (PAINÉIS PARA BLOCO E MONOLÍTICO)

- 1.1 AQUISIÇÃO E SELEÇÃO DA MADEIRA- A madeira utilizada para a fabricação dos painéis de terrapalha é adquirida e devidamente armazenada. A seguir passa por um processo de verificação, no qual não se pode aceitar a presença de nós soltos e bolsas de resina.
- 1.2 DESTOPO NO COMPRIMENTO- As peças selecionada são medidas com trena e lápis de carpinteiro, a seguir são destopadas com a serra circular nas medidas especificadas no projeto(caderno de componetes)
- 1.3 TRATAMENTO PRESERVATIVO - Todas as peças são tratadas com Fungicida/Inseticida Xilo- Tox, por pincelamento.
- 1.4 CONFECÇÃO DA OSSATURA DE MADEIRA- Feito e ajustado o gabarito com chapa de compensado e conector metálico, posiciona- se os montantes e as travessas no gabarito, fixando-os a seguir com pinador pneumático e conector metálico (chapa- prego) numa das faces. Retira- se a ossatura do gabarito e fixa- se conectores metálicos na outra face. Posteriormente são fixadas, com pinador pneumático, as baguetes. (Ver medidas dos painéis nas figura 06 e07)

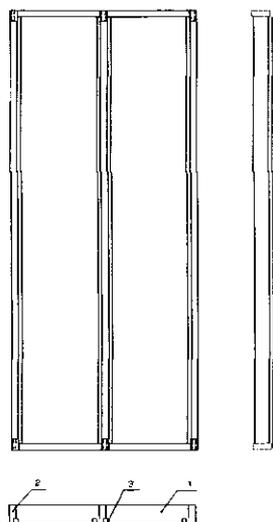


FIGURA 06: PAINEL DE TERRA- PALHA BLOCO

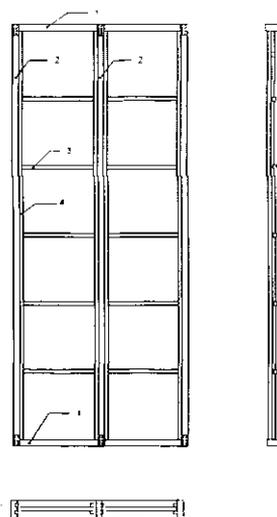


FIGURA 07: PAINEL DE TERRA- PALHA MONOLÍTICA

2 PREPARAÇÃO DA MISTURA (BLOCO E MONOLÍTICO)

2.1 AQUISIÇÃO, SELEÇÃO E PREPARO DOS MATERIAIS

Palha: Definido o local de armazenamento- seco, ventilado e próximo à área de utilização- os fardos/palha compactada passam por uma verificação da ausência de fungos, sementes e umidade. Além disso, deve ser feita uma verificação da qualidade dos fardos, rejeitando- se aqueles que contenham galhos velhos e muito extensos.

Solo: O solo adquirido passa pelo teste de granulometria , que consiste na adição de água ao solo em um becker, agitando —o até resultar numa mistura homogênea; após 2 horas de descanso verifica-se visualmente a proporção de areia, silte e argila (que deve ser >50%). Em seguida, o solo é armazenado em montes e cobertos com lona plástica para protegê- los contra umidade.

2.1.1 PREPARAÇÃO DA ESSÊNCIA: Consiste na dissolução da argila em água numa proporção de 1:1 (bloco) e 1:3 (monolítico) utilizando-se baldes de 60l, através de um equipamento adaptado para essa tarefa: uma furadeira associada a uma pá com duas hélices, denominado "mixer".

Homogeneizada a essência é peneirada e a seguir reservada por 24h.

No dia seguinte após o preparo da essência é realizado o teste de viscosidade, para se verificar a sua consistência: coleta-se em um becker 100ml de essência e espalha em uma superfície lisa e plana (vidro, acrílico ou fórmica para medir o seu diâmetro. O resultado foi de 13cm, considerado adequado para a produção dos blocos, uma vez que ele deve estar entre 12 e 15cm. Para a produção de painéis monolíticos a essência deve ser um pouco mais líquida que a essência dos blocos.

2.2 PREPARO DA MISTURA: A essência é colocada e transportada dos galões onde é peneirada em baldes de 12l. As fibras já reservadas são pesadas para serem adicionadas à essência na seguinte proporção:

PALHA	ESSÊNCIA
1KG	4L

A palha é adicionada à essência em porções que são mergulhadas nos baldes com as mãos (sem no entanto ficarem encharcadas) e a seguir colocadas na grama.

A mistura que é usada para o preenchimento dos painéis monolíticos deve ser preparada próxima ao local de construção, diminuindo o tempo de transporte e, conseqüentemente, impedindo que ela entre em compostagem.

2.3 DESCANSO DA MISTURA- Quando toda a palha já se encontra misturada à essência e sobre a grama, a mistura é coberta com lona e reservada por um tempo entre 8 e 12h. Esse tempo faz com que a água evapore e a palha absorva a argila.

O período de repouso da mistura varia conforme o tempo: quanto mais ensolarando menor deve ser o tempo de repouso para evitar o processo de compostagem da mistura.

3. CANTEIRO (MONOLÍTICO)

3.1 FIXAÇÃO DA OSSATURA NA ESTRUTURA PRINCIPAL- Os painéis pré- fabricados são transportados ao local onde são fixados à estrutura principal já pronta. Primeiramente se faz o alinhamento de construção, esticando-se uma linha de uma face externa do pilar à outra. Em seguida verifica-se o prumo. Feito isso, fixa-se os painéis, começando pelos das extremidades.

3.2 COLOCAÇÃO DAS FORMAS NA OSSATURA- Utilizando- se compensado naval de espessura 14mm foram confeccionadas as formas. Para fixá- las , parafusa- se no painel, do lado interno da Unidade, uma forma inteira medindo 1,00 x2,40m. Como o lado externo da Unidade é o que se preenche os painéis, deve- se deixá- los abertos, onde vão sendo fixadas, a partir da extremidade inferior do painel, formas menores, medindo 1,00 x 0,48m à medida que se coloca a mistura, sendo que a cada forma menor preenchida, coloca- se uma travessa horizontal para dar maior sustentação.

3.3 PREENCHIMENTO DOS PAINÉIS COM TERRA- PALHA- Com as mãos vai- se colocando aos poucos a mistura(essência + palha) dentro do painel, compactando firmemente com as mãos, de cima para baixo e as bordas para o centro. Quando o preenchimento atinge a altura da forma externa (40cm),

posiciona-se a travessa. Para o reinício do preenchimento, fixa-se a próxima chapa logo acima da anterior e assim sucessivamente, sendo que, a partir da terceira, pode-se retirar a primeira, mantendo-se esse intervalo. Ao atingir a extremidade superior do painel, usar chapa de compensado a cada 15cm e, ao faltar 10cm para a altura do painel, o vão é preenchido através da compactação horizontal, de fora para dentro. Retira-se todas as chapas de compensados duas horas após o preenchimento dos painéis, não se esquecendo de cobri-los com lona plástica para protegê-los das intempéries.

- 3.4 RETIRADA DO OUTRO LADO DA FORMA- Aproximadamente 24 horas após o preenchimento é retirado o outro lado da forma, para permitir a ventilação sobre o painel. Ao se retirar as formas verifica-se espaços vazios/sem preenchimento devido a diferença de força de compactação, sendo, portanto, preenchidos com a mesma mistura (terra+palha).
- 3.5 SECAGEM- Dependendo das condições do tempo, a secagem completa se dá em 3 ou 4 semanas. E, à medida em que vão secando, vão aparecendo frestas nos painéis, devido à retração.
- 3.6 PREENCHIMENTO DAS FRESTAS- Levantados os locais de aparecimento de frestas, parte-se para a preparação da mistura: peneira-se o solo para preparar a essência. Mistura-se então, a essência à palha. Com os dedos vai-se preenchendo as frestas na direção horizontal, sentido de fora para dentro. Caso a retração tenha sido muito grande, recorre-se ao uso das chapas de compensado.
- 3.7 FIXAÇÃO DA TÁBUA EXTERNAMENTE

As peças são medidas e marcadas para o destopo. Tratadas, em seguida, com fungicida/inseticida Xilo-Tox.

Fixar a primeira peça em três pontos usando pregos galvanizados 18 x 27, cuidando-se para manter o seu prumo (O ângulo de 45° deve ficar para cima). Fixa-se o restante das peças, também em três pontos, com o espaçamento de 8cm entre elas (espaçamento feito com galga de madeira l=8cm).

Pregar o restante das peças, resultando em um prego sobre cada sarrafo de fixação (~7 pregos por peça) fixados no eixo central da peça.

Verificar nível superior e inferior da fileira e, para manter o paralelismo entre as peças usa-se a galga durante a fixação em toda a extensão.

3.9 APLICAÇÃO DA ARGAMASSA DE REVESTIMENTO INTERNO- (Após a secagem completa dos painéis)

É preparada uma massa de areia + água + cal e resevada por 16 a 20horas antes de usar. Após esse tempo, solo peneirado é misturado à massa formando uma mistura que é transportada para o local, onde deve ser forrado o piso com lona plástica e pregados sarrafos nas extremidades laterais das paredes (guia). A argamassa é aplicada na parede com colher de pedreiro. Com a régua metálica apoiada nas guias laterais, procura-se manter uma espessura uniforme do emboço. Este é molhado de vez em quando com burrifador e alisado com o uso de desempenadeira. A cada painel emboçado, cobre-se com estopa encharcada a sua superfície.

3.10 CORREÇÃO DO EMBOÇO- (Após a secagem completa do emboço) É preparada a massa de areia +água + cal e reservada por 16 a 20hs antes de usar. Após esse tempo é misturado solo à massa para ser aplicado nas paredes, previamente umedecidas com burrifador, com desempenadeira de aço. A massa é espalhada e alisada resultando numa espessura fina~1,5mm. Com o burrifador, vai-se umedecendo as paredes e passando desempenadeira de esponja. A cada painel corrigido,

Deve-se montar 2 bancadas de trabalho no local, uma para tratamento das tábuas e outra para o destopo com esquadrejadeira. Os sarrafos de fixação devem estar pregados horizontalmente, com espaçamento de 40cm, em toda a área externa que irá receber tábuas.

A madeira deve estar disponível no local, usinada com a seção estabelecida e comprimento aproximado ou superior a 260cm, para serem selecionadas as tábuas.

Esticar linha de construção na extremidade inferior da estrutura, de modo que cubra a soleira, para delimitar nível inferior. Logo após, esticar linha de construção na altura da alma da viga delimitando nível superior.

Para garantir os níveis usa-se a mangueira.

As peças são medidas e marcadas para o destopo e tratadas com fungicida/inseticida Xilo-Tox.

Fixa-se então, a primeira peça em três pontos usando pregos galvanizados 18 x 27, tomando-se o cuidado para manter o prumo. O restante das tábuas, também é fixado em três pontos, com o espaçamento de 1cm entre elas (espaçamento feito com galga de madeira $e=1\text{cm}$). O ângulo de 45° deve ficar para cima.

Pregar o restante das tábuas, resultando em um prego sobre cada sarrafo de fixação (~7 pregos por tábua), pregados alternadamente, direita-esquerda.

Verifica-se nível superior e inferior da fileira e, para manter o paralelismo entre as peças, usa-se a galga durante a fixação de toda a extensão das tábuas. Destas, as que farão interface com esquadrias ou qualquer outro elemento devem ser usinados com a largura exata. Para isto usa-se a serra tico-tico e plaina.

3.8 FIXAÇÃO DA MATA- JUNTA EXTERNAMENTE

Com as tábuas já colocadas, monta-se 2 bancadas de trabalho no local, uma para tratamento das tábuas e outra para o destopo com esquadrejadeira.

A madeira já disponível no local, é usinada com a seção estabelecida e comprimento aproximado ou superior a 260cm sendo então selecionada. (A delimitação do nível superior e inferior é dada pelas tábuas já fixadas).

pendura- se estopa molhada sobre sua superfície, para evitar a rápida secagem e, consequentemente, o aparecimento de trincas.

3 CANTEIRO (BLOCO)

3.1 FIXAÇÃO DA OSSATURA NA ESTRUTURA PRINCIPAL- Os painéis pré- fabricados são transportados ao local onde são fixados à estrutura principal já pronta. Primeiramente se faz o alinhamento de construção, esticando-se uma linha de uma face externa do pilar à outra. Em seguida verifica-se o prumo. Feito isso, fixa-se os painéis, começando pelos das extremidades.

3.2 CONFECÇÃO DAS FORMAS- Foram confeccionadas 3 formas, utilizando- se compensado naval de espessura 14 mm e travas metálicas para possibilitar a desmontagem das mesmas. O uso da parafusadeira garantiu agilidade e economia de mão- de- obra na montagem das formas. Foram montadas próximo ao local de armazenamento da mistura

3.3 PRÉ- MOLDAGEM DOS BLOCOS DE TERRA- PALHA- Após o tempo de repouso, a mistura está pronta para ser moldada nas formas pré- confeccionadas, que são primeiramente “untadas” com argila líquida para facilitar a desforma dos blocos. Em seguida, a mistura(argila + palha) é colocada aos poucos dentro da forma e, usando- se um soquete, é compactada principalmente nos cantos. Quando atinge a altura desejada, sendo que para esse tipo de palha (coast cross) a altura da compactação deve ser menor que a altura desejada para o bloco, uma vez que a palha se dilata logo após a compactação, o bloco fica em repouso por alguns minutos. Após esse tempo a forma é desmontada cuidadosa mente, retirando- se as partes laterais e conservando- se a base para facilitar o transporte até o local de armazenamento e secagem, já que o bloco nesse estado não atingiu a sua resistência

Após a desforma os blocos pesaram aproximadamente 10 kg e, sendo as dimensões- 0,10x0,30x0,45m- a densidade calculada foi de 700 kg/m³ nesse momento.

3.4 SECAGEM- Os blocos devem ser armazenados na mesma posição em que foram moldados, retirando-se as bases quando são apoiados em estrados de madeira e escorados em tábuas de madeira até os blocos atingirem sustentabilidade. Os estrados em que os blocos são apoiados para secagem devem estar a uma distância do solo e permitindo uma distância de 15cm entre os blocos O local de armazenamento é bem ventilado e não permite a exposição direta dos blocos ao sol.

3.5 SELEÇÃO E ACABAMENTO- Após a secagem completa, os blocos são facilmente transportados para o local de assentamento, pois estão leves e resistentes. Eles passam então por um processo de seleção, já que a diferença de compactação na forma resulta em blocos de tamanhos diferentes.

3.6 ASSENTAMENTO DOS BLOCOS NA OSSATURA- Com os blocos pré- fabricados já disponíveis no local e a ossatura já fixada é feita uma argamassa de assentamento, utilizando- se solo e água, para aderir os blocos entre si. Transporta- se a argamassa até o local para em seguida ir aplicando na extremidade inferior do painel, nas laterais e na face superior do bloco, com espessura de 1,5cm. Começando pelo canto inferior do painel, os blocos são assentados formando fileiras. A cada fileira assentada é pregado um sarrafo provisório do lado externo para garantir o alinhamento e o travamento. Utilizando-se a mesma argamassa são preenchidas as frestas dos blocos, à medida que estes vão sendo assentados. Na última fileira os blocos são cortados para serem encaixados no vão restante deixando- se um espaço (1,5cm) para a última camada de argamassa.

3.7 FIXAÇÃO DAS TÁBUAS EXTERNAMENTE

As tábuas e Mata- Juntas do pavimento térreo e pingadeira metálica intermediária já devem estar fixadas. Deve-se montar então, 2 bancadas de trabalho no local, uma para tratamento das tábuas e outra para o destopo com esquadrejadeira. Os sarrafos de fixação devem estar pregados horizontalmente, com espaçamento de 40cm, em toda a área externa que irá receber tábuas.

A madeira deve estar disponível no local, usinada com a seção estabelecida e comprimento aproximado ou superior a 260cm, para serem selecionadas as tábuas.

Esticar linha de construção na extremidade inferior da estrutura, de modo que cubra a soleira, para delimitar nível inferior. Logo após, esticar linha de construção na altura da alma da viga delimitando nível superior. Para garantir os níveis usa-se a mangueira.

As peças são medidas e marcadas para o destopo e tratadas com fungicida/inseticida Xilo-Tox.

Fixa-se então, a primeira peça em três pontos usando pregos galvanizados 18 x 27, tomando-se o cuidado para manter o prumo. O restante das tábuas, também é fixado em três pontos, com o espaçamento de 1cm entre elas (espaçamento feito com galga de madeira $e=1\text{cm}$). O ângulo de 45° deve ficar para cima.

Pregar o restante das tábuas, resultando em um prego sobre cada sarrafo de fixação (~7 pregos por tábua), pregados alternadamente, direita-esquerda.

Verifica-se nível superior e inferior da fileira e, para manter o paralelismo entre as peças, usa-se a galga durante a fixação de toda a extensão das tábuas. Destas, as que farão interface com esquadrias ou qualquer outro elemento devem ser usinadas com a largura exata. Para isto usa-se a serra tico-tico e plaina.

3.8 FIXAÇÃO DA MATA- JUNTA EXTERNAMENTE

Com as tábuas já colocadas, monta-se 2 bancadas de trabalho no local, uma para tratamento das tábuas e outra para o destopo com esquadrejadeira.

A madeira já disponível no local, é usinada com a seção estabelecida e comprimento aproximado ou superior a 260cm sendo então selecionada. (A delimitação do nível superior e inferior é dada pelas tábuas já fixadas).

As peças são medidas e marcadas para o destopo. Tratadas, em seguida, com fungicida/inseticida Xilo-Tox.

Fixar a primeira peça em três pontos usando pregos galvanizados 18 x 27, cuidando-se para manter o seu prumo (O ângulo de 45° deve ficar para cima). Fixa-se o restante das peças, também em três pontos, com o espaçamento de 8cm entre elas (espaçamento feito com galga de madeira l=8cm).

Pregar o restante das peças, resultando em um prego sobre cada sarrafo de fixação (~7 pregos por peça) fixados no eixo central da peça.

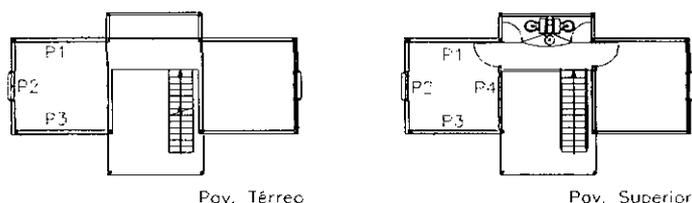
Verificar nível superior e inferior da fileira e, para manter o paralelismo entre as peças usa-se a galga durante a fixação em toda a extensão.

3.9 APLICAÇÃO DE ARGAMASSA DE REVESTIMENTO INTERNO- (Após um mês de assentamento dos blocos) Ver item 3.9 (CANTEIRO- MONOLÍTICO)

3.10 CORREÇÃO DO EMBOÇO- Ver item 3.10 (CANTEIRO- MONOLÍTICO)

3.3 AVALIAÇÃO PÓS CONSTRUÇÃO DA UNIDADE 002

A avaliação pós- construção consiste na identificação dos defeitos presentes na edificação construída (002), procurando levantar os defeitos mais comuns no sistema de vedação proposto em terra- palha (bloco pré- fabricado e monolítico).A área avaliada é o bloco sul / pisos inferior e superior, da Unidade Experimental 002.(ver 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 que, mesmo sendo pré- elaboradas à avaliação da edificação, vieram a ser reformuladas, uma vez que, definir uma planilha única para todo o levantamento de defeitos dependeria dos resultados da observação.

As etapas desenvolvidas para a avaliação pós- construção foram:

1. Levantar os principais defeitos resultantes após a construção.
2. Elaboração de um método de coleta de dados dos principais defeitos ocorrentes no produto acabado: as paredes do sistema de vedação em terra- palha da Unidade Experimental 002.
3. Sistematização em Planilhas de Inspeção Pós- Construção os defeitos detectados na observação pós- construção, quantificando-os e qualificando- os.
4. Sugestão de possíveis causas para os problemas identificados, com vistas a propor soluções alternativas para os mesmos, no sentido de evitá-los.

3.3.1 ELABORAÇÃO DA PLANILHA DE INSPEÇÃO PÓS- CONSTRUÇÃO

Para se chegar ao resultado da elaboração da planilha final , foram trilhadas algumas etapas importantes:

A partir da leitura de relatórios referentes a avaliação de edificações construídas (principalmente o Relatório do “ *PROJETO MORAR CONSCIENTIZAR*” e a dissertação de mestrado “*DURABILIDADE DE CONSTRUÇÕES EM MADEIRA: uma questão de projeto*”) e catálogos de inspeção de madeira do gênero *pinus*, foram levantadas algumas patologias mais freqüentes nas construções em madeira e terra- crua e, posteriormente, elaborado um esboço de planilha, “planilha teste”, na qual se coletou os primeiros dados da edificação pós construída (ver a 1ª versão da planilha na figura 09).

Estes dados foram anotados, com a descrição de cada defeito e suas dimensões, juntamente com um esboço de cada parede em questão, localizando o defeito na mesma.

Foi feito o levantamento das paredes internas e, posteriormente, das paredes externas, sendo a análise visual e pelo tato. As ferramentas utilizadas foram fita crepe e trena..

A partir da coleta dos dados na planilha teste, foi observada a necessidade de ajuste da planilha teste, assim resultando na Planilha definitiva.

Considerou-se necessário uma coluna com a presença das plantas dos pavimentos térreo e superior da Unidade 002, com o uso de cores para diferenciar os dois pavimentos analisados além de números e letras para distinção das respectivas paredes; outra coluna contendo a identificação e desenho das paredes para indicar os defeitos e os remeter a uma outra coluna com a descrição sucinta do mesmo (dimensões e tipo de interface em que se encontra); finalmente uma coluna com uma listagem das possíveis causas.

Conseqüentemente, 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 em anexo no item seguinte.

3.3.2 RESULTADO E ANÁLISE DA PÓS- CONSTRUÇÃO

Os defeitos mais frequentes estão apresentados nas seguintes 5 Planilhas de Inspeção Pós- Construção (PIPC):

- FISSURAS no reboco- PIPC/ folha 1
- DESPRENDIMENTO DO REBOCO –PIPC/ folha 2
- MANCHAS DE UMIDADE no reboco- PIPC/ folha 3
- RACHADURAS DE TOPO no revestimento externo- PIPC/ folha 4
- RACHADURAS DE SUPERFÍCIE no revestimento externo- PIPC/ folha 5

Conforme pode-se observar, há uma planilha para cada um dos defeitos listados.

PIPC/folha 1-Fissuras

Nessa planilha está sendo analisada a presença de fissuras em algumas das paredes em terra- palha, indicando a localização e uma breve descrição de cada uma delas. As causas gerais listadas como possíveis referem-se sempre às formas de fabricação do reboco (composição) e às formas de aplicação (controle do alisamento).

Com relação à composição do reboco, este não deve ser muito argiloso, pois ao secar contrai-se muito, arriscando-se a fendas, originando a fissuração ou retração. Por outro lado, se a terra é arenosa, se tem pouca argila, não sendo suficientemente plástica, ela não consegue permanecer junta, uma vez que é a argila que estabelece a coesão. Para corrigir isso, pode ser adicionado ao reboco fibras vegetais, como o feno,

aumentando a resistência à tração. O uso de estabilizantes no reboco ,como a cal que é comumente utilizada, não impede a retração da argila.

PIPC/ folha 2- Desprendimento do Reboco

Nessa planilha estão listados os pontos onde se verifica o desprendimento do reboco, mais suscetível nas interfaces painel /painel, painel/ esquadria e painel/ pilar, locais onde o reboco não se compatibiliza com a madeira e desprende-se. Entre outras causas, este “descolamento” pode estar ocorrendo em virtude de infiltrações, principalmente no revestimento externo, e da falta de um eficiente dispositivo de aderência entre painel e reboco

Com relação à infiltração de água da chuva, que pode estar ocorrendo pelo revestimento externo (tábuas mata- juntas) convém dizer que as junções do tipo mata- junta são bastante insatisfatórias no quesito estanqueidade, o mesmo não acontecendo com as junções do tipo macho e fêmea. Segundo Brant (1990), para construções que se utilizam de um sistema de junção ineficiente, como é o caso do sistema mata- junta, o cumprimento dos requisitos básicos de uma edificação como durabilidade e controle da penetração direta da água da chuva e fluxo de ar é prejudicado. Um ponto crítico dessa infiltração pode ser a linha de perfuração dos pregos utilizados na fixação das peças.

Outro meio de entrada de água da chuva podem ser as frestas decorrentes da falta de um dispositivo de ligação entre as interfaces dos painéis com os diferentes subsistemas. Embora essa causa possa ser sugerida ela não pode ser afirmada uma vez que, nas interfaces painel /pilar e painel/ viga foram utilizadas tábuas e baguetes na fase de acabamento da construção, escondendo portanto as possíveis frestas.

Ainda com relação à infiltração de água da chuva, devem ser previstas o uso de pingadeiras nas faces inferior e superior de todas as aberturas das paredes exteriores, até mesmo nas esquadrias.

Quanto ao dispositivo de aderência entre reboco e madeira, a “tela de galinheiro” utilizada nos painéis de terra- palha da Unidade 002 não se mostrou totalmente eficiente, já que os locais onde mais surgiram fissuras e desprendimento do reboco foram justamente onde ela foi usada para impedir esses defeitos. Para impedir esses problemas, já está sendo utilizado na Bélgica um dispositivo muito eficiente de aderência do reboco à toda a parede de terra- palha: uma tela aparentemente plástica composta por um emaranhado de fios de nylon muito finos embora muito resistente. Ela é aplicada da seguinte forma:

1. Primeiro é preparada uma essência à base de argila e água, bastante líquida;
2. Aplica-se a essência na terra palha e imediatamente é fixada a tela de aderência com as próprias mãos, pois ela gruda facilmente.
3. Sobre a tela já fixada é aplicado o emboço (solo + água + cal), cuja espessura varia de 1 a 2cm, corrigindo a terra- palha
4. Sobre a primeira camada de revestimento é aplicado o reboco, cuja composição deve conter uma maior quantidade de cal que o emboço
5. Uma camada de acabamento bem fina (cerca de 4mm) é aplicada sobre o reboco , preparada à base de argila, água e palha picada.

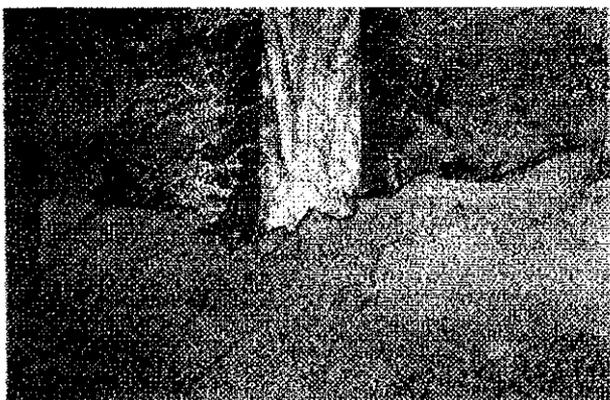


Figura X: detalhe da tela utilizada no 002 para aderir o reboco à madeira

Obs.: Estes dados apresentados sobre o dispositivo de aderência do reboco utilizado na Bélgica advém de uma consulta ao integrante do Ghab, Maurício P. de Arruda, que realizou estágio na Empresa Bouwen Met

Aarde- Empresa Construtora de Edificações em Madeira e Terra, na Bélgica, no período de 15/09/98 a 15/11/98.

PIPC/folha 3- Manchas de Umidade

Examinando-se esta planilha, constata-se que as **manchas de umidade** são pouco incidentes, aparecendo somente em duas paredes do pavimento térreo. Detectar uma possível causa para esse defeito partiu de uma minuciosa observação do revestimento externo (pav. Térreo) no qual se constatou que em virtude da pouca distancia entre o topo das tábuas mata- juntas e o solo, a água da chuva poderia estar sendo absorvida, através da capilaridade, pela madeira e, conseqüentemente, infiltrando-se na parede

Para evitar a entrada de água nesses locais deve-se providenciar condições para o escoamento da água pluvial e a drenagem ao longo das paredes exteriores, protegendo as paredes e evitando respingos em sua face exterior.

PIPC/ folha 4- Rachaduras de Superfície

Essa planilha refere-se a um defeito muito comum em madeira, **rachadura de superfície**, sendo verificada nas paredes externas revestidas em tábuas e mata- juntas. Isso ocorre, principalmente nas tábuas de baixo, possivelmente devido à a fixação dos pregos em locais variados ao longo do comprimento das tábuas, provocando-lhe rachaduras quando elas se retraem. Além disso, há falta de espaço e impossibilidade de movimento de retração das tábuas, uma vez que as mata- juntas são fixadas nas tábuas que são fixadas nos montantes internos.

Uma forma de evitar esse problema acima pode ser a fixação dos pregos segundo uma linha vertical, deixando um espaço de cerca de 40 cm entre os pregos. Além disso deve- se pensar num espaço maior entre as tábuas de baixo e a fixação das mata- juntas diretamente nos montantes, dando liberdade àqueelas para a retração.

Para reduzir a tendência à expansividade da madeira e prevenir as comuns degradações da madeira em situações de exposição ao intemperismo, os tratamentos preservativos são essenciais juntamente com as pinturas. FEIST (1994) apresenta dados de ensaios efetuados com diferentes produtos para acabamento concluindo ser o látex acrílico aquele que apresenta melhores desempenhos na proteção da madeira.

PIPC/ folha 5- Rachadura de Topo

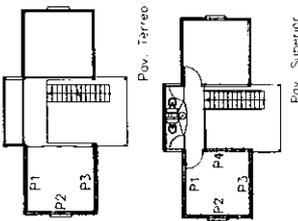
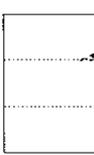
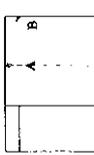
Segundo essa planilha as rachaduras de topo identificadas nas paredes externas se devem à forma como os pregos de fixação das tábuas e mata- juntas foram fixados e ao diâmetro dos pregos incompatível com a fragilidade da madeira. O uso da parafusadeira não se mostrou viável devido ao impacto causado na madeira . A fixação de pregos de diâmetro menor e o uso de martelo é mais conveniente para a madeira de pinus.

PIPC- Planilha de Inspeção de Pós-Construção		SÉRIE 07	
PROJETO FAPESP		FOLHA	
Unidade Experimental 002		Modelo "Planilha- Teste"	
<p>Habitação Social, Concepção Arquitetônica e Produção de componentes em Madeira de Reflorestamento e Terra Crua</p> <p style="text-align: center;">Ghab Pesquisa em Habitação USP/UFSCar</p>			
SUBSISTEMA: VEDAÇÃO EM TERRA- PALHA	PESQUISADORES: Elisânia M. Alves	DATA: 21/10/98	OBSERVAÇÃO: Verificação feita antes do ensaio de tração de estrutura

ITEM DE VERIFICAÇÃO		FISSURAS	EQUIPAMENTO UTILIZADO	Trena, Fita crepe(marcação), análise visual
ÁREA DE VERIFICAÇÃO	DESCRIÇÃO	LOCALIZAÇÃO	POSSÍVEIS CAUSAS	
PAREDE 1 / i / sup.	espessura: < 1 mm comprimento: 10 cm		Entrada de água da chuva no lado externo pelas juntas secas.	
PAREDE 2 / i / sup.	Espessura : < 1mm Comprimento: 14cm		Falta de um eficiente dispositivo de aderência entre o reboco e o montante	
PAREDE 3 / i / sup .	A- espessura: < 1 mm B- comprimento: 6 cm espessura: < 1 mm comprimento: 8 cm C- espessura: < 1 mm comprimento: 6 cm		Desprendimento do reboco na interface do painel devido a infiltração.	
PAREDES 1,2,3/i/ inf	Não foram detectadas fissuras em nenhuma dessas três paredes.			

"figura 09: Modelo da 1ª Versão da planilha ("Planilha Teste")

PIP- Planilha de Inspeção de Pós Construção		SÉRIE 07	
PROJETO FAPESP <i>Unidade Experimental 002</i> Habitación Social, Concepción Arquitectónica e Produção de componentes em Madeira de Reflorestamento e Terra Crua		FOLHA 01	
GHab Pesquisas em Habitação USP/UFSCar		OBSERVAÇÃO: Verificação feita antes do ensaio de tração de estrutura	
SUBSISTEMA: VEDAÇÃO TERRA-PALHA		PESQUISADORES: ELISÂNIA	DATA: 21/10

ITEM DE VERIFICAÇÃO	LOCALIZAÇÃO	DESCRIÇÃO	POSSÍVEIS CAUSAS
FISSURAS  <p>P1 - parede 1 P2 - parede 2 P3 - parede 3 P4 - parede 4 inf - pav. Térreo Sup - pav. Superior I - interior E - exterior</p>	<p>P1//I sup</p>  <p>P2//I sup</p>  <p>P3//I sup</p>  <p>P4//I sup</p> <p>P1//I/inf P2//I/inf P3//I/inf</p>	<p>e < 1mm / comp. 10 cm</p> <p>A) e < 1mm / comp. 14 cm B) e < 1mm / comp. 14 cm</p> <p>A) e < 1mm / comp. 5cm B) e < 1mm / comp. 8cm C) e < 1mm / comp. 6cm</p> <p>A) e < 1mm / comp. 14 cm B) 1mm < e < 2 mm / comp. 9cm</p> <p>Não foram detectadas fissuras em nenhuma das três paredes</p>	<p>entrada de água da chuva pelas juntas secas no lado externo</p> <p>falta de um eficiente dispositivo de aderência entre o reboco e o montante</p> <p>composição do reboco à base de muita argila e cal, causando retração.</p>

PIPC- Planilha de Inspeção de Pós-Construção

PROJETO FAPESP

Unidade Experimental 002

Habitación Social, Concepción Arquitectónica e Produção de componentes em Madeira de Reflorestamento e Terra Crua

SUBSISTEMA: VEDAÇÃO TERRA-

PALHA

Ghob
Pesquisa em Habitação
USP/UFSCar

FOLHA

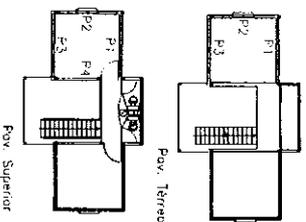
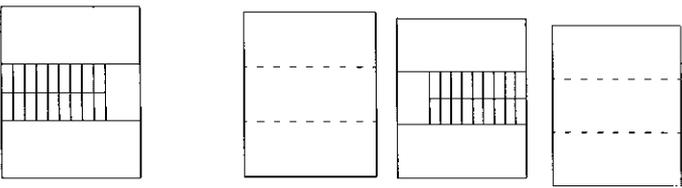
02

SÉRIE 07

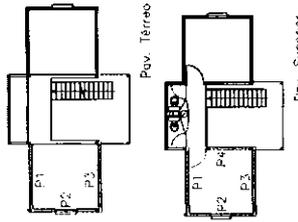
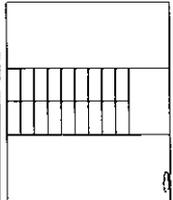
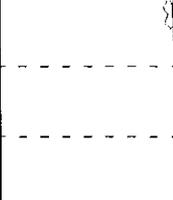
PESQUISADORES: ELISÂNIA

DATA: 21/10

OBSERVAÇÃO:
Verificação feita antes do ensaio de tração de estrutura

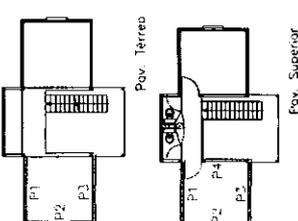
ITEM DE VERIFICAÇÃO	LOCALIZAÇÃO	DESCRIÇÃO	POSSÍVEIS CAUSAS
<p>DESPRENDIMENTO DO REBOCO</p>  <p>P1 - parede 1 P2 - parede 2 P3 - parede 3 inf - pav. Terreo Sup - pav. Superior I- interior E- exterior</p>	 <p>P1//inf P2//inf P3//inf P1//sup P3//sup P2//sup</p>	<p>o reboco está se desprendendo próximo ao pilar e à parte superior do montante do painel de vedação</p> <p>o reboco está se desprendendo próximo à esquadria, ao longo de toda a sua extensão.</p> <p>o reboco está se desprendendo próximo ao pilar.</p> <p>não foram identificados defeitos de reboco nessas paredes</p> <p>o reboco não está nivelado (abaulamento)</p>	<p>Infiltração de água em decorrência da não eficiência da pingadeira e por frestas da cobertura.</p> <p>falta de um dispositivo de compatibilização entre madeira e reboco.</p> <p>incompatibilização na interface esquadria /painel monolítico de terra-palha, levando à infiltração de água.</p> <p>infiltração de água pela cobertura ou por rachaduras na mata- juntas externa</p> <p>falta de controle durante a execução do revestimento.</p>

PIP- Planilha de Inspeção de Pós-Construção		SÉRIE 07	
PROJETO FAPESP		FOLHA	
Unidade Experimental 002		03	
Ghab Pesquisa em Habitação USP/UFSCar			
Habitação Social, Concepção Arquitetônica e Produção de componentes em Madeira de Reforço e Terra Crua		OBSERVAÇÃO: Verificação feita antes do ensaio de tração de estrutura	
PESQUISADORES: ELISÂNIA		DATA: 21/10	
SUBSISTEMA: VEDAÇÃO TERRA-PALHA			

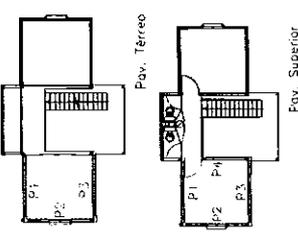
ITEM DE VERIFICAÇÃO	LOCALIZAÇÃO	DESCRIÇÃO	POSSÍVEIS CAUSAS	
MANCHAS  <p>P1- parede 1 P2- parede 2 P3- parede 3 inf - pav. Térreo Sup - pav. Superior I- interior E- exterior</p>	 <p>P2//inf</p>	<p>mancha de umidade</p>	<p>Entrada de água na parte inferior do painel em virtude da pouca distância entre mata-junta e o solo, variando de 1 a 6 cm</p> <p>Entrada de água por frestas pela esquadria</p>	
	 <p>P3//inf</p>	<p>mancha de umidade</p>	<p>não foram identificadas manchas nessas paredes</p>	
	<p>Paredes internas/ superiores Paredes externas/ superiores e inferiores</p>			

Obs. Os equipamentos utilizados foram trena e fita crepe. A análise foi visual e pelo tato.

PIP- Planilha de Inspeção de Pós-Construção		SÉRIE 07	
PROJETO FAPESP <i>Unidade Experimental 002</i> Habitación Social, Concepción Arquitectónica e Produção de componentes em Madeira de Reflorestamento e Terra Crua		GHab Pesquisa em Habitação USP/UFSCar	
SUBSISTEMA: VEDAÇÃO TERRA-PALHA		PESQUISADORES: ELISÂNIA	DATA: 21/10
		OBSERVAÇÃO: Verificação feita antes do ensaio de tração de estrutura	

ITEM DE VERIFICAÇÃO	LOCALIZAÇÃO	DESCRIÇÃO	POSSÍVEIS CAUSAS
RACHADURAS DE SUPERFÍCIE  <p>P1 - parede 1 P2 - parede 2 P3 - parede 3 P4 - parede 4 inf - pav. Térreo Sup - pav. Superior I - interior E - exterior</p>	<p>paredes externas / inferiores</p> <p>Em diversos pontos das três paredes P1/E/inf P2/E/inf P3/E/inf</p> <p>P2/E/inf</p> <p>Paredes externas / superiores</p> <p>Em diversos pontos das quatro paredes P1/E/sup P2/E/sup P3/E/sup P4/E/sup</p> <p>P3/E/sup</p>	<p>Foram identificadas pequenas rachaduras, cujo comprimento varia entre 2 e 5cm</p> <p>Além de pequenas rachaduras, foi identificada uma rachadura de comprimento = 15 cm</p> <p>Foram identificadas pequenas rachaduras (2cm < comp. < 5cm)</p> <p>Além das anteriores, foi detectada uma rachadura de comp. = 150 cm / e < 1mm</p>	<p>Fixação dos pregos em locais diferentes ao longo do comprimento da mata-junta, causando rachaduras na tábuas de baixo quando esta sofre retração</p> <p>Rachadura pré existente à fixação das peças e a consequente falta de escolha das mesmas.</p>

PIP- Planilha de Inspeção de Pós-Construção		SÉRIE 07	
PROJETO FAPESP		FOLHA	
Unidade Experimental 002 Habitação Social, Concepção Arquitetônica e Produção de componentes em Madeira de Reforço e Terra Crua		Ghab Pesquisa em Habitação USP/USCAR	
SUBSISTEMA: VEDAÇÃO TERRA- PALHA		PESQUISADORES: ELISÂNIA DATA: 21/10	
		OBSERVAÇÃO: Verificação feita antes do ensaio de tração de estrutura	

ITEM DE VERIFICAÇÃO	LOCALIZAÇÃO	DESCRIÇÃO	POSSÍVEIS CAUSAS
RACHADURAS DE TOPO  <p>P1 - parede 1 P2 - parede 2 P3 - parede 3 P4 - parede 4 inf - pav. Térreo Sup - pav. Superior I - interior E - exterior</p>	Paredes externas/ superiores e inferiores P1/E/Inf P2/E/Inf P3/E/Inf P1/E/Sup P2/E/Sup P3/E/Sup Em vários pontos das paredes, nos locais de fixação dos pregos.	foram identificadas pequenas rachaduras- 3 < comp < 5 / e < 1mm	Impacto causado na madeira de pinus pelo uso da parafusadeira para a fixação dos pregos, provocando - the rachaduras Diâmetro dos pregos incompatível com a resistência da madeira. OBS: Nos locais onde não se usou a parafusadeira e se fixou pregos de diâmetro menor, a incidência de rachaduras foi bem menor

3.4 LEVANTAMENTO DOS INDICADORES DE CUSTO DA UNIDADE 002

A obtenção dos indicadores de custo se deu pela análise dos dados coletados durante o acompanhamento da execução do sistema de vedação em Terra-Palha, através de planilhas de Quantificação de Materiais e Serviços. Os valores dos preços referem-se às notas fiscais de compra dos materiais no período da construção da Unidade 002. Os equipamentos e ferramentas não foram levados em consideração nestes índices de custo da Terra- Palha, uma vez que eles são quantificados nas planilhas de custos do edifício geral e seus valores serão obtidos considerando a relação entre sua vida útil e a depreciação devido ao uso na Unidade 002

O produto desta etapa consiste em sete planilhas para cada uma das técnicas (Bloco e Monolítico), sendo que as cinco primeiras tratam-se, cada uma, de uma etapa principal, como segue:

Para os Painéis de Terra-Palha em Blocos Pré-Fabricados foram enumeradas as seguintes etapas:

1. Execução da ossatura do painel
2. Pré- fabricação dos blocos de terra- palha
3. Montagem do sistema em canteiro
4. Revestimento interno- argamassa de solo
5. Revestimento externo- tábuas e mata- juntas

Para os Painéis de Terra- Palha Monolítica, as etapas enumeradas foram as seguintes:

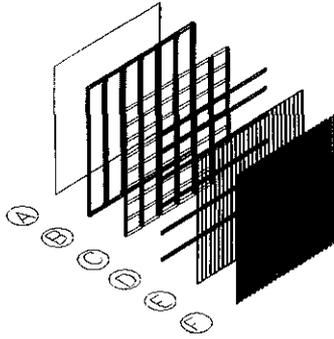
1. Execução da ossatura do painel
2. Preparação da mistura de Terra-Palha Monolítica
3. Montagem do Sistema no Canteiro
4. Revestimento Interno- argamassa de solo
5. Revestimento externo- tábuas e mata- juntas

Em cada planilha referente e estas etapas acima estão os valores de custo separados entre Materiais e Mão-de-Obra, para cada uma das suas sub etapas. Esses valores relativos a cada sub-etapa e que são somados no final de cada etapa/planilha indicam sempre o custo por painel.

O custo médio total de cada painel foi de R\$ 99,41 (Monolítico) e R\$ 109,92 (Bloco Pré- Fabricado)

A obtenção desses índices pode ser analisada nas Planilhas de levantamento de custos, que se encontram a seguir nesse relatório

PAINEIS TERRA PALHA - BLOCOS - (239.7x99.7)



- A. Revestimento Interno - argamassa de revestimento - (item 4)
- B. Ossatura do painel - (item 1)
- C. Blocos de terra palha - (item 2)
- D. Sarrafos de fixação - (item 5)
- E. Revestimento Externo - Tábua - (item 5)
- F. Revestimento Externo - Mata-junta - (item 5)

1. Execução da ossatura do painel

atividade	material	mão-de-obra	quantidade	valor unitário	unidade	valor total	sub-total
Destopo	MF1 Montante (2,4x10x235,7) TR1 Travessa (2,4x10x99,7) BA Baguete (2,2x2x232,7)		0,0170 m3	R\$ 140,00	1 m3	R\$ 2,38	
			0,0048 m3	R\$ 140,00	1 m3	R\$ 0,67	
			0,0041 m3	R\$ 140,00	1 m3	R\$ 0,57	R\$ 3,62
		MDO - carpinteiro	1,13 h	R\$ 1,92	1 hora	R\$ 2,18	
		MDO - ajudante	1,13 h	R\$ 1,49	1 hora	R\$ 1,69	R\$ 3,86
							Sub-total
Montagem painel	chapa-prego (3,6x6,1 cm) pino T-50 pino T-25		4 un.	R\$ 40,00	650 un.	R\$ 0,25	
			6 un.	R\$ 29,25	3000	R\$ 0,06	
			36 un.	R\$ 15,95	3000	R\$ 0,19	R\$ 0,50
		MDO - carpinteiro	0,10 h	R\$ 1,92	1 hora	R\$ 0,19	
		MDO - ajudante	0,10 h	R\$ 1,49	1 hora	R\$ 0,15	R\$ 0,34
							Sub-total
tratamento	xilo-tox		0,30 l	R\$ 63,34	18 l	R\$ 1,06	R\$ 1,06
			MDO - ajudante	0,40 h	R\$ 1,49	1 hora	R\$ 0,60
						Sub-total	R\$ 1,65
						Total	R\$ 9,97

2. Pré-fabricação dos blocos de terra-palha - cada painel contém 16 blocos (0,10x0,30x0,45)

preparação da essência traço (1:1)	água (insumos) solo		0,054 m3	R\$ 15,12	1 m3	R\$ 0,82	R\$ 0,82	
			MDO - ajudante	3,60 h	R\$ 1,92	1 hora	R\$ 6,91	
			MDO - ajudante	3,60 h	R\$ 1,49	1 hora	R\$ 5,36	R\$ 12,28
						Sub-total	R\$ 13,09	
preparação da mistura traço (1:4)	palha essência (solo + água)		27,0 kg	R\$ 2,00	1,0 kg	R\$ 5,40	R\$ 5,40	
			MDO - ajudante	11,33 h	R\$ 1,49	1 hora	R\$ 16,88	R\$ 16,88
						Sub-total	R\$ 22,28	
confeção dos blocos	mistura (16 blocos + 1 bloco de reserva)							
			MDO - ajudante	17,00 h	R\$ 1,49	1 hora	R\$ 25,33	R\$ 25,33
						Sub-total	R\$ 25,33	
						Total	R\$ 60,70	

5. Revestimento Externo

Destope e Colocação	TA Tábua (2.0x10.0x110)		0,0572 m3	R\$ 140,00	1 m3	R\$ 8,01		
	MI Mata junta (1.5x5.0x110)		0,0234 m3	R\$ 140,00	1 m3	R\$ 3,28	R\$ 11,28	
		MDO - carpinteiro	1,00 h	R\$ 1,92	1 hora	R\$ 1,92		
		MDO - ajudante	1,00 h	R\$ 1,49	1 hora	R\$ 1,49	R\$ 3,41	
						Sub-total	R\$ 14,69	
tratamento	xilo-tox		1,0 l	R\$ 63,34	18 l	R\$ 3,52	R\$ 3,52	
		MDO - ajudante	0,03 h	R\$ 1,49	1 hora	R\$ 0,04	R\$ 0,04	
						Sub-total	R\$ 3,56	
colocaç.do sarrafo de fixação	FR Fix. do revest.(2x5x110) pregos (18x27)		0,0055 m3	R\$ 140,00	1 m3	R\$ 0,77		
			8 un.	R\$ 2,50	1,0 kg	R\$ 0,11	R\$ 0,88	
				0,80 h	R\$ 1,92	1 hora	R\$ 1,54	
			MDO - ajudante	0,80 h	R\$ 1,49	1 hora	R\$ 1,19	R\$ 2,73
							Sub-total	R\$ 3,60
pintura externo	tinta (osmocolor)		0,5 l	R\$ 86,23	18 l	R\$ 2,40	R\$ 2,40	
				0,03 h	R\$ 1,89	1 hora	R\$ 0,06	
			MDO - ajudante	0,03 h	R\$ 1,49	1 hora	R\$ 0,04	R\$ 0,10
							Sub-total	R\$ 2,50
					Total	R\$ 24,36		

Obs.: Os valores de mão - de - obra foram extraídos da revista CONSTRUÇÃO(1998).30/98.n.2651 e os valores dos materiais foram extraídos das notas fiscais de compra

Custo total do material	R\$ 36,28
Quantidade de homens/hora/painel	R\$ 46,63
Custo de mão - de - obra/painel	R\$ 73,24
Custo total do painel	R\$ 109,52

Custo total da material/m2	R\$ 15,12
Quantidade de homens/hora/m2	R\$ 19,43
Custo de mão - de - obra/m2	R\$ 30,51
Custo total do painel/m2	R\$ 45,63

RESUMO DA QUANTIDADE DE MATERIAL E MÃO-DE-OBRA

ATIVIDADE	MATERIAL	MÃO-DE-OBRA	SUB-TOTAL
Ossatura	R\$ 1,79	R\$ 1,89	R\$ 3,68
Tratamento	R\$ 1,91	R\$ 0,27	R\$ 2,17
Blocos de Terra - palha	R\$ 3,31	R\$ 23,83	R\$ 27,14
Revestimento Interno	R\$ 1,91	R\$ 1,87	R\$ 3,79
Revestimento Externo	R\$ 5,07	R\$ 2,56	R\$ 7,62
Pintura Interna	R\$ 0,14	R\$ 0,05	R\$ 0,19
Pintura Externa	R\$ 1,00	R\$ 0,04	R\$ 1,04
TOTAL	R\$ 15,12	R\$ 30,51	R\$ 45,63

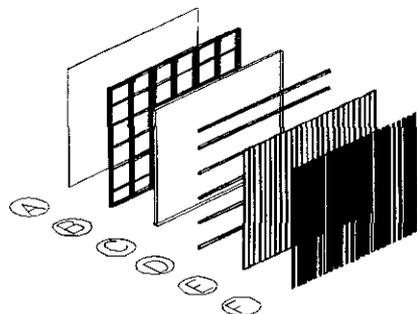
3. Montagem do Sistema

Posição e fixação do painel no canteiro	parafusos (5,1x50mm) pregos (18x27)	MDO - carpinteiro MDO - ajudante	2 un.	R\$ 6,00	100 un.	R\$ 0,12	
			4 un.	R\$ 2,50	1 un.	R\$ 0,05	R\$ 0,17
			0,10 h	R\$ 1,92	1 hora	R\$ 0,19	
			0,10 h	R\$ 1,49	1 hora	R\$ 0,15	R\$ 0,34
			Sub-total		R\$ 0,51		
assentamento dos blocos na ossatura	blocos de terra-palha argamassa de assentamento: areia solo água lona plástica pregos (15X15)	MDO - pedreiro MDO - ajudante	-	-	-	-	-
			0,0180 m3	R\$ 17,00	1,0 kg	R\$ 0,31	
			0,0090 m3	R\$ 15,12	1 m3	R\$ 0,14	
			0,01	-	-	-	
			2,50 m2	R\$ 0,50	1,00 m2	R\$ 1,25	
			10 un.	R\$ 2,10	1,00 m2	R\$ 0,03	R\$ 1,73
			0,80 h	R\$ 1,89	1 hora	R\$ 1,51	
			0,80 h	R\$ 1,49	1 hora	R\$ 1,19	R\$ 2,70
Sub-total		R\$ 4,43					
Total		R\$ 4,94					

4. Revestimento interno

revestimento emboço (1:2:1:x=50)	cal areia solo(transporte) saco de estopa lona plástica	MDO - pedreiro MDO - ajudante	4,0 kg	R\$ 2,50	20,0 kg	R\$ 0,50	
			0,020 m3	R\$ 17,00	1 m3	R\$ 0,34	
			0,016 m3	R\$ 15,12	1 m3	R\$ 0,24	
			2,40 m2	R\$ 0,50	1 m3	R\$ 1,20	
			2,40 m2	R\$ 0,50	1 m3	R\$ 1,20	R\$ 3,48
			1,0 h	R\$ 1,89	1 hora	R\$ 1,89	
			1,0 h	R\$ 1,49	1 hora	R\$ 1,49	R\$ 3,38
			Sub-total		R\$ 6,86		
camada de correção / reboco (1,5:5:1,5:x=20)	cal areia fina solo(transporte)	MDO - pedreiro MDO - ajudante	8,0 kg	R\$ 2,50	20,0 kg	R\$ 1,00	
			0,0040 m3	R\$ 16,00	1 m3	R\$ 0,06	
			0,0032 m3	R\$ 15,12	1 m3	R\$ 0,05	R\$ 1,11
			0,33 h	R\$ 1,89	1 hora	R\$ 0,62	
			0,33 h	R\$ 1,49	1 hora	R\$ 0,49	R\$ 1,12
			Sub-total		R\$ 2,23		
pintura interno	látex	MDO - ajudante	0,48l	R\$ 72,00	18 l	R\$ 0,33	R\$ 0,33
			0,08 h	R\$ 1,49	1 hora	R\$ 0,12	R\$ 0,12
			Sub-total		R\$ 0,45		
Total		R\$ 9,54					

PAINÉIS TERRA-PALHA - MONOLÍTICO (239.7x99.7)



- A. Revestimento Interno - (item 4)
- B. Ossatura dos Painéis - (item 1)
- C. Terra Palha monolítica - (item 2)
- D. Sarralhos de Fixação - (item 5)
- E. Revestimento Externo - Tábua - (item 5)
- F. Revestimento Externo - mata-junta - (item 5)

1. Execução da ossatura do painel

atividade	material	mão-de-obra	quantidade	valor unitário	unidade	valor total	sub-total
Destopo	MT1 Montante (2,4x10x99,7)		0,0072 m3	R\$ 140,00	1 m3	R\$ 1,00	
	TR1 Travessa 1 (2,4x10x235,7)		0,0113 m3	R\$ 140,00	1 m3	R\$ 1,58	
	TR2 Travessa interna(2,2x2x44,6)		0,0020 m3	R\$ 140,00	1 m3	R\$ 0,27	
	BA Baguete(2,2x2x232,7)		0,0082 m3	R\$ 140,00	1 m3	R\$ 1,15	R\$ 4,01
		MDO - carpinteiro	1,13 h	R\$ 1,92	1 hora	R\$ 2,17	
		MDO - ajudante	1,13 h	R\$ 1,49	1 hora	R\$ 1,68	R\$ 3,85
						Sub-total	R\$ 7,86
Montagem da ossatura	chapa-prego (3,6x6,1 cm)		4 un.	R\$ 40,00	650 un.	R\$ 0,25	
	pino T-50		6 un.	R\$ 29,25	3000 un.	R\$ 0,06	
	pino T-25		36 un.	R\$ 15,95	3000	R\$ 0,19	R\$ 0,50
		MDO - carpinteiro	0,10 h	R\$ 1,92	1 hora	R\$ 0,19	
		MDO - ajudante	0,10 h	R\$ 1,49	1 hora	R\$ 0,15	R\$ 0,34
							Sub-total
Tratamento	xilo-tox		0,30 l	R\$ 63,34	18 l	R\$ 1,06	R\$ 1,06
		MDO - ajudante	0,40 h	R\$ 1,49	1 hora	R\$ 0,60	R\$ 0,60
						Sub-total	R\$ 1,65
						Total	R\$ 10,35

2. Preparação da mistura da Terra-palha monolítica

Preparação da essência	água solo		0,054 m3	R\$ 15,12	1 m3	R\$ 0,82	R\$ 0,82
		MDO - ajudante	5,00 h	R\$ 1,49	1 hora	R\$ 7,45	
		MDO - ajudante	5,00 h	R\$ 1,49	1 hora	R\$ 7,45	R\$ 14,90
							Sub-total
Preparação da mistura	essência palha (coast crost)		35,0 kg	R\$ 2,00	1fardo	R\$ 7,00	R\$ 7,00
		MDO - 4 ajudantes	2,50 h	R\$ 1,49	1 hora	R\$ 14,90	R\$ 14,90
							Sub-total
						Total	R\$ 37,62

3. Montagem do Sistema no canteiro

Instalação do painel no canteiro	parafusos (5,1x50mm) pregos (18x27)	MDO - carpinteiro MDO - ajudante	2 un.	R\$ 6,00	100 un.	R\$ 0,12	
			4 un.	R\$ 2,50	1,0 kg	R\$ 0,05	R\$ 0,17
			0,10 h	R\$ 1,92	1 hora	R\$ 0,19	
			0,10 h	R\$ 1,49	1 hora	R\$ 0,15	R\$ 0,34
			Sub-total				
Preenchimento do painel	mistura para o preenchimento do painel	MDO - 5 ajudantes	1,67 h	R\$ 1,49	1 hora	R\$ 12,44	R\$ 12,44
Sub-total						R\$ 12,44	
Total						R\$ 12,96	

4. Revestimento interno - argamassa de revestimento

Revestimento emboço (1:2:1:x=50)	cal areia solo(transporte) saco de estopa lona plástica	MDO - pedreiro MDO - ajudante	4,0 kg	R\$ 2,50	20,0 kg	R\$ 0,50	
			0,020 m3	R\$ 17,00	1 m3	R\$ 0,34	
			0,016 m3	R\$ 15,12	1 m3	R\$ 0,24	
			2,40 m2	R\$ 0,50	1 m2	R\$ 1,20	
			2,40 m2	R\$ 0,50	1 m2	R\$ 1,20	R\$ 3,48
			1,0 h	R\$ 1,89	1 hora	R\$ 1,89	
			1,0 h	R\$ 1,49	1 hora	R\$ 1,49	R\$ 3,38
Sub-total						R\$ 6,86	
Camada de correção / reboco (1,5:5:1,5:x=20)	cal areia fina solo(transporte)	MDO - pedreiro MDO - ajudante	8,0 kg	R\$ 2,50	20,0 kg	R\$ 1,00	
			0,004 m3	R\$ 16,00	1 m3	R\$ 0,06	
			0,003 m3	R\$ 15,12	1 m3	R\$ 0,05	R\$ 1,11
			0,33 h	R\$ 1,89	1 hora	R\$ 0,62	
			0,33 h	R\$ 1,49	1 hora	R\$ 0,49	R\$ 1,12
Sub-total						R\$ 2,23	
Pintura interna	látex	MDO - ajudante	0,48l	R\$ 72,00	18 l	R\$ 1,92	R\$ 1,92
			0,41 h	R\$ 1,49	1 hora	R\$ 0,61	R\$ 0,61
Sub-total						R\$ 2,53	
Total						R\$ 11,62	

5. Revestimento Externo - Tábua e Mata-junta

Destopo	TA Tábua (2.0x10.0x110) MJ Mata junta (1.5x5.0x110)	MDO - carpinteiro MDO - ajudante	0,057 m3	R\$ 140,00	1 m3	R\$ 8,01	
			0,023 m3	R\$ 140,00	1 m3	R\$ 3,28	R\$ 11,28
			1,00 h	R\$ 1,92	1 hora	R\$ 1,92	
			1,00 h	R\$ 1,49	1 hora	R\$ 1,49	R\$ 3,41
						Sub-total	R\$ 14,69
tratamento	xilo-tox	MDO - ajudante	1,00 l	R\$ 63,34	18 l	R\$ 3,52	R\$ 3,52
			0,03 h	R\$ 1,49	1 hora	R\$ 0,04	R\$ 0,04
						Sub-total	R\$ 3,56
colocaç.do sarrafo de fixação	FR Fixação do revest.(2x5x110) pregos (18x27) MDO - carpinteiro	MDO - ajudante	0,01 m2	R\$ 140,00	1 m3	R\$ 0,77	
			8 un.	R\$ 2,50	1 kg	R\$ 0,11	R\$ 0,88
			0,80 h	R\$ 1,92	1 hora	R\$ 1,54	
			0,80 h	R\$ 1,49	1 hora	R\$ 1,19	R\$ 2,73
						Sub-total	R\$ 3,60
pintura externo	tinta (osmocolor)	MDO - pedreiro MDO - ajudante	0,50 l	R\$ 86,23	18 l	R\$ 2,40	R\$ 2,40
			0,03 h	R\$ 1,89	1 hora	R\$ 0,06	
			0,03 h	R\$ 1,49	1 hora	R\$ 0,04	R\$ 0,10
						Sub-total	R\$ 2,50
						Total	R\$ 24,36

Obs.: Os valores de mão - de - obra foram extraídos da revista CONSTRUÇÃO(1998).30/98.n.2651 e os valores dos materiais foram extraídos das notas fiscais de compra

Custo total da matéria - prima	R\$ 40,60
Quantidade de homens/hora/painel	23,99 h
Custo de mão - de - obra/painel	R\$ 58,81
Custo total do painel	R\$ 99,41
Custo total da matéria - prima/m2	R\$ 16,92
Quantidade de homens/hora/m2	10,0 h
Custo de mão - de - obra/m2	R\$ 24,50
Custo total do painel/m2	R\$ 41,42

RESUMO DA QUANTIDADE DE MATERIAL E MÃO-DE-OBRA

ATIVIDADE	MATERIAL	MÃO-DE-OBRA	SUB-TOTAL
Ossatura	R\$ 1,95	R\$ 1,89	R\$ 3,84
Tratamento	R\$ 1,47	R\$ 0,27	R\$ 1,73
Preenchimento do painel	R\$ 3,26	R\$ 17,60	R\$ 20,86
Revestimento Interno	R\$ 1,91	R\$ 1,87	R\$ 3,79
Revestimento Externo	R\$ 6,53	R\$ 2,58	R\$ 9,11
Pintura Interna	R\$ 0,80	R\$ 0,25	R\$ 1,05
Pintura Externa	R\$ 1,00	R\$ 0,04	R\$ 1,04
TOTAL	R\$ 16,92	R\$ 24,50	R\$ 41,42

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS DE CONTINUIDADE

As etapas concluídas até esse momento da pesquisa, como a Avaliação Pós- Construção da Unidade 002, a Sistematização dos procedimentos de cada serviço e o Levantamento dos indicadores de custos oferecem subsídios para a adoção de um novo objetivo dessa pesquisa que é a transferência dessa técnica alternativa de Sistema de Vedação para Habitação Social através da elaboração de um **Manual Técnico de Produção de Paredes em Terra- Palha**. Isso pode viabilizar a sua utilização em maior escala, repassando uma técnica que o Ghab propôs a desenvolver e que conta com um qualificado suporte teórico e prático.

A elaboração desse manual já vem sendo realizada pela presente bolsista, através de uma análise da Sistematização das Etapas de Produção, etapa já concluída na primeira fase dessa pesquisa, o que levou à formulação dos capítulos dos manual, que estão descritos abaixo:

- I. **Apresentação**
- II. **Etapas de Produção**
 1. Pré- Fabricação da Ossatura
 2. Preparação da Mistura
 3. Confeccção das Formas
 4. Produção da Parede
 5. Acabamentos
- III. **Custos & Critérios**

Segundo o que já foi proposto na Sistematização, as etapas foram separadas em etapas comuns às duas técnicas e etapas distintas para as duas técnicas.

Junto a essa idéia de dividir em capítulos está a intenção de ilustrar de forma clara cada uma das sub- etapas principais, seja através de gravuras baseadas nas fotos de execução da construção, seja através de tabelas de quantificação de materiais e mão- de- obra, de dimensões das peças (peças dos painéis, formas, etc). Esses elementos farão parte da composição das páginas do manual, juntamente com os textos explicativos de cada sub- etapa.

Com relação aos indicadores de custo, está sendo feita uma consulta aos preços atuais do mercado de construção.

Estudos preliminares de lay-out de um capítulo do manual já foram realizados e a conclusão desse manual requer ainda as seguintes etapas a serem desenvolvidas:

- Definição de um lay-out para as páginas do manual, visando obter clareza e objetividade.
- Consulta a algumas pessoas no sentido de verificar se o manual atende a seu objetivo de transferência da técnica de forma objetiva e coerente.
- Definição de um lay-out definitivo para o manual
- Conclusão do levantamento de custos no mercado de construção.
- Finalização do manual.

Após a conclusão do Manual de Produção de Paredes em Terra-Palha será iniciada a análise da Sistematização do Sistema de Vedação em Taipa de Mão e a posterior elaboração de um Manual de Produção de Paredes em Taipa de Mão, considerando as duas formas em que essa técnica foi trabalhada pelo Ghab, na construção das Unidades Experimentais 001 e 002. Esse manual será elaborado nos moldes do que já está sendo desenvolvido pela presente bolsista, tendo em vista a transferência dessas duas técnicas de sistema de vedação à população interessada.

ANEXO

TABELAS DE MATERIAIS, FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS DAS ETAPAS DE PRODUÇÃO PARA BLOCO PRÉ-FABRICADO E PAINEL MONOLÍTICO

1.3 Confeção da ossatura de madeira (Monolítico)	
<p>MATERIAIS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Madeira pinus seção 2,4 x 10cm • Conector metálico <i>Gang Neil</i> (3,6 x 6,1cm) • Pino t = 5 • Fungida/Inseticida Xilo-Tox 	<p>FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Martelo • Marreta • Pinador pneumático • Serra circular • Pincel • Luvas • Máscara • Chapa metálica e = 1cm • Trena
1.3 Confeção da ossatura de madeira (Bloco)	
<p>MATERIAIS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Madeira pinus seção 2,4 x 10cm • Conector metálico <i>Gang Neil</i> (3,6 x 6,1cm) • Pino t = 5 • Pino T = 2,5 • Fungida/Inseticida Xilo-Tox 	<p>FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Martelo • Marreta • Pinador pneumático • Serra circular • Pincel • Luvas • Máscara • Chapa metálica e = 1cm • Trena
3.1 Fixação da ossatura na estrutura principal	
<p>MATERIAIS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pregos 18 x 27 • parafusos 5,1 x 50mm 	<p>FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Martelo • Linha de construção • Nível de bolha com 3 direções • Prumo de face 300g • Furadeira/Parafusadeira • Broca 4,5mm • Broca de fenda • Trena

3.3 Preenchimento dos painéis de Terra- Palha monolítica	
MATERIAIS <ul style="list-style-type: none"> • Essência –solo + água • Palha • Lona plástica • Parafuso 5,1 x 50mm • Chapa de compensado e = 14mm 	FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS <ul style="list-style-type: none"> • Luvas • Balde 18l • Furadeira/Parafusadeira • Broca 4,5mm • Broca de fenda • <i>Mixer</i>

3.6 Assentamento dos Blocos na ossatura	
MATERIAIS <ul style="list-style-type: none"> • Blocos de Terra-Palha pré-fabricados • Argamassa de assentamento, areia +essência (água + solo) 1:1 • Sarrafos (1,5 x 6 x 100cm) • Lona plástica • Pregos 15 x 15 	FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS <ul style="list-style-type: none"> • Martelo • Colher de pedreiro • Maseira • Carriola • Serrote • Peneira

3.6 Preechimento das frestas (Monolítico)	
MATERIAIS <ul style="list-style-type: none"> • Essência -solo + água • Palha • Lona plástica 	FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS <ul style="list-style-type: none"> • Luvas • Maseiras • Peneira

3.7 Fixação da Tábua externamente

MATERIAIS

- Tábuas de madeira pinus seção 2,2 x 12cm
- pregos galvanizados 18 x 27
- Inseticida/Fungicida Xilo-Tox
- Galga de madeira e=1cm

FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS

- Martelo
- Trena
- Lápis de carpinteiro
- Esquadro metálico
- Linha de construção
- Nível de mangueira
- Esquadrejadeira portátil
- Serra tico-tico
- Plaina desempenadeira

3.8 Fixação da Mata- Junta externamente

MATERIAIS

- Peças de madeira pinus seção 2,2 x 5cm
- pregos galvanizados 18 x 27
- Inseticida/Fungicida XiloTox
- Galga de madeira l=8cm

FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS

- Martelo
- Trena
- Lápis de carpinteiro
- Esquadro metálico
- Linha de construção
- Esquadrejadeira portátil

3.9 Aplicação da Argamassa de revestimento interno

MATERIAIS

- Massa (areia + ca l + 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

3.10 Correção do emboço interno

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