



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO - UFRRJ  
INSTITUTO DE FLORESTAS - IF  
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS ALTERNATIVOS À BASE  
DE MADEIRA NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

**Rafael Mendes Rêgo**

**Orientador: Professor Dr. Alexandre Monteiro de Carvalho**

**Seropédica, RJ  
Fevereiro de 2008**

RAFAEL MENDES RÊGO

Sob a orientação do  
Prof. Dr. Alexandre Monteiro de Carvalho

**UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS ALTERNATIVOS À BASE  
DE MADEIRA NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Seropédica, RJ.  
Fevereiro de 2008

Monografia aprovada em:...../...../.....

Comissão examinadora:

Orientador: \_\_\_\_\_  
Professor Dr. Alexandre Monteiro de Carvalho

Titular 1: \_\_\_\_\_  
Professora Dr<sup>a</sup>. Rosilei Aparecida Garcia

Titular 2: \_\_\_\_\_  
Professor Dr. Edvá Oliveira Brito

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus pais, mas principalmente à minha Mãe, que mesmo não estando mais conosco, propiciaram meu desenvolvimento, formação e caráter, valorizando e respeitando o próximo como a mim mesmo e mantendo acima de tudo a minha honra.

À minha família, tios, avós, primos e à minha irmã, por me apoiarem em todos os momentos da vida, sejam estes bons ou ruins.

A todos os amigos que permaneceram e permanecerão, pois “os amigos são a família que escolhemos para ter”.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela família que me presenteou;

Aos meus Pais, pelo amor incondicional, mesmo que num curto intervalo de tempo;

À minha Mãe, que será sempre a dona do meu coração e é a responsável por minhas melhores lembranças. Você, mãe, jamais será esquecida!

À minha irmã, pelo apoio e amizade;

Aos meus tios e tias, que depositaram em mim toda sua confiança e me deram tanto apoio nos momentos mais difíceis de minha vida;

Ao meu estimado orientador professor Alexandre Monteiro de Carvalho, pela amizade, paciência e credibilidade,

Aos grandes amigos que me acompanharam na UFRRJ: Gustavo, João, Mateus, Rafael, Tiago, dentre tantos outros.

## RESUMO

O déficit habitacional brasileiro, consequência da má distribuição de renda, exige o desenvolvimento de novas tecnologias e materiais para a construção civil, a fim de proporcionar condições dignas de vida a todo cidadão. É nesse contexto que se insere o uso de materiais como o OSB, “Oriented Strand Board”, que está no mercado mundial desde 1978, mas no Brasil só começa a tomar grandes proporções a partir de 2002, mostrando-se muito eficiente em revestimentos e até na confecção de vigas I. As madeiras de reflorestamento, principalmente as de *Eucalyptus* sp, oferecem muitas peculiaridades, tendo baixo consumo de energia de processamento, alta durabilidade natural e, o mais importante, proporcionam redução das pressões sobre as florestas nativas e aumentam o seqüestro de carbono devido ao crescimento rápido, reduzindo o efeito estufa. Já as chapas madeira-cimento, no mercado mundial desde 1976, ainda são produzidas em pequena escala no Brasil. Porém, seu emprego é promissor, considerando a possibilidade e a necessidade da melhor utilização dos resíduos da exploração e do processamento, ainda altamente desprezados. Este trabalho procurou levantar informações atualizadas sobre os produtos citados e ainda, complementarmente, objetivou a apresentação de um projeto prático de aplicação destes materiais. Através disso, propõem-se um método bastante eficiente – ecologicamente: reduzindo desperdícios, - economicamente: sendo cerca de 34% mais barato que o método atualmente usado e muito mais rápido de ser executado e, - socialmente, dando acesso a moradias àqueles que são desfavorecidos.

Palavras-chaves: construção civil; OSB; madeira de reflorestamento; *Eucalyptus* sp.; chapas madeira-cimento;

## ABSTRACT

The Brazilian habitation deficit, consequence of the unequal social distribution, demands the development of new technologies and materials for civil construction in order to provide better life conditions. Materials as OSB, “Oriented Strand Board”, is used in the world market since 1978 but in Brazil the production started in 2002. This material is very efficient in coatings and beams (I-joist). The wood reforestation, principally *Eucalyptus* species, offers a lot of peculiarities, like low of energy consumption, high natural durability and, the most important, they provide reduction of the pressure on the native forests and increase the carbon retention due to the fast growth. The wood-cement panels, in the world market since 1976, are still produced in small scale in Brazil. Therefore, its application is promising, considering the possibility of the best use of wood residues from process. This work collected information about the mentioned products and still objectified the presentation of a practical project of these materials application. Through that was proposed an efficient method - ecologically: reducing waste, - economically: being about 34% cheaper and faster than the actual method, and - socially, giving access to more people to good residence conditions.

Key-words: civil construction; OSB; reforestation wood; *Eucalyptus* sp.; wood-cement panel

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	viii
LISTA DE TABELAS .....	x
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS .....	4
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
3.1. OSB .....	4
3.1.1. Vigas I .....	12
3.1.2. OSB e outras placas estruturais .....	13
3.2. Peças de madeira de reflorestamento.....	14
3.3. Chapas madeira-cimento .....	17
3.3.1. Processo de produção .....	21
3.3.2. Características e aplicações .....	23
4. PROJETO DE APLICAÇÃO PRÁTICA.....	25
4.1. Apresentação da proposta do projeto.....	25
4.2. Método construtivo.....	25
4.2.1. Fundação .....	25
4.2.2. Piso .....	26
4.2.3. Banheiro .....	26
4.2.4. Paredes.....	27
4.2.5. Coberturas.....	29
4.2.6. Acabamento .....	30
4.2.6.1. Janelas, portas e batentes externos .....	30
4.2.6.2. Acabamento externo .....	31
4.2.6.3. Fechamento interno das paredes .....	31
4.2.6.4. Acabamento interno .....	31
4.2.6.5. Aberturas internas .....	31
4.2.7. Isolamento acústico .....	31
5. CONCLUSÕES .....	32
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	33
7. ANEXOS.....	38
7.1 Anexo I .....	38

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Chapas de OSB – Oriented Strand Board.....	5
Figura 2. Posicionamento das lâminas de acordo com a orientação das partículas em dois tipos de OSB .....	6
Figura 3. Partículas utilizadas na produção do OSB (cortadas no sentido longitudinal às fibras ..	7
Figura 4. Processo de produção do OSB.....	8
Figura 5. Uso de OSB na construção civil .....	9
Figura 6. OSB Multiuso: grande uso na confecção de embalagens .....	10
Figura 7. OSB Home: versatilidade no uso em pisos e telhados.....	11
Figura 8. OSB Home M&F: encaixe macho-e-fêmea para estruturar pisos.....	12
Figura 9. Vigas I com alma em OSB .....	13
Figura 10. Exemplos de chapas madeira-cimento.....	17
Figura 11. Categorias das chapas de cimento-madeira e gesso-madeira.....	19
Figura 12. Aditivos utilizados na confecção de chapas madeira-cimento.....	20
Figura 13. Lay-out de uma planta de produção de painéis de cimento-madeira, incorporando um autoclave para cura das chapas .....	22
Figura 14. Comparativo de resistência ao fogo: aglomerado (A) x chapa madeira-cimento (B) .....	23
Figura 15. Aplicações em casas pré-fabricadas (A) e residências (B) .....	24



## Anexo I

Figura 1. Proposta de casa popular – planta baixa .....	38
Figura 2. Exemplo de “radier” – uma espécie de laje batida no chão .....	39
Figura 3. Detalhe da vista superior do telhado e das calhas de areia no solo .....	39
Figura 4. Detalhe do posicionamento da caixa d’água acima do banheiro .....	40
Figura 5. Fachada dos fundos com detalhe do posicionamento da caixa d’água acima do banheiro .....	40
Figura 6. Esquema de posicionamento dos montantes estruturais das paredes .....	41
Figura 7. Detalhe da barra horizontal de fixação das paredes .....	41
Figura 8. Detalhamento das vergas, estruturas de reforço das aberturas de portas e janelas .....	42
Figura 9 . Levantamento de uma parede com fixação prévia das placas de OSB .....	42
Figura 10. Modelo de tesoura em “W” para confecção de telhados .....	43
Figura 11. Exemplos de telhas de pinus - “ecotelha” .....	43
Figura 12. Fachada principal da casa popular proposta .....	44
Figura 13. Lateral esquerda da casa proposta .....	44
Figura 14. Lateral direita da casa proposta.....	44
Figura 15. Fachada retaguarda (fundos) da casa proposta .....	45
Figura 16. Perspectiva da frente da casa proposta.....	45
Figura 17. Perspectiva retaguarda (fundos) da casa proposta .....	45
Figura 18. Corte demonstrativo da casa proposta .....	46

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Construção civil pesada interna: engloba as peças de madeira serrada na forma de vigas, a madeira de peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron*).....1
- Tabela 2. Construção civil leve externa e leve interna estrutural: reúne as peças de madeira serrada na forma de tábuas e pontaltes empregados em usos temporários (andaimés,escoramento e fôrmas para concreto) e as ripas e caibros utilizadas em partes secundárias de estruturas de cobertura. A madeira de pinho-do-paraná (*Araucaria angustifolia*) foi a mais utilizada, durante décadas, neste grupo. ....2
- Tabela 3. Construção civil leve interna, decorativa: abrange as peças de madeira serrada e beneficiada, como forros, painéis, lambris e guarnições, onde a madeira apresenta cor e desenhos considerados decorativos. A referência é a madeira de imbuia (*Ocotea porosa*).....2
- Tabela 4. Construção civil leve interna, de utilidade geral: abrange as peças de madeira serrada e beneficiada, como forros, painéis, lambris e guarnições, onde o aspecto decorativo da madeira não é fator limitante. A referência é a madeira de pinho-do-paraná (*Araucaria angustifolia*).....2
- Tabela 5. Construção civil leve em esquadrias: abrange as peças de madeira serrada e beneficiada, como portas, venezianas, caixilhos. A referência é a madeira de pinho-do-paraná (*Araucaria angustifolia*).....3
- Tabela 6. Construção civil: assoalhos domésticos: compreende os diversos tipos de peças de madeira serrada e beneficiada usado em pisos (tábuas corridas, tacos, tacões e parquetes). A madeira de referência é a: peroba-rosa ( *Aspidosperma polyneuron*).....3

# 1. INTRODUÇÃO

Estimativas apontam que o déficit habitacional no Brasil varia, conforme a metodologia empregada, de 5 a 13 milhões de moradias, o que representa algo entre 20 e 52 milhões de pessoas vivendo de maneira inadequada (VASCONCELOS & CÂNDIDO JÚNIOR, 1996). Assim, faz-se necessário o estudo de viabilidades construtivas para suprir tal demanda. Existem famílias morando em residências sem saneamento básico (abastecimento de água e esgotamento sanitário), mais de uma família em uma única habitação, em favelas, em cortiços, meros quartos ou salas e até embaixo de pontes (VASCONCELOS & CÂNDIDO JÚNIOR, 1996).

Este quadro se apresenta como consequência da distribuição de renda deficiente em relação à necessidade habitacional de grande parte da população. Contudo, devemos também considerar os impactos causados pelo tipo de construção civil adotado no Brasil, que por motivos culturais, principalmente no que se diz do uso de alvenaria, ainda não se permitiu experimentar de forma significativa técnicas e materiais que há décadas, e até séculos, são utilizados em países desenvolvidos.

Em função de uma série de características favoráveis, a construção em madeira é padrão em países da América do Norte, Europa, Ásia e Oceania. No Brasil, as casas de madeira são freqüentes em regiões de colonização germânica e nas regiões de fronteira agrícola. Mais recentemente, tem-se aumentado a procura por casas de campo, praia e montanha, o que tem provocado forte demanda por sistemas construtivos mais rápidos e menos dependentes de mão de obra intensiva.

Várias são as madeiras utilizadas, no Brasil, na construção civil. Abaixo seguem as espécies mais utilizadas, de acordo com sua função (Tabelas 1 a 6).

**Tabela 1. Construção civil pesada interna: engloba as peças de madeira serrada na forma de vigas, a madeira de peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron*):**

Nome popular	Nome científico	Nome popular	Nome científico
araracanga	<i>Aspidosperma desmanthum</i>	itaúba	<i>Mezilaurus itauba</i>
angelim-pedra	<i>Hymenolobium</i> spp.	jarana	<i>Lecythis jarana</i>
angelim-vermelho	<i>Dinizia excelsa</i>	maçaranduba	<i>Manilkara</i> spp.
angico-preto	<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	muiracatiara	<i>Astronium lecointei</i>
angico-vermelho	<i>Parapiptadenia rigida</i>	pau-amarelo	<i>Euxylophora paraensis</i>
bacuri	<i>Platonia insignis</i>	pau-mulato	<i>Calycophyllum spruceanum</i>
bacuri-de-anta	<i>Moronobea coccinea</i>	rosadinho	<i>Micropholis guianensis</i>
cupiúba	<i>Goupia glabra</i>	pau-roxo	<i>Peltogyne</i> spp.
eucalipto - R	<i>Eucalyptus tereticomis</i> , <i>E. citriodora</i> , <i>E. saligna</i>	sapucaia	<i>Lecythis pisonis</i>
fava-orelha-de-negro	<i>Enterolobium schomburgkii</i>	tanibuca	<i>Terminalia</i> spp.
faveira-amargosa	<i>Vatairea</i> spp.	tatajuba	<i>Bagassa guianensis</i>
garapa	<i>Apuleia leiocarpa</i>	timborana	<i>Piptadenia suaveolens</i>
goiabão	<i>Pouteria pachycarpa</i>	uxi	<i>Endopleura uchi</i>

Obs.: R = madeira gerada em reflorestamento.

Fonte: IPT/SP, 2003

Tabela 2. Construção civil leve externa e leve interna estrutural: reúne as peças de madeira serrada na forma de tábuas e pontaletes empregados em usos temporários (andaimes, escoramento e fôrmas para concreto) e as ripas e caibros utilizadas em partes secundárias de estruturas de cobertura. A madeira de pinho-do-paraná (*Araucaria angustifolia*) foi a mais utilizada, durante décadas, neste grupo:

Nome popular	Nome científico	Nome popular	Nome científico
angelim-pedra	<i>Hymenolobium</i> spp.	louro-canela	<i>Ocotea</i> spp. ou <i>Nectandra</i> spp.
bacuri	<i>Platonia insignis</i>	louro-vermelho	<i>Nectandra rubra</i>
bacuri-de-anta	<i>Moronobea coccinea</i>	marinheiro	<i>Guarea</i> spp.
cambará	<i>Qualea</i> spp.	pau-jacaré	<i>Laetia procera</i>
canafístula	<i>Peltophorum vogelianum</i>	quaruba	<i>Vochysia</i> spp.
cedrinho	<i>Erisma uncinatum</i>	rosadinho	<i>Micropholis guianensis</i>
eucalipto - R	<i>Eucalyptus grandis</i> e <i>E. saligna</i>	tatajuba	<i>Bagassa guianensis</i>
garapa	<i>Apuleia leiocarpa</i>	tauari	<i>Couratari</i> spp.
jacareúba	<i>Calophyllum brasiliense</i>	taxi	<i>Tachigali</i> spp. ou <i>Sclerolobium</i> spp.

Fonte: IPT/SP, 2003

Tabela 3. Construção civil leve interna, decorativa: abrange as peças de madeira serrada e beneficiada, como forros, painéis, lambris e guarnições, onde a madeira apresenta cor e desenhos considerados decorativos. A referência é a madeira de imbuia (*Ocotea porosa*):

Nome popular	Nome científico	Nome popular	Nome científico
angelim-pedra	<i>Hymenolobium</i> spp.	macacaúba	<i>Platymiscium ulei</i>
bacuri	<i>Platonia insignis</i>	marinheiro	<i>Guarea</i> spp.
cerejeira	<i>Amburana cearensis</i>	muiracatiara	<i>Astronium lecointei</i>
curupixá	<i>Micropholis venulosa</i>	pau-amarelo	<i>Euxylophora paraensis</i>
freijó	<i>Cordia goeldiana</i>	pau-roxo	<i>Peltogyne</i> spp.
grevílea - R	<i>Grevillea robusta</i>	rosadinho	<i>Micropholis guianensis</i>
guariúba	<i>Clarisia racemosa</i>	tatajuba	<i>Bagassa guianensis</i>
louro-vermelho	<i>Nectandra rubra</i>	vinhático	<i>Plathymenia</i> spp.
louro-canela	<i>Ocotea</i> spp. ou <i>Nectandra</i> spp.		

Obs.: R = madeira gerada em reflorestamento.

Fonte: IPT/SP, 2003

Tabela 4. Construção civil leve interna, de utilidade geral: abrange as peças de madeira serrada e beneficiada, como forros, painéis, lambris e guarnições, onde o aspecto decorativo da madeira não é fator limitante. A referência é a madeira de pinho-do-paraná (*Araucaria angustifolia*).

Nome popular	Nome científico	Nome popular	Nome científico
amesclão	<i>Trattinnickia</i> spp.	faveira	<i>Parkia</i> spp.
cambará	<i>Qualea</i> spp.	jacareúba	<i>Calophyllum brasiliense</i>
cedrinho	<i>Erisma uncinatum</i>	marupá	<i>Simarouba amara</i>
cedrorana	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	pinus - R	<i>Pinus</i> spp.
cuningâmia - R	<i>Cunninghamia lanceolata</i>	quaruba	<i>Vochysia</i> spp.
cupressus - R	<i>Cupressus lusitanica</i>	tauari	<i>Couratari</i> spp.
eucalipto - R	<i>Eucalyptus grandis</i> e <i>E. saligna</i>	taxi	<i>Tachigali</i> spp.

Obs.: R = madeira gerada em reflorestamento.

Fonte: IPT/SP, 2003

**Tabela 5. Construção civil leve em esquadrias: abrange as peças de madeira serrada e beneficiada, como portas, venezianas, caixilhos. A referência é a madeira de pinho-do-paraná (*Araucaria angustifolia*).**

Nome popular	Nome científico	Nome popular	Nome científico
angelim-pedra	<i>Hymenolobium</i> spp.	louro-canela	<i>Ocotea</i> spp. ou <i>Nectandra</i> spp.
bacuri	<i>Platonia insignis</i>	louro-vermelho	<i>Nectandra rubra</i>
cedrinho	<i>Erisma uncinatum</i>	marinheiro	<i>Guarea</i> spp.
cedro	<i>Cedrela</i> sp.	pau-amarelo	<i>Euxylophora paraensis</i>
freijó	<i>Cordia goeldiana</i>	tauari	<i>Couratari</i> spp.
garapa	<i>Apuleia leiocarpa</i>	taxi	<i>Tachigali</i> spp.

Fonte: IPT/SP, 2003

**Tabela 6. Construção civil: assoalhos domésticos: compreende os diversos tipos de peças de madeira serrada e beneficiada usado em pisos (tábuas corridas, tacos, tacões e parquetes). A madeira de referência é a: peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron*).**

Nome popular	Nome científico	Nome popular	Nome científico
angico-preto	<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	muiracatiara	<i>Astronium lecointei</i>
angico-vermelho	<i>Parapiptadenia rigida</i>	pau-amarelo	<i>Euxylophora paraensis</i>
bacuri	<i>Platonia insignis</i>	pau-mulato	<i>Calycophyllum spruceanum</i>
garapa	<i>Apuleia leiocarpa</i>	pau-roxo	<i>Peltogyne</i> spp.
goiabão	<i>Pouteria pachycarpa</i>	tanibuca	<i>Terminalia</i> spp.
itaúba	<i>Mezilaurus itauba</i>	tatajuba	<i>Bagassa guianensis</i>
macacaúba	<i>Platymiscium ulei</i>	timborana	<i>Piptadenia suaveolens</i>
maçaranduba	<i>Manilkara</i> spp.	uxi	<i>Endopleura uchi</i>

Fonte: IPT/SP, 2003

A preocupação com as florestas nativas e o preço elevado de algumas destas madeiras forçam o mercado a substituir tais espécies por outras, mais abundantes e disponíveis a preços mais competitivos, inserindo, neste contexto, a madeira de eucalipto (*Eucalyptus* sp.), alternativa muito interessante para a construção civil.

Embora o rendimento em serraria de madeiras densas como o eucalipto possa ser mediano (35% a 55%), devido aos diâmetros, conicidade dos troncos e severos problemas de rachamentos, a madeira serrada resultante se presta muito bem ao uso como material de construção, especialmente tábuas estreitas, pontaltes e vigotas, caibros e ripas.

A demanda de materiais naturais, como a madeira, para a construção tem aumentado com a expansão da construção habitacional. Isto se dá não somente nos usos tradicionais, como estruturas, pisos e esquadrias, mas também para a confecção de paredes externas e divisórias. Esta expansão evidencia a necessidade de matérias-primas com características uniformes, amplo suprimento e baixo custo, possíveis nas madeiras de florestas plantadas, homogêneas e de rápido crescimento, especialmente as de eucalipto e pinus.

Com madeira selecionada, peças dimensionadas com base na resistência mecânica da espécie, conectores metálicos apropriados e projetos bem elaborados, os institutos de pesquisas, as universidades e as empresas especializadas em casas pré-fabricadas têm produzido protótipos de alta qualidade. A grande demanda por casas e

construções comerciais leves nos países industrializados, propiciou o desenvolvimento de técnicas construtivas e de materiais que viabilizam estas construções, como por exemplo, os painéis estruturais, que se apresentam como alternativas viáveis para estes projetos, assim como as madeiras oriundas de reflorestamento.

O desenvolvimento de painéis estruturais permitiu a construção de estruturas leves e resistentes a furacões, tornados e tremores de terra; também promoveu a pré-fabricação, importante elemento de diminuição de custos e redução de desperdícios de materiais e de mão-de-obra, além de desempenhar função social, econômica e ambiental no momento que se tornam uma alternativa de baixo custo e ecologicamente sustentável.

## 2. OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho foi levantar informações bibliográficas atualizadas, sobre materiais alternativos potenciais para a construção civil - especialmente o OSB, *Oriented Strand Board*; chapas madeira-cimento e as madeiras de reflorestamento, *Pinus* sp. e *Eucalyptus* sp. - principalmente com finalidade residencial; sistematizar e ilustrar estas informações, atendendo aos requisitos de um trabalho de revisão bibliográfica, além de apresentar uma proposta de projeto prático de aplicação destes componentes.

## 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste item foram inseridos sub-itens que apresentam um levantamento bibliográfico sobre três materiais a base de madeira, com alto potencial de utilização na construção civil como alternativa a componentes usualmente empregados, são eles o OSB – ou “Oriented strand board”; as peças de madeira de reflorestamento; e as chapas compostas de cimento e madeira.

### 3.1. OSB

No mercado mundial desde 1978, o OSB, ou “Oriented Strand Board” ou ainda Chapa de Partículas Orientadas (Figura 1), nasceu nos Estados Unidos como uma segunda geração do waferboard, produto desenvolvido em 1954 pelo Dr. James Clarke. Enquanto no waferboard as tiras eram menores e aplicadas em todas as direções (CICHINELLI, 2005), as chapas OSB são produzidas de partículas de madeira tipo “strand” com a incorporação de resina a prova d’água e parafina, orientadas numa direção durante o processo de deposição e consolidados por meio de prensagem à quente. Contudo, o início da produção comercial de OSB ocorreu na região dos Grandes

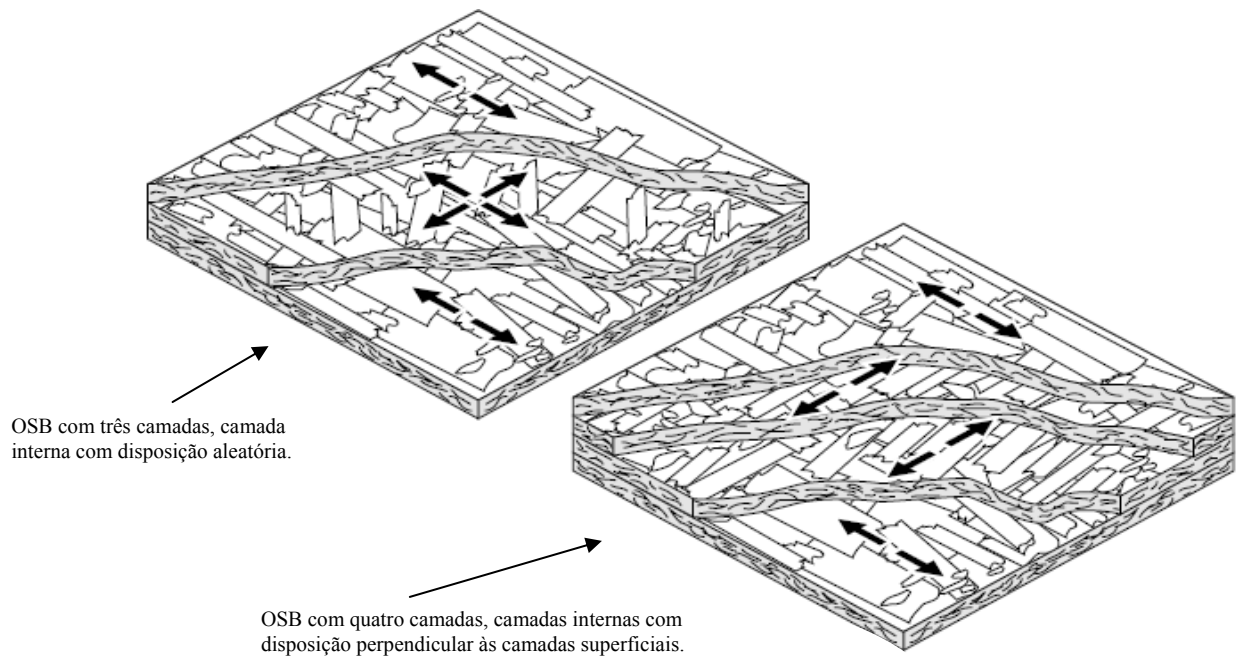
Lagos, Canadá, utilizando principalmente a madeira de bétula (*Populus* sp.). Em seguida, a indústria se expandiu por quase toda a América do Norte e outros continentes. Outras espécies foram e continuam sendo pesquisadas para utilização na indústria de OSB como matéria-prima, no entanto este é um desafio constante, principalmente quando se busca o emprego de madeiras de folhosas (Wang & Winistorfer, 2000). Segundo esses autores, a utilização de diferentes espécies e misturas na fabricação de chapas de composição é descrita em diversos artigos científicos. A premissa básica de todas essas pesquisas tem sido o fato de as chapas de partículas orientadas poderem ser produzidas com outras espécies, misturas de espécies ou diferentes estruturas de camadas.

A geometria das partículas “strand”, a sua orientação e formação em três (face – centro – face) ou cinco camadas (face – centro – centro – centro – face), conferem às chapas OSB maior resistência mecânica (flexão estática) e melhor estabilidade dimensional (Cloutier, 1998).

Esta composição segue o princípio utilizado no painel compensado, no qual as lâminas torneadas ou faqueadas são dispostas perpendicularmente de acordo com a direção das fibras (Figura 2).



**Figura 1. Chapas de OSB – *Oriented Strand Board* . Fonte: CICHINELLI, 2005 – [www.portalosg.com.br](http://www.portalosg.com.br).**



**Figura 2. Posicionamento das lâminas de acordo com a orientação das partículas em dois tipos de OSB. Fonte: SBA, 2004 – [www.osbguide.com](http://www.osbguide.com)**

Na confecção do OSB as tiras são obtidas diretamente a partir de toras de madeira e são sempre formadas no sentido longitudinal da fibra (Figura 3). Somando-se as camadas cruzadas, o resultado é um painel de ótima resistência físico-mecânica. É um material de qualidade consistente e uniforme, colado geralmente com resina à prova d'água. De acordo com Sellers (2001), a resina mais utilizada na produção do OSB é a fenólica, entretanto o uso da resina de isocianato é crescente, embora tenha custo superior.

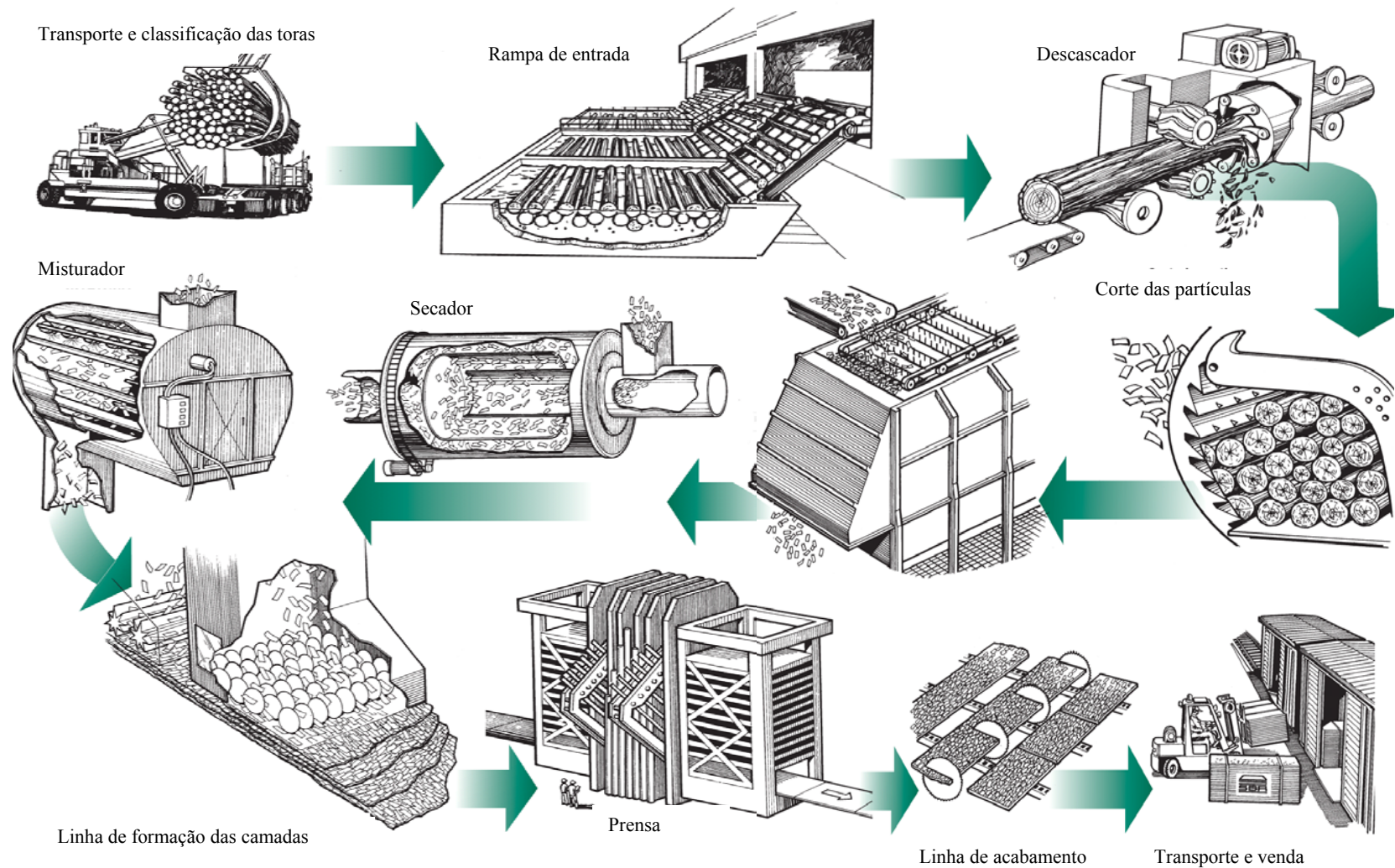
Sem nós soltos, com estabilidade de oferta por todo ano, maior resistência ao empenamento, espessura calibrada, esteticamente atrativo para arquitetos e designers, possui grande versatilidade de usos e preço competitivo, além de ser ecologicamente eficiente.





**Figura 3. Partículas utilizadas na produção do OSB (cortadas no sentido longitudinal às fibras). Fonte: CICHINELLI, 2005 – [www.portalosb.com.br](http://www.portalosb.com.br)**

Durante o processo de produção das placas (Figura 4), é possível o melhor aproveitamento das toras de madeira - o OSB utiliza 96% da tora, contra 56% do compensado - o que permite otimizar o custo do produto, tornando-o ecologicamente mais eficiente. Produzido, no Brasil, a partir de tiras orientadas de pinus, madeira de reflorestamento, é um dos poucos materiais que consideram o ciclo de uso completo, da concepção - eliminando sobras de forma industrialmente racionalizada - até a preocupação com sua utilização, feita da maneira mais adequada a cada tipo de uso. Outro aspecto relevante é a não utilização de árvores adultas na fabricação do OSB. A sua matéria-prima é constituída unicamente por madeira de pequena dimensão, proveniente de florestas geridas de forma sustentável (CICHINELLI et al., 2005).



**Figura 4. Processo de produção do OSB. Adaptado de SBA, 2006.**

A partir da sua introdução no mercado americano, o OSB foi rapidamente aceito, substituindo os demais painéis no segmento de construção residencial. A produção de OSB está basicamente concentrada nos Estados Unidos e no Canadá, sendo esses dois países responsáveis por cerca de 95% da produção mundial. Os Estados Unidos são responsáveis por mais de 80% do consumo mundial do produto (TOMASELLI, 1998). Nestes países, a partir da década de 90, o OSB passou a competir em larga escala com as chapas de compensado. Nos dias atuais, todos os códigos de edificações americanos e canadenses reconhecem a qualidade do material para os mesmos usos que a madeira compensada (CICHINELLI et al., 2005). O OSB é recente no Brasil, mas mesmo antes da sua introdução, advinda de importações da Europa, as pesquisas já eram desenvolvidas em laboratório, entre as quais, por exemplo, podem ser citadas as publicadas por Gouveia et al. (2000) e Mendes et al. (2000).

O OSB só começou a ser produzido e comercializado em grande escala a partir de 2002, e somente uma empresa o fabrica em grande escala, a Masisa do Brasil, instalada em Ponta Grossa, no estado do Paraná (SBA, 2006).



**Figura 5. Uso de OSB na construção civil. Fonte: SBA, 2005 – [www.osbguide.com](http://www.osbguide.com).**

Quanto à sua utilização, o mercado nacional disponibiliza cinco variações do produto:

- *OSB Multiuso*: Ideal para construção civil (tapumes, canteiros de obras, bandejas de proteção e passarelas), embalagens, móveis e decorações (Figura 6);



**Figura 6. OSB Multiuso: grande uso na confecção de embalagens. Fonte: SBA, 2004 – [www.osbguide.com](http://www.osbguide.com).**

- *OSB Home*: próprio para o uso em construção seca, sendo usado nas paredes, pisos e telhados (Figura 7). Recebe proteção contra cupim, garantido por 10 anos e é identificado por receber selo 'TECO TESTED' em uma das faces - marca garantida de que a produção segue os parâmetros de normas internacionais de resistência físico-mecânica - e a borda é selada com tinta verde para maior proteção à umidade;



**Figura 7. OSB Home: versatilidade no uso em pisos e telhados. Fonte: SBA, 2005 – [www.osbguide.com](http://www.osbguide.com).**

- *OSB Lixado*: pronto para uso, com superfície lixada e calibrada, podendo ser revestido com lâminas de madeira natural, ou laminados plásticos de alta pressão;
- *OSB Home M&F* : é um painel com encaixes tipo macho-e-fêmea, próprio para estruturar pisos e que admite qualquer tipo de revestimento (Figura 8). Sua finalidade é facilitar a instalação de pisos, entrepisos e coberturas, agilizando essas etapas da obra;



**Figura 8. OSB *Home M&F*: encaixe macho-e-fêmea para estruturar pisos. Fonte: SBA, 2006 – [www.osbguide.com](http://www.osbguide.com).**

- *OSB Tapume* : painel com formato 1,22 x 2,20m. Formato adequado para o uso em tapumes.

### **3.1.1. VIGAS I**

Além dos usos anteriormente citados, há ainda a possibilidade da produção de vigas com formato em I, que utilizam o OSB como elemento de ligação (parte denominada de “alma”) entre as partes mais solicitadas (chamadas de “mesas”). Fabricadas sob medida, as alturas das almas das vigas variam de 20 a 65 cm de altura. São arquitetonicamente flexíveis e permitem que as relações de espaçamento, altura e dimensionamento das mesas e da alma sejam feitos para se adequar às demandas do projeto, como altura máxima da estrutura, carga máxima nos apoios, carga total distribuída ou flecha máxima admissível. (CICHINELLI et al., 2005)

As situações onde a viga I tem seu melhor desempenho são aquelas onde há necessidade de pouco peso próprio – geralmente maiores do que 4 metros e menores do que 8 metros -, ou

grandes vãos como mezaninos de lojas de shoppings, coberturas de salões, coberturas entre platibandas, pisos e estruturas porticadas leves.

Outro excelente uso dessas vigas acontece em situações de restauros, como pisos apoiados sobre paredes de taipa de pilão, onde o estado das paredes não permite a simples substituição do barroteamento de madeiras de lei de alta densidade por outras de igual dimensão (CICHINELLI et al., 2005). Exemplos das Vigas-I em OSB e sua aplicação são apresentados na Figura 9.



**Figura 9. Vigas I com alma em OSB. Fonte: [www.griggsoftimber.co.uk](http://www.griggsoftimber.co.uk)**

### **3.1.2 OSB e outras placas estruturais**

O OSB é uma placa estrutural e não concorre diretamente com o MDF que, ao contrário, não possui essa função. O seu concorrente direto é o painel compensado que apresenta indicações para os mesmos tipos de usos. O compensado é um painel formado através da colagem de lâminas de madeira, geralmente em número ímpar de camadas, sobrepostas com a direção das fibras das camadas sucessivas formando ângulos retos entre si (KOLLMANN et al., 1975; TSOUMIS, 1991). O direcionamento cruzado das fibras também proporciona a uniformidade das propriedades mecânicas nas duas direções do plano da chapa. Outras características importantes dos compensados são a sua capacidade de suportar cargas de impacto que se impõem a certas estruturas e a resistência a rachaduras (WALKER, 1993). De acordo com TSOUMIS (1991), é praticamente impossível rachar o compensado, sendo isso também importante no que diz respeito ao uso de pregos e outros conectores. Existem dois tipos básicos de compensados, sendo um de uso interno, colado principalmente com resinas à base de uréia-formaldeído; e outro de uso externo, em que na maioria das vezes a resina utilizada é de base fenólica (TOMASELLI, 1998).

A utilização de chapas OSB tem crescido significativamente e ocupado espaço antes exclusivo de compensados, em virtude de fatores como: (1) redução da disponibilidade de toras de boa qualidade para laminação; (2) OSB pode ser produzido de toras de qualidade inferior e de espécies de baixo valor comercial; (3) a largura das chapas OSB é determinada pela tecnologia de produção e não em função do comprimento das toras, como no caso de compensados (Iwakiri, 1999).

O produto possui ótima resistência físico-mecânica, performance de arranque a parafusos e possibilidade de pintura equivalente aos outros painéis estruturais. Outra característica é a qualidade interna, comparada à do compensado, pois não contém nós soltos (Fonte: IPT/SP e CETEMO/RS, citados por CICHINELLI, 2005).

No compensado, é comum a ocorrência de falhas e densidades diferentes no interior que podem comprometer a resistência à ruptura e a elasticidade, além de influir na estabilidade do painel. O processo de produção em grande escala e automatizado proporciona às chapas qualidade absolutamente uniforme. Comparando o OSB com outros materiais, o produto apresenta resistência superior ao MDF (2,5 vezes maior) e ao aglomerado quando submetido a ensaios de resistência à ruptura e à elasticidade. Entretanto, esses dois materiais não possuem função estrutural e são indicados para o uso na indústria moveleira. No quesito resistência à ação d'água, o OSB é similar ao compensado fenólico em relação ao descolamento (Fonte: IPT/SP e CETEMO/RS, citados por CICHINELLI, 2005).

### **3.2. Peças de Madeira de Reflorestamento**

Atualmente, em virtude de vários fatores de natureza social, econômica e ambiental, a função produtiva das florestas tem assumido cada vez maior importância, devido principalmente ao fato de os recursos naturais estarem se tornando cada vez mais restritos e, também ao crescimento demográfico, que provoca o aumento do consumo de bens, serviços e produtos de origem florestal.

As florestas fornecem matéria-prima para a indústria de um modo geral. O grande desafio está em estabelecer e conduzir planos de ação contínuos capazes de atingir os interesses intrínsecos da atividade florestal, que são o de promover o bem estar e o crescimento sócio-econômico do país. É dentro deste contexto que se insere o uso de madeiras de reflorestamento na construção civil, principalmente o de peças produzidas a partir do *Eucalyptus* sp. No Brasil, as espécies mais utilizadas do gênero *Eucalyptus* na construção civil são: *Eucalyptus citriodora*; *E. camaldulensis*; *E. alba*; *E. cloesiana*; *E. dunnii*; *E. grandis*; *E. maculata*; *E. maidene*; *E. microcorys*; *E. paniculata*; *E. propinqua*; *E. punctata*; *E. saligna*; *E. tereticornis*; *E. triantha*; *E. umbra*, e *E. urophylla*. Do gênero *Pinus* as mais utilizadas são: *Pinus caribea* var. *caribea*; *P.*



*caribea* var. *bahamensis*; *P. caribea* var. *hondurensis*; *P. elliotii* var. *elliotii*; *P. oocarpa* *shiede*, e *P. taeda*. (OLIVEIRA et al., 2004).

No projeto, propõem-se o uso do *Eucalyptus pellita*, espécie ainda pouco estudada no Brasil, mas com bons resultados de utilização em construções e estruturas em países como a Austrália, com grande cultura de construção em madeira. Esta espécie possui desenvolvimento rápido e menores exigências ambientais e nutricionais que o *Eucalyptus citriodora* por exemplo, um dos mais utilizados no Brasil para fins estruturais.

Como material de construção, a madeira oferece muitas peculiaridades. Entre as vantagens, destaca-se como um dos poucos materiais renováveis com baixa energia de processamento (muito menor que o aço, alumínio ou concreto); fornece um isolamento térmico por polegada de espessura, muito maior do que os metais ou o concreto; possui maior relação resistência e rigidez em função do peso do que outros materiais; relativamente fácil para trabalho, exigindo ferramentas simples e, em algumas circunstâncias, apresenta boa durabilidade natural (Fonte: REMADE, 2001).

Entre as desvantagens, destaca-se o fato de a madeira ser combustível e apresentar defeitos decorrentes das tensões de crescimento e de uma secagem mal conduzida. Tais desvantagens não devem ser encaradas como obstáculos à utilização desse material, uma vez que existem soluções simples e acessíveis ao nível de projeto. Existe sim, a necessidade de uma estreita ligação entre a ciência e tecnologia da madeira com a ciência e a técnica florestal, para que a madeira possa ocupar seu espaço e desempenhar uma função satisfatória como material de construção (Fonte: REMADE, 2001).

O gênero *Eucalyptus* possui um enorme potencial quanto ao suprimento de madeiras para os mais variados fins. A sua madeira se encontra em franca expansão no setor de construção civil e se tornará dominante, em um futuro breve, em todas as instâncias do setor madeireiro. Quanto à resistência mecânica, o gênero não apresenta nenhuma restrição, em função do número elevado de espécies, apresentando características mecânicas variando de baixa a muito elevada. (Fonte: REMADE, 2001).

Em relação às outras propriedades tecnológicas, o uso da madeira de eucalipto, ainda é um desafio, principalmente considerando a produção de madeira para utilização mais nobre, como a indústria moveleira e alguns setores que demandam madeiras com características especiais. Tais desafios se devem, em grande parte, à inadequação do material utilizado, uma vez que a madeira disponível no mercado foi plantada e manejada com outros fins, como o suprimento de matéria-prima para a indústria de papel, chapas e carvão vegetal.

Para ampliar o leque de utilização da madeira de eucalipto, há necessidade da incorporação de novas espécies que podem substituir as espécies nativas, tradicionalmente utilizadas e atualmente encontradas com certa raridade no comércio madeireiro. Há necessidade

de esforços cada vez maiores dos pesquisadores, no sentido de adequação de tecnologias de processamento às espécies já introduzidas e, também, um criterioso estudo de seleção de espécies e melhoramento genético, visando à obtenção de material adequado às novas exigências do mercado (Fonte: REMADE, 2001).

Com a intensificação do uso de madeiras reflorestadas reduz-se a pressão sobre as florestas nativas, responsáveis pela maior parte da madeira usada na indústria moveleira e na construção civil - 60% da madeira serrada usada no setor industrial, de acordo com dados da ABPM (GERALDO, 2005).

Além disso, o aproveitamento de florestas de rápido crescimento na produção de madeira serrada é fundamental na diminuição das concentrações de CO<sub>2</sub> na atmosfera, pois o gás absorvido da atmosfera e contido na madeira é imobilizado durante toda a sua existência, sendo tanto mais efetivo quanto mais duradoura for a peça de madeira. Assim sendo, enquanto a madeira existir na forma de móveis, objetos, construções e componentes para edificações, a atmosfera terrestre estará com menor concentração de CO<sub>2</sub>, o principal responsável pelo efeito estufa. Com isso, o uso do produto florestal como madeira sólida, além dos benefícios econômicos e sociais, gera conseqüências positivas para o meio ambiente. (PONCE, 1995).

Os métodos silviculturais de cultivo de eucalipto reduziram o uso de queimada (prática ainda muito usada na região amazônica), que é um dos responsáveis pela sexta posição do Brasil no ranking dos maiores poluidores atmosféricos do mundo, de acordo com relatórios da ONU, reduzindo o efeito estufa atmosférico.

A floresta influencia diretamente o clima, diminuindo a temperatura em seu interior e acima dela, a umidade relativa do ar e possivelmente alterando o regime de chuvas em áreas cobertas. A redução de CO<sub>2</sub> na atmosfera também se dá através dos fungos micorrízicos que se associam e/ou são inoculados às raízes das plantas, como no caso das florestas de pinus utilizadas na produção de OSB, sendo eficiente dreno de carbono atmosférico, que é utilizado na formação de sua micomassa, especialmente suas hifas. Atualmente, sob as chancelas da Convenção do Clima e Protocolo de Kyoto, a interação floresta-clima passou a ser oportunidade de negócios e motivo de disputas políticas entre países ricos e pobres.

A preservação das florestas nativas garante a manutenção dos recursos hídricos nacionais, já que os maiores reservatórios de água do país estão em regiões de floresta, como a Amazônia, que também é a principal fonte de madeira para construção. Além disso, garante-se também a conservação da biodiversidade presente em florestas, bem como a diversidade de fitoterápicos, fármacos e demais compostos químicos retirados diretamente de plantas e insetos muitas vezes somente encontrados nas florestas.

### 3.3. Chapas Madeira-cimento

Segundo LATORRACA et al. (2000), a produção de painéis de cimento-madeira no Brasil, ainda inexiste em escala industrial, apesar de ser um produto já consolidado em diversos países. Estes painéis comparados a outros tipos de chapas, como compensados e sarrafeados, apresentam menores exigências em relação à matéria-prima (madeira), quanto a sua forma, dimensões e defeitos naturais.

Os painéis de cimento-madeira (Figura 10) possuem uma longa história de aplicação e aceitação no setor da construção civil, principalmente na Europa e Ásia, com uma produção de 2,5 milhões de m<sup>3</sup> em 1996. (LATORRACA et al., 2000)



**Figura 10. Exemplos de chapas madeira-cimento. Fonte: ALBUQUERQUE et al., 2003 REMADE.**

A produção em larga escala de chapas de cimento-madeira, surgiu em 1976 na Alemanha e atualmente estes painéis são bastante utilizados além da Alemanha, no Japão, na Rússia, dentre outros. Possivelmente, este quadro já tenha se modificado uma vez que nas últimas décadas ocorreu uma expansão da produção de chapas de fibro-cimento (Wood fibre cement) nos Estados Unidos e de chapas de cimento-madeira (Cement-bonded particleboard) no México. (LATORRACA et al., 2000)

As razões para sua boa aceitação se devem, entre outros fatores, às propriedades apresentadas, tais como: resistência ao ataque de fungos e cupins, bom isolante térmico e acústico, incombustível e de trabalhabilidade relativamente simples, como algumas madeiras e outras chapas estruturais.

O uso de resinas sintéticas, como a fenol-formaldeído, tem seu uso limitado devido principalmente a sua durabilidade e a uma alta combustibilidade, além do que, são produtos derivados do petróleo, o que contribuem para a elevação dos custos. Estes fatores contribuem para que a utilização dos painéis de cimento- madeira ganhem uma posição de destaque entre os produtos florestais. Porém, segundo LATORRACA et al. (2000), algumas limitações como a incompatibilidade de várias espécies podem, de certa forma, restringir o emprego desses painéis. Isto ocorre devido à presença de algumas substâncias químicas da madeira que retardam a pega e o endurecimento do compósito, prejudicando as propriedades finais da chapa. Apesar desta adversidade, várias pesquisas, ainda poucas realizadas no Brasil, têm mostrado que tratamentos adequados são capazes de tornar essas espécies aceitáveis, minimizando assim seus efeitos inibidores.

O emprego dessas chapas é promissor, considerando a possibilidade e a necessidade de melhor utilização dos resíduos gerados tanto na exploração florestal, bem como no processamento industrial, onde estes ainda são altamente desprezados. Esta prática, resultaria por aumentar o valor agregado da madeira, minimizaria os depósitos de resíduos, e criaria a possibilidade de instalação de novas empresas gerando receitas e novos empregos. (LATORRACA et al., 2000)

A tecnologia de produção dos painéis de cimento-madeira é muito similar ao processo de produção de aglomerados com resina sintética. Esse tipo de painel (cimento-madeira) apresenta uma composição relativamente simples. Ele é composto basicamente de partículas ou fibras de madeira (agregado), cimento Portland (aglomerante) e água, na proporção de 1:3:1,5 (com base no peso).

A exigência maior se refere quanto à composição química desse material, a qual pode afetar a solidificação do cimento. Pesquisas mostram que a capacidade de solidificação do cimento na presença da madeira é determinada pela composição química da mesma. De acordo com SANDEMANN E SHMITZ (1966), citados por SIMATUPANG et al. (1978), os extrativos da madeira são os responsáveis pela inibição da solidificação do cimento. Seus princípios ativos são os compostos fenólicos e os carboidratos livres. Assim, a limitação intrínseca ao uso de uma determinada matéria-prima, está relacionada, principalmente à garantia do seu suprimento contínuo e das suas propriedades químicas.

Tratamentos têm sido empregados com sucesso visando eliminar ou minimizar os efeitos inibidores de substâncias químicas presentes na madeira. Estes se baseiam essencialmente na redução destas por meio físico, químico ou biológico.

A madeira, matéria-prima mais utilizada como agregado, é utilizada sob duas formas, ou seja, na forma de pequenas partículas que compõe os painéis chamados de cimento-madeira, ou na forma de fibras que compõe os painéis conhecidos como fibro-cimento. Os aglomerantes inorgânicos empregados na manufatura das chapas minerais são a gipsita (gesso natural) e o cimento Portland, sendo este último um dos mais empregados. (LATORRACA et al., 2000)

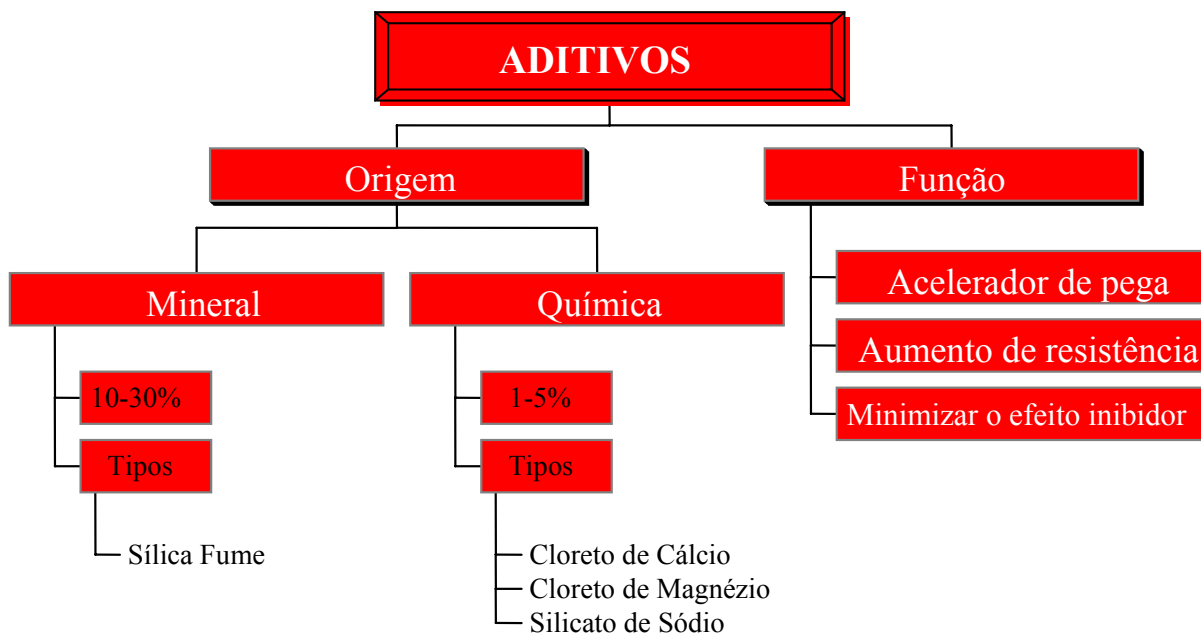
A combinação entre a madeira nas suas duas diferentes formas e os tipos de aglomerante, gesso e cimento Portland, geram as principais categorias de produtos que são destinados a vários e diferentes usos (Figura 11). Estes produtos são os mais difundidos e utilizados em vários países e apresentam as principais características que fazem com que as chapas de cimento-madeira sejam um material ideal para uso tanto em exterior como interior nas construções. (LATORRACA et al., 2000)



**Figura 11. Categorias das chapas de cimento-madeira e gesso-madeira.**

**Fonte: LATORRACA (2000)**

Os aditivos podem ser orgânicos e inorgânicos quanto à sua composição. Em chapas de cimento-madeira têm sido empregados com o propósito de reduzir o tempo de endurecimento do cimento, acelerando a pega e encurtando a cura. Os aceleradores, como são chamados, têm a função de eliminar os efeitos desfavoráveis das substâncias da madeira solúveis em água, sobre o endurecimento, além de reduzir o longo período de tempo de cura dos painéis (Figura 12). Os sais, cloreto de cálcio e cloreto de magnésio são alguns dos aditivos utilizados. O aditivo acelerador cloreto de cálcio é o que vem sendo, destacadamente, o mais utilizado durante décadas, provavelmente, porque este aditivo acelera eficientemente a hidratação dos silicatos de cálcio, principalmente o  $C_3S$ , além de ser muito barato. Aditivos minerais, como a sílica fume, também são empregados em chapas minerais. A substituição do cimento Portland por várias porções de sílica fume tem um efeito surpreendente sobre as propriedades de resistência das chapas feitas com espécies de baixa compatibilidade. A efetiva proporção de sílica fume para substituir o cimento na mistura vai depender da espécie. (LATORRACA et al., 2000)



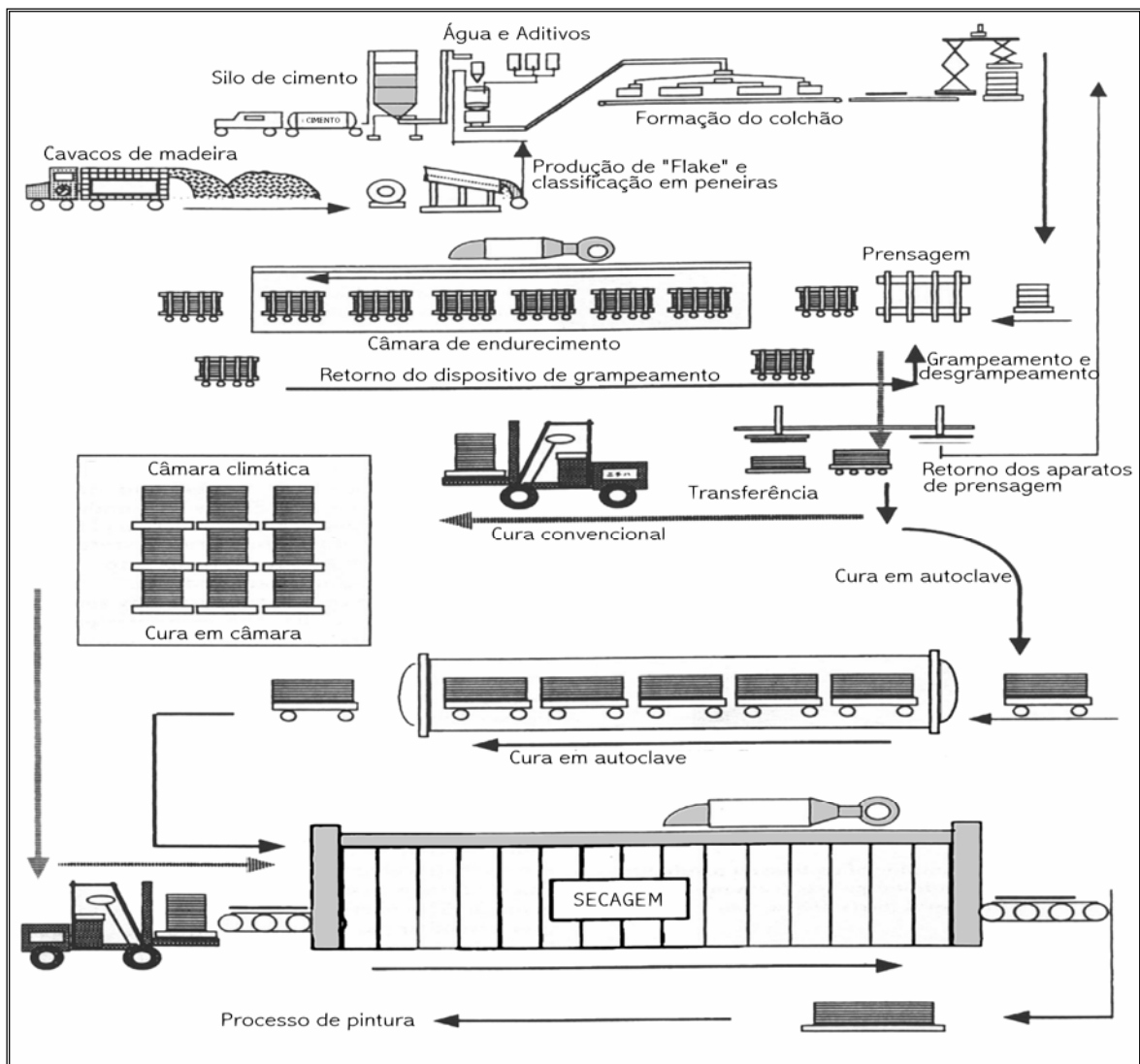
**Figura 12. Aditivos utilizados na confecção de chapas madeira-cimento.**

**Fonte: LATORRACA (2000)**

### 3.3.1 Processo de Produção

Os painéis de cimento-madeira, segundo MOSLEMI (1998), são produzidos em plantas relativamente pequenas quando comparadas às indústrias de aglomerado convencional. Essa pequena capacidade é devido à lenta velocidade de cura dos painéis. A Figura 13 ilustra uma linha típica de produção. Nota-se que a madeira é reduzida a partículas (“flake” ou outro tipo). Essas partículas são classificadas em sistemas de peneiras, onde são separadas por tamanho desejado. Neste estágio não é necessário a secagem das mesmas. A madeira, o cimento e a água são misturados juntos para formar o colchão que será levado para prensagem.

Esses colchões são depositados sob aparatos (placas) onde serão prensados e grampeados (processo em que as chapas são presas às grades de prensagem utilizando *grampos* – espécies de sargentos – que otimizam o processo de prensa) por meio de um dispositivo especialmente desenhado. DIX (1989), relata que a formação do colchão na estação formadora, que varia de planta para planta, é realizada sobre aparatos de aço em uma linha que se movimenta ininterruptamente. Uma mistura contendo partículas finas são depositadas para formar as camadas superficiais das chapas e outra, com partículas maiores, formam o miolo.



**Figura 13. Lay-out de uma planta de produção de painéis de cimento-madeira, incorporando um autoclave para cura das chapas. Fonte: MOSLEMI (1998)**

Ainda segundo MOSLEMI (1998), logo após serem grampeadas, as chapas são transferidas para uma câmara de cura para o endurecimento e o desenvolvimento da resistência e, de acordo com informações de SOLÓRZANO (1989) e DIX (1989), as mesmas ficam ali por um período de 6 a 8 horas a uma temperatura de 60°C.

Para VALENZUELA (1989), o objetivo das chapas permanecerem nessas câmaras, é obter uma boa hidratação do cimento e não deixar que ocorra perda de calor. Com a elevação da temperatura de cura aumenta-se a velocidade do endurecimento e resistência, segundo NEVILLE



(1982). À pressão atmosférica o processo pode ser considerado como um caso especial de cura úmida.

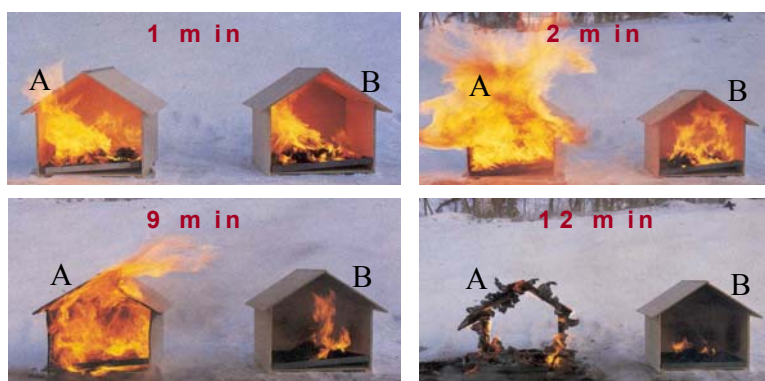
Ao completar o processo de cura, as chapas retornam à prensa onde os grampos são abertos e os aparatos de prensagem retornam para a linha de produção. As chapas são esquadrejadas e estocadas em pátio, por 10 a 14 dias (DIX, 1989; MOSLEMI, 1998). MOSLEMI (1998), acrescenta que, pesquisas no Japão indicam que com a inclusão de um autoclave na linha de produção e com modificações na formulação dos materiais dos painéis, pode ser eliminada a necessidade de curar as chapas em pátio.

Após a maturação, os painéis são transportados através de uma estufa de secagem, que assegurará que os mesmos ficarão com o teor de umidade entre 9 a 10%. Já condicionadas, as chapas recebem o acabamento final para que então possam estar disponíveis para comercialização.

### 3.3.2. Características e aplicações

Sua provada versatilidade permite, segundo DIX (1989), que os painéis de cimento-madeira sejam utilizados em uma vasta gama de aplicações, superior a qualquer outro tipo de painel. Desde o início dos anos sessenta, os painéis de cimento-madeira, têm sido utilizados em ambientes com variações climáticas, tais como, quente e frio e seco e úmido.

Segundo CHAPOLA (1989), a aplicação dos painéis de cimento-madeira, vai além dos usos indicados para o aglomerado convencional, especialmente em ambientes úmidos e com riscos de incêndios, onde o emprego de aglomerados convencionais se torna inadequado. A Figura 14 apresenta um exemplo simulado de resistência das chapas de cimento-madeira (B) ao fogo, comparado com o aglomerado convencional (A).



**Figura 14. Comparativo de resistência ao fogo: aglomerado (A) x chapa madeira-cimento (B).**

**Fonte: ILVES MINERAL citado por LATORRACA (2003).**

ROSCELLI (1989) destaca que os painéis de cimento-madeira são muito versáteis. Esse painel é relativamente resistente, principalmente ao fogo e à umidade. Segundo o autor, esse painel já foi comparado com uma grande variedade de produtos. Destes podem se destacar, painéis à base de madeira, tais como, compensados, chapas de média densidade e o aglomerado à base de uréia-formaldeído. Dados sobre propriedades mecânicas, resistência à umidade, resistência à abrasão, trabalhabilidade e estabilidade dimensional, foram comparados entre esses produtos e os resultados indicam que os painéis de cimento-madeira apresentam grandes potencialidades de mercado.

DIX (1989) destaca o uso para paredes de casas pré-fabricadas (Figura 15A), bancadas (para-peito), pisos, revestimento de túneis, paredes divisórias, paredes isolantes térmico e acústico, portas corta fogo, forros de casas, etc. A sua utilização não abrange somente residências (Figura 15B), mas também pavilhões, estádios e edifícios públicos, estando presentes em banheiros, lavanderias e cozinhas.



A



B

**Figura 15. Aplicações em casas pré-fabricadas (A) e residências (B). Fonte: LATORRACA (2003).**

## **4. PROJETO DE APLICAÇÃO PRÁTICA**

### **4.1. Apresentação da proposta do projeto**

Observando a deficiência de estudos na área de construção civil em madeira e seus derivados na UFRRJ e no estado do Rio de Janeiro, resolveu-se desenvolver um projeto onde pudessem ser propostos os usos de materiais que viessem a viabilizar e acessibilizar casas decentes às pessoas de renda deficitária, materiais esses adaptados de métodos construtivos amplamente utilizados em regiões desenvolvidas do mundo e de grande destaque no setor de produtos florestais e que ainda são pouco explorados no Brasil.

### **4.2. Método Construtivo**

O método construtivo proposto neste trabalho baseou-se no Manual de Construção de Casas pelo Sistema Plataforma disponibilizado na reportagem “Casas em madeira reflorestada e painéis”, publicado pela Revista da Madeira – REMADE (2001), e sofreu adaptações para adequação à proposta de casa popular (Anexo I, Figura 1).

#### **4.2.1. Fundação**

A fundação deve oferecer uma base para apoio do piso da edificação. Ela assume basicamente três formas distintas: laje de fundação ou “radier” (Anexo I, Figura 2), sapata corrida de concreto armado ou alvenaria ou pilotis simplesmente cravados no terreno ou apoiados sobre blocos.

A escolha do tipo de fundação depende da topografia do local, da construção, de aspectos geológicos e arquitetônicos. Em locais de topografia acidentada pode ser mais conveniente o uso de estacas ou *pilotis*, pois há menor movimentação de terra, escavações e aterros.

No presente projeto foi inserida uma laje de fundação ou radier, onde serão feitas duas canaletas de 30 cm de largura e comprimento e distância equivalentes às medidas do telhado. Estas canaletas estarão em contato com o solo (profundidade de 20 cm) e serão preenchidas por areia, servindo de calhas para escoamento da água da chuva que escorre pelo telhado, impedindo que respingue água nas paredes (Anexo I, Figura 3). Consideraremos um terreno plano e bem drenado. O radier possuirá 20 cm de espessura com concreto de 32 MPa ( CP332) e será armado com vergalhões de 6,3 mm na parte inferior.

#### **4.2.2. Piso**

Os pisos inseridos no projeto proposto, do mesmo modo que a fundação, podem ser de vários materiais: madeira, concreto, cerâmica, e mesmo uma combinação destes. Pisos de madeira, por exemplo, são indicados principalmente para construções em terrenos inclinados (onde são utilizados sobre estacas ou *pilotis*, o que reduz custos e movimentação de terra), terrenos muito frágeis ou úmidos (pois são estruturas mais leves que as de alvenaria), ou para os pisos dos andares superiores.

A principal característica do piso é apresentar uma superfície plana onde serão apoiadas e amarradas as paredes da edificação. A superfície plana é a plataforma em que se baseia a construção.

O piso proposto é o de cimento queimado, pois sua execução, enquanto revestimento, é uma técnica bastante antiga que, apesar de estar em desuso, pode ser uma alternativa econômica e prática.

A técnica passa pela aplicação da argamassa base, em cimento e areia fina lavada, traço 1:3 em volume, em quadros alternados, como num tabuleiro de xadrez. A espessura média da argamassa base deverá ser de 30mm, ou 25mm quando for utilizado chapisco de aderência, podendo variar de acordo com a regularidade da superfície do contrapiso. Recomenda-se o uso de um aditivo plastificante como o "Sikanol S" (nome comercial), por exemplo, na proporção indicada pelo fabricante, para evitar fissuras por retração e melhorar a trabalhabilidade da argamassa.

Para melhorar a impermeabilidade, em ambientes úmidos como banheiro, pode-se utilizar um aditivo impermeabilizante, como o "Sika 1" (nome comercial), por exemplo, na proporção indicada pelo fabricante. O alisamento da argamassa será feito de preferência com régua metálica. Deverá ser realizado polvilhamento de cimento seco sobre a superfície ainda fresca, na razão de 0,5 kg/m<sup>2</sup>. Por fim realiza-se o alisamento suave do cimento polvilhado com desempenadeira de aço, sem pressionar a argamassa base.

#### **4.2.3. Banheiro**

Para construção do banheiro são propostas placas de cimento-madeira como revestimento de paredes. Uma coluna de eucalipto tratado roliça em conjunto com duas peças de seção 10 x 20 cm cruzadas sobre a mesma, servirá de sustentação para uma caixa d'água de 1000 litros, que será projetada acima do nível do telhado (Anexo I - Figura 4 e Figura 5). No restante da área útil do mesmo será utilizado o mesmo processo de construção das paredes.

#### 4.2.4. Paredes

As paredes são os elementos da construção que oferecem maiores oportunidades de diminuição de custo e de mão-de-obra, através da utilização das técnicas do sistema plataforma.

Os elementos básicos da estrutura das paredes são: os montantes verticais, a barra horizontal inferior, as barras horizontais superiores, os montantes especiais que definem as portas e janelas e as vergas que suportam as cargas verticais sobre as aberturas.

Em construções onde elementos da estrutura são de madeira, a pregação é o meio mais prático de se fazer a união entre as peças.

O revestimento da estrutura será feito com painéis OSB e tem duas funções principais: suportar e transferir cargas para as fundações e fechar e prover uma base plana para aplicação de fachadas e acabamentos das construções.

A estrutura da parede será composta basicamente de um conjunto de montantes de madeira (Anexo I, Figura 6), com seção aproximada de 10,0 x 10,0 cm, feitos a partir do corte das costaneiras de toras de eucalipto tratado de pequeno diâmetro (maiores ou iguais a 10,0 cm de diâmetro), de modo que suas arestas mantenham o formato circular da tora, e serão espaçados 61 cm entre si. Haverá ainda uma barra horizontal de seção 10,0 x 5,0 cm na base da parede (Anexo I - Figura 7) e duas barras no topo. Completam a estrutura elementos que definem as portas e janelas.

Todas as peças devem apresentar teor de umidade inferior a 20%. O espaçamento dos montantes será coordenado com o espaçamento das tesouras do telhado, de modo que as cargas do telhado sejam resistidas principalmente pelos montantes. O pé direito será igual ao comprimento dos montantes acrescidos de três espessuras das barras horizontais, duas superiores e uma inferior. Todos os montantes inteiros devem ter o mesmo comprimento, e devem ser seccionados *a priori* em serra que assegure perfeito esquadro nas extremidades.

Cada montante será conectado à barra horizontal inferior com dois pregos de 3,9 mm x 83,0 mm (19 x 36) e à barra superior com outros dois pregos da mesma medida, sendo esta sobreposta com outra barra. A segunda barra horizontal superior, só será pregada após a colocação da estrutura completa da edificação na posição definitiva, isto é, depois de aprumadas e de feitas as ligações entre as paredes. A segunda barra superior servirá de amarração entre as paredes e será posicionada após a pregação dos montantes, devendo sempre sobrepor parte do painel adjacente. Por exemplo, as paredes de frente e de fundos serão colocadas entre as extremidades das paredes laterais, as linhas de amarração das paredes de frente e de fundos devem recobrir as extremidades das paredes laterais. A fixação da barra de amarração superior à peça horizontal superior do painel será feita com pregos de 83 mm de comprimento, aplicados a cada 40 cm.

Os cantos externos da edificação serão compostos de peças roliças de eucalipto com cortes especiais para alocação das placas, de modo a garantirem uma eficiente amarração das paredes e assegurarem superfícies para pregação, tanto do fechamento interno quanto externo. Já os cantos internos serão formados por dois montantes convenientemente posicionados.

As aberturas, isto é, as portas e janelas, requerem estruturas especiais, principalmente nas paredes que receberão cargas dos telhados. O vão superior das aberturas será sustentado pelas vergas, que serão compostas por uma peça de mesma seção dos montantes (Anexo I, Figura 8). Para se alcançar a altura desejada da verga (que será em função da largura da abertura e classe de resistência da madeira utilizada), serão sobrepostas quantas peças forem necessárias. As vergas serão suportadas nos extremos por pares de montantes, um em cada extremidade. Esses montantes serão cortados da altura da verga até a peça horizontal inferior, e serão pregados justapostos a montantes inteiros com pregos de 83 mm de comprimento.

Depois de concluída a construção da ossatura das paredes, será feita a pregação das chapas de OSB. A pregação dos painéis de OSB poderá ser feita antes ou depois da colocação da estrutura na posição definitiva (Anexo I, Figura 9). A seleção dos painéis está relacionada com o espaçamento dos montantes, disposição nas paredes (lado maior na vertical ou horizontal), pregação e esforços de cisalhamento à distorção no plano da parede, isto é, esforços de vento ou movimentações do terreno.

Os painéis são especificados para determinados vãos máximos, isto é, distância máxima entre dois montantes consecutivos. De acordo com as especificações do fabricante e exigências da edificação, considerando cargas de segurança, foram projetadas chapas de 15,0 mm para fechamento externo e 12,0 mm para o fechamento interno, ambas com encaixe macho-fêmea.

Para evitar as conseqüências da expansão dimensional provocada pela absorção de umidade nas bordas das chapas de OSB, recomenda-se deixar um espaço de 3,0 mm nas bordas laterais e nas extremidades das chapas. Recomenda-se também, deixar espaços de 3,0 mm para expansão ao redor de portas e janelas.

Em elementos estruturais de madeira normalmente são usados pregos de 2,9 mm x 50 mm (16 x 24). Os pregos serão espaçados de 15 cm nas bordas e 30 cm nos montantes intermediários. Podem também ser usados grampos, desde que em dimensões apropriadas.

As paredes laterais deverão ser construídas antes das paredes frontais. As paredes laterais serão aquelas que suportarão as tesouras do telhado. A construção da parede iniciará pela marcação, a partir de uma das extremidades, da posição dos montantes nas barras horizontais inferior e superior. As barras horizontais devem cobrir todo o comprimento da parede e devem ser selecionadas por sua retidão. As emendas das barras horizontais serão feitas no centro dos montantes através de pregação. As emendas das barras inferiores não deverão coincidir com as

das barras superiores. Deverão ser marcadas as posições dos montantes e as linhas de centro das portas e janelas e das paredes divisórias.

Nas barras horizontais, uma superior e outra inferior, serão marcadas as linhas de centro dos montantes. Com auxílio de um esquadro de carpinteiro, serão traçadas as linhas de centro que servirão de orientação para pregação dos montantes nas barras horizontais. Os montantes serão pregados através dos topos, com pregos de 83 mm de comprimento, que atravessam as peças horizontais. Depois de terminada a construção e o levantamento das paredes laterais, serão feitas as paredes frontal e dos fundos. A distância exata entre as faces interiores das paredes laterais será o comprimento das paredes frontal e posterior.

A distância entre a parte superior da verga e a peça horizontal superior da estrutura, deverá ser preenchida com montantes curtos, com comprimentos correspondentes. Na parte inferior da abertura das janelas, serão usados montantes curtos que suportarão a soleira da janela.

A soleira será pregada sobre a ponta superior dos montantes curtos com pregos de 83 mm de comprimento. A soleira deverá ser também pregada com pregos inclinados no montante, cuja extremidade superior suportará a verga. Nas portas, a peça horizontal inferior deverá permanecer até o aprumo final e amarração das paredes, sendo depois serrada rente à face do montante e retirada.

#### **4.2.5. Cobertura**

As estruturas de cobertura poderão ser de dois tipos: tesouras pré-fabricadas e estruturas construídas no local. A estrutura com tesouras pré-fabricadas é mais prática para ser feita, depende menos de conhecimentos de carpintaria, é de construção mais rápida, dispensa apoios nas paredes internas, provê suporte para o forro e sua colocação (praticamente não demanda andaimes) atende às pretenções do projeto, onde será construído um telhado de duas-águas. Seu uso é mais favorável em casas retangulares e telhado em duas águas. Contudo, também podem ser utilizadas em telhados de quatro-águas, que é proposto alternativamente no projeto.

As tesouras constituem uma montagem de várias peças formando uma estrutura rígida, geralmente de forma triangular, capazes de suportar cargas sobre vãos mais ou menos grandes, sem suporte intermediário. As tesouras são geralmente usadas em vãos entre 6 e 12 metros. Em virtude de não necessitar de apoio intermediário, o interior das edificações são mais flexíveis e a própria obra pode tornar-se uma área de trabalho para a construção das paredes internas e dos demais acabamentos.

Há vários tipos possíveis de tesouras comumente usadas. A tesoura a ser usada neste projeto será o tipo “W” (Anexo I, Figura 10), para vãos entre 6 e 10 metros. As tesouras serão projetadas para espaçamento de 61 cm entre elas, fazendo com que sejam usadas paredes com

montantes obedecendo o mesmo espaçamento, de modo que a cada tesoura corresponda um montante. Isto permitirá melhor transferência da carga para a fundação. As tesouras serão construídas com peças de 5,0 x 10,0 cm e deverão ter umidade inferior a 20%.

Os elementos de união das barras das tesouras podem ser chapuzes de madeira, ou chapa de madeira industrializada, chapas metálicas, sendo as mais utilizadas as chapas estampadas com garras.

Serão utilizadas placas de OSB de 12 mm, com encaixe macho-fêmea (evitando empenamentos das bordas de maior dimensão), para fechamento da cobertura, de acordo com recomendações do fabricante. Sobre as placas serão utilizadas mantas, que podem ser de papel betuminoso de no mínimo 200 g/m<sup>3</sup>, tecido de fibras de polietileno (nome comercial: Tyvek) ou filmes de polietileno comum. A finalidade é não permitir a passagem de umidade para a estrutura e para o interior da casa.

O tecido de polietileno de alta densidade, oferece a vantagem de ser impermeável à água, mas permite a passagem de vapor d'água. Como cobertura final serão utilizadas telhas de pinus pré-moldadas (Anexo I, Figura 11), completando o isolamento do telhado e desempenhando função estética.

Serão utilizados pregos de 3,3 x 6,3 cm para fixar as placas, e estes serão espaçados de 15,0 cm nas bordas e 30,0 cm nos suportes intermediários. Para se evitar empenamentos, serão deixados espaços de 1,5 a 3,0 mm entre as placas, sendo que o espaço maior deverá ser deixado quando a montagem for em ambiente chuvoso ou de alta umidade.

#### **4.2.6. Acabamento**

Depois de concluída a cobertura será iniciado o processo do acabamento.

##### **4.2.6.1. Janelas, portas e batentes externos**

Portas, janelas e seus batentes são obras de caixilharia. Devem sempre que possível ser adquiridos prontos, isto é, sua fabricação não deve fazer parte da obra. Mesmo quando fora de medida padrão, devem ser encomendadas em carpintarias ou caixilhariarias especializadas, pois o tipo de equipamento necessário para produzir esquadrias é diferente do requerido para a produção de casas.

As unidades de janelas e portas deverão ser adquiridas completas, inclusive com os batentes, vidros e juntas à prova de vazamentos, e prontas para uso na construção. Toda a madeira deverá ser tratada com preservativo repelente à água para prover proteção antes e após a



colocação na obra. As janelas devem ser projetadas e executadas com detalhes para assegurar estanqueidade e evitar o empoçamento da água. A soleira deve apresentar leve inclinação para fora.

#### **4.2.6.2. Acabamento externo**

Neste projeto será utilizado como acabamento externo, verniz à prova d'água, que assegurará a impermeabilidade do sistema e por se tratar de produto de boa relação custo/benefício e disponibilidade no mercado. O verniz, se possível poderá ser substituído por produto do tipo "stain", que além da proteção referente ao recobrimento contém em sua formulação componentes inseticidas e fungicidas.

#### **4.2.6.3. Fechamento interno das paredes**

Depois de executadas as instalações elétrica, hidráulica e quaisquer outras que se fizerem necessárias, e do fechamento da cobertura, será realizado o fechamento interno com OSB, tanto das paredes quanto do forro, onde deverão ser utilizados os mesmos procedimentos do fechamento externo.

#### **4.2.6.4. Acabamento interno**

Como no acabamento externo, será usado verniz como acabamento, dando ênfase ao OSB como elemento decorativo (Anexo I, Figuras 12, 13, 14, 15, 16, 17 e 18). Porém, poderão ser usados massa corrida, pintura, cobertura com azulejos, entre outros.

#### **4.2.6.5. Aberturas interiores**

Os batentes das portas, as portas, as molduras das portas, rodapés e outros tipos de acabamentos interno serão aplicados depois da colocação do piso.

As medidas totais das aberturas para portas deverão ser de 4,0 a 7,5 cm maiores do que a altura da lâmina de porta, e cerca de 6,5 cm maiores que a largura da lâmina de porta. Isso dá espaço para a colocação, a aprumada e o nivelamento dos batentes e da própria porta.

#### **4.2.7. Isolamento acústico**

Boa parte dos problemas de estanqueidade acústica nas edificações são decorrentes de deficiências de projetos, tais como portas mal ajustadas ou empenadas, em casas de paredes

duplas, tomadas de força ou interruptores nas mesmas áreas nos dois lados da parede. Assim, um projeto bem detalhado e com boa execução são importantes na construção de paredes.

Para amenizar as deficiências de comportamento acústico da casa construída pelo sistema plataforma, foram desenvolvidas soluções relativamente simples e econômicas, e que se encaixam na filosofia do sistema, isto é, trabalho predominantemente a seco, através de painéis industrializados.

Entre as soluções, uma delas merece atenção especial: os dois lados da parede devem ser constituídos por estruturas desacopladas, com muito bom desempenho no amortecimento sonoro. Isto é possível com o uso de montantes desencontrados, sem alteração dos painéis utilizados. Poderá ser usado, também, isopor como elemento isolante colocado entre os montantes, se tratando de um material de custo baixo.

## 5. CONCLUSÕES

No Brasil, as placas de OSB são produzidas a partir de madeira de *Pinus* sp., mas na América do Norte, principal produtora de OSB do mundo, são utilizadas várias espécies de coníferas e até mesmo folhosas, inclusive na fabricação de um mesmo painel, onde as camadas externas são de espécie diferente da interna. Estas placas possuem grande diversidade de usos e potencial utilização na construção civil no Brasil, assim como são utilizadas em países desenvolvidos.

As madeiras de reflorestamento, já bastante difundidas no mercado nacional, ganham cada vez mais espaço e desempenham papel importante nos estudos de novas tecnologias para construção civil. Nesse contexto, as espécies de eucalipto ganham destaque, principalmente devido ao seu rápido crescimento em relação às espécies nativas mais utilizadas, disponibilidade ao longo do ano, preço competitivo e boas características tecnológicas (físicas e mecânicas).

As chapas madeira-cimento, devido à sua ampla gama de utilizações, mostra-se um produto de grande potencial produtivo e comercial, já que matéria-prima e tecnologia de produção estão presentes no mercado nacional. Pesquisas estão sendo feitas no Brasil, sendo baseadas em experiências do mercado mundial, onde estas já são amplamente utilizadas.

O método construtivo proposto tende a ser empregado com sucesso no Brasil, repetindo o cenário da construção civil em alguns países desenvolvidos, aliando praticidade, economia, design, ergonomia, responsabilidade social e ecológica.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, C. E. C.; FERREIRA, R. O.; MARTINS, B. C.; FONSECA, C. C.; GRIPP, D. O. **Painéis OSB e cimento-madeira para construção civil**. UFRRJ, 2003. Disponível em: <http://www.remade.com.br>. Acesso em 18 de maio de 2007.

CHAPOLA, G. B. J. **Effect of curing heat, alkali and cement set in cement particleboard on the visco-elastic properties of chip mattresses**. Wood Science and Technology. v. 23, p. 131-138, 1989.

CHITTENDEN, A. E. ; HAWKES A. J. ; HAMILTON, H. R. **Wood cement Systems**. Food and Agriculture Organization of the United Nations. New Delhi, 20p. 1975.

CICHINELLI, G. **História do OSB**. Masisa do Brasil, PR. 2005. Disponível em [www.portalosb.com.br](http://www.portalosb.com.br). Acesso em 3 de junho de 2007.

CLOUTIER, A. **Oriented stranboard (OSB): raw material, manufacturing process, properties of wood-base fiber and particle materials**. In: 1st International Seminar on Solid Wood Products of High Technology. Belo Horizonte-MG, p.173-185, 1998.

**Custos médios e índices na construção civil, segundo as áreas geográficas**. IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Índices de Preços, Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. 2006.

**Design Manual: construction sheathing and design rated oriented strand board**. SBA, Canadá. 2004. . Disponível em [www.osbguide.com](http://www.osbguide.com). Acesso em 6 de junho de 2007..

DIX, R. J. H. **The principles of cement-bonded particleboard manufacturing**. In: Inorganic Bonded Wood and Fiber Composite Materials. Session III: Industrial manufacturing Processes. USA. VOL. I, p. 61-62. 1989.

**Finn Frame 'I' Joist Floor System.** Disponível em [www.griggsfortimber.co.uk](http://www.griggsfortimber.co.uk). Acesso em 26 de outubro de 2007.

GERALDO, F. C. **Produção, Comercialização e Uso de Preservativos de Madeira no Brasil.** Associação Brasileira de Preservadores de Madeira – ABPM. 2005.

GOUVEIA, F. N.; SANTANA, M. A. E.; SOUZA, M. R. **Utilização da madeira de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla* na fabricação de chapas de partículas orientadas (OSB) e não-orientadas.** Revista Árvore, v.24, n.1, p. 7-12, 2000.

IWAKIRI, S. **Painéis de partículas orientadas OSB.** Revista da madeira: ABPM, edição n. 41, ano 7, p. 52-53, 1999.

KOLLMANN, F.F.P.; KUENZI, E.W.; STAMM, A.J. **Principles of wood science and technology.** Berlin: Springer-Verlag, 1975. v.2, p. 154-283, 1975.

LATORRACA, J. V. F. ***Eucalyptus* sp. na produção de painéis de cimento-madeira.** Curitiba. Tese de Doutorado em Ciências Florestais. Universidade Federal do Paraná. 191 p., 2000.

LATORRACA, J. V. F. **Painéis de cimento-madeira: composição, processo de produção, características e aplicações.** UFRRJ. Disponível em: <http://www.remade.com.br>. Acesso em 20 de maio de 2007.

LATORRACA, J. V. F. **Painéis de cimento-madeira.** UFRRJ, maio de 2003. Disponível em: <http://www.remade.com.br>. Acesso em 20 de maio de 2007.

**Madeira de Eucalipto na Construção Civil.** Revista da madeira, Ano11, n 59. 2001. Disponível em: <http://www.remade.com.br>. Acesso em 23 de junho de 2007.

**Madeira: Uso Sustentável na Construção Civil.** Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, IPT, São Paulo, 59 p., 2003.

MENDES, L.M. et al. **Avaliação do sistema de orientação de partículas na produção de painéis OSB (Oriented Strand Board)**. Revista Cerne, v.6, n.1, p. 1-8, 2000.

MOSLEMI, A. A. **Emerging technologies in mineral-bonded wood and fiber composites**. Belo Horizonte. In: I Seminário Internacional Sobre Produtos Sólidos de Madeira de Alta Tecnologia. I Encontro Sobre Tecnologias Apropriadas de Desdobro, Secagem e Utilização de Madeira de Eucalipto. p. 144-156. 1998.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do Concreto**. Ed. Pini, 1ª Edição, São Paulo, 1982.

OLIVEIRA, J. T. S.; HELLMEISTER, J. C.; SIMÕES, J. W.; FILHO, M. T. **Eucalipto tratado é promissor para a habitação**. Revista da Madeira, Curitiba, Ano 14, n 82. 2004.

**OSB: engineered to perform for renovation and remodeling**. SBA, Canadá. 2005. Disponível em *www.osbguide.com*. Acesso em 7 de junho de 2007.

**OSB: versatilidad preconcebida**. SBA, Canadá. 2004. Disponível em *www.osbguide.com*. Acesso em 7 de junho de 2007.

**OSB wall sheathing Works**. SBA, Canadá. 2004. Disponível em *www.osbguide.com*. Acesso em 7 de junho de 2007.

PONCE, R. H. **Madeira serrada de eucalipto: desafios e perspectivas**. In: Seminário Internacional de Utilização da Madeira de Eucalipto para Serraria, Piracicaba, 1995. Anais. Piracicaba: IPEF/IPT/IUFRO/LCF-ESALQ-USP, p. 50-58, 1995.

ROSCELLI, V. A. **Markets for cement-bonded particleboard in the United States**. In: Inorganic Bonded Wood and Fiber Composite Materials. Session IV: Product properties, applications, & markets. USA. Vol. I, p. 138-140. 1989.

SELLERS, T. **Wood adhesive: innovations and applications in North America.** Forest Products Journal, v. 51, n. 6, p.12-22, june 2001.

SIMATUPANG, M. H.; SCHWARZ G. H.; BRÖKER F. W. **Small scalle plants for the manufacture of mineral-bonded wood composites.** Indonésia. EIGHTH WORLD FORESTRY CONGRESS. (1978: Jakarta). Special paper. 21 p. 1978.

SOLÓRZANO, A. G. R. **Experience of manufacturing wood-cement particleboard in Mexico.** Inorganic Bonded Wood and Fiber Composite Materials. Session III: Industrial manufacturing Processes. USA. Vol. I, p. 84-87. 1989.

**Tableros OSB em la construcción com armazones de madera.** Version em español. SBA, Canadá. 2006. Disponível em [www.osbguide.com](http://www.osbguide.com). Acesso em 6 de junho de 2007.

TOMASELLI, I. **A indústria de painéis no Brasil e no mundo: tendências de mudanças do perfil de produção e usos.** In: Seminário Internacional Sobre Produtos Sólidos de Madeira de Alta Tecnologia, 1998, Belo Horizonte-MG. Anais.Viçosa-MG: SIF/UFV/DEF, p. 55-64, 1998.

TSOUMIS, G. **Science and technology of wood: structure, properties, utilization.** New York: Chapman & Hall, p. 309-339, 1991.

VALENZUELA, W. **Contribution a la determination de l'aptitud d'essences forestieres pour la fabrication de panneaux de fibro-ciment.** Gembloux (Belgique), Faculté des Sciences Agronomiques, 134 p., 1989.

VASCONCELOS, J. R.; CÂNDIDO JÚNIOR, J. O. **O problema habitacional no Brasil: déficit, financiamento e perspectivas.** Brasília. IPEA. 1996.

WALKER, J.C.F. **Primary wood processing: principles and practice** . London: Chapman & Hall, p. 377-416, 1993.

WANG, S.; WINISTORFER, P. M. **The effect of species and species distribution on the layer characteristics of OSB.** Forest Products Journal, v. 50, n. 4, p. 37-48, 2000.

**When it comes to roof sheathing, OSB has you covered.** SBA, Canadá. 2005. Disponível em [www.osbguide.com](http://www.osbguide.com). Acesso em 7 de junho de 2007.

\* \* \*

## 7. ANEXOS

### 7.1 Anexo I

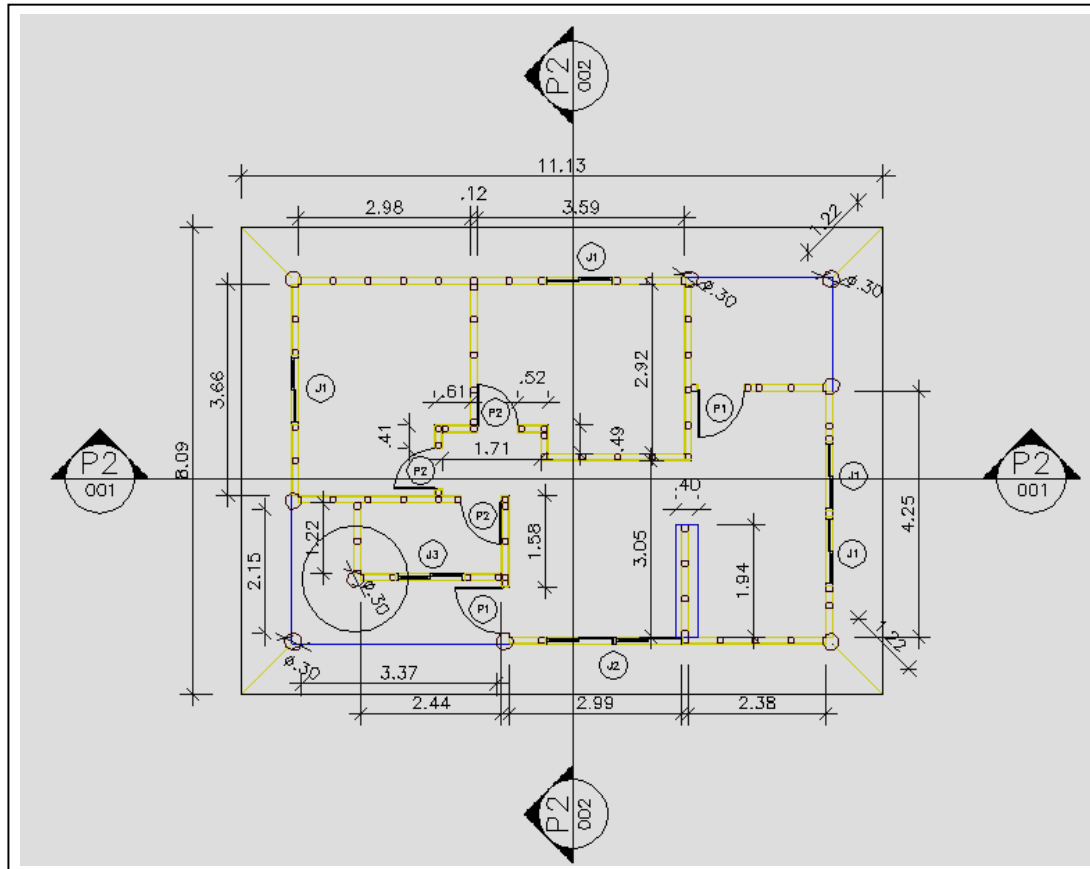
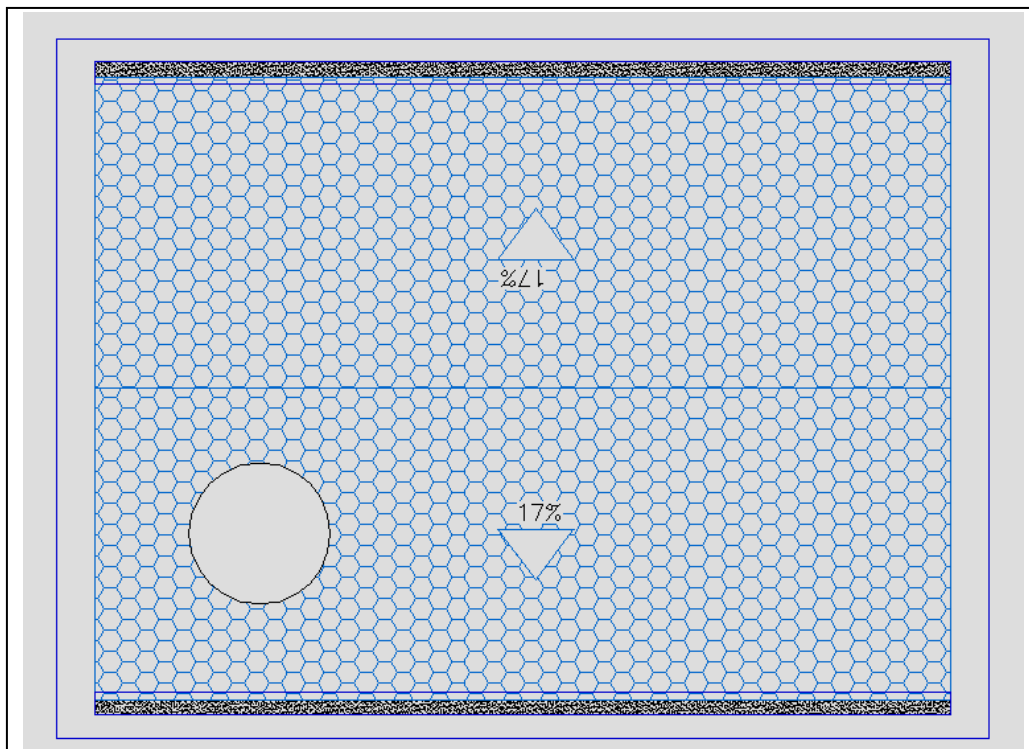


Figura 1. Proposta de casa popular – planta baixa, confeccionada em AutoCad 2007.

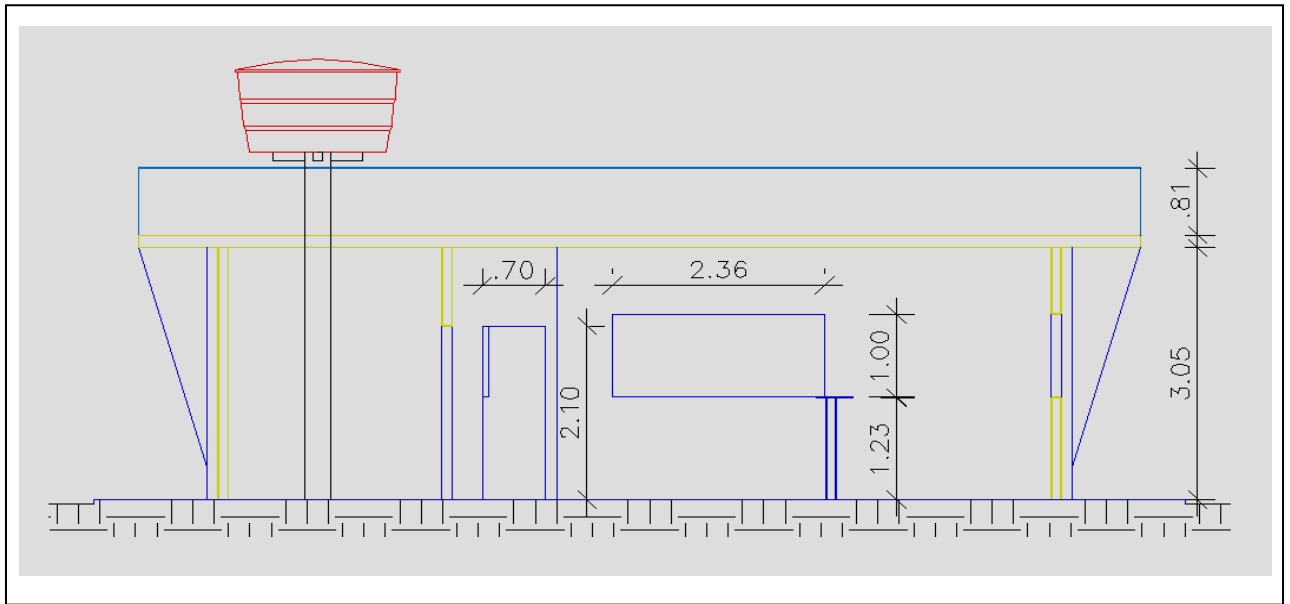




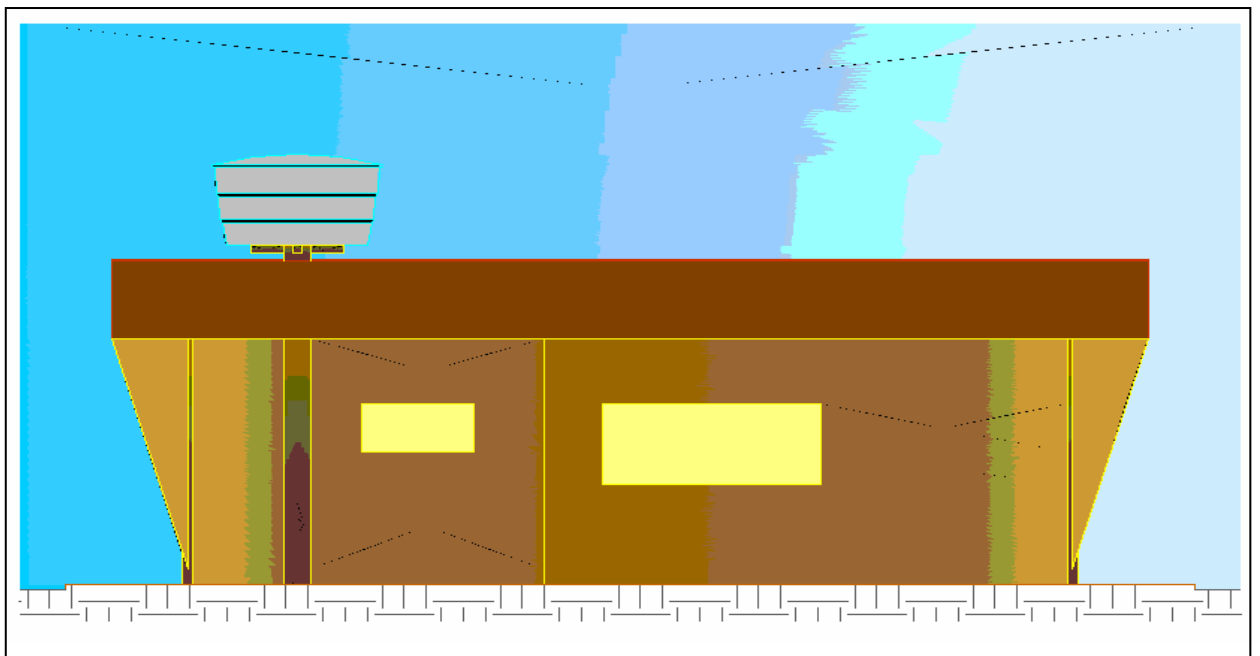
**Figura 2.** Exemplo de “radier” - uma espécie de laje batida no chão. Fonte: [www.habitare.org.br](http://www.habitare.org.br).



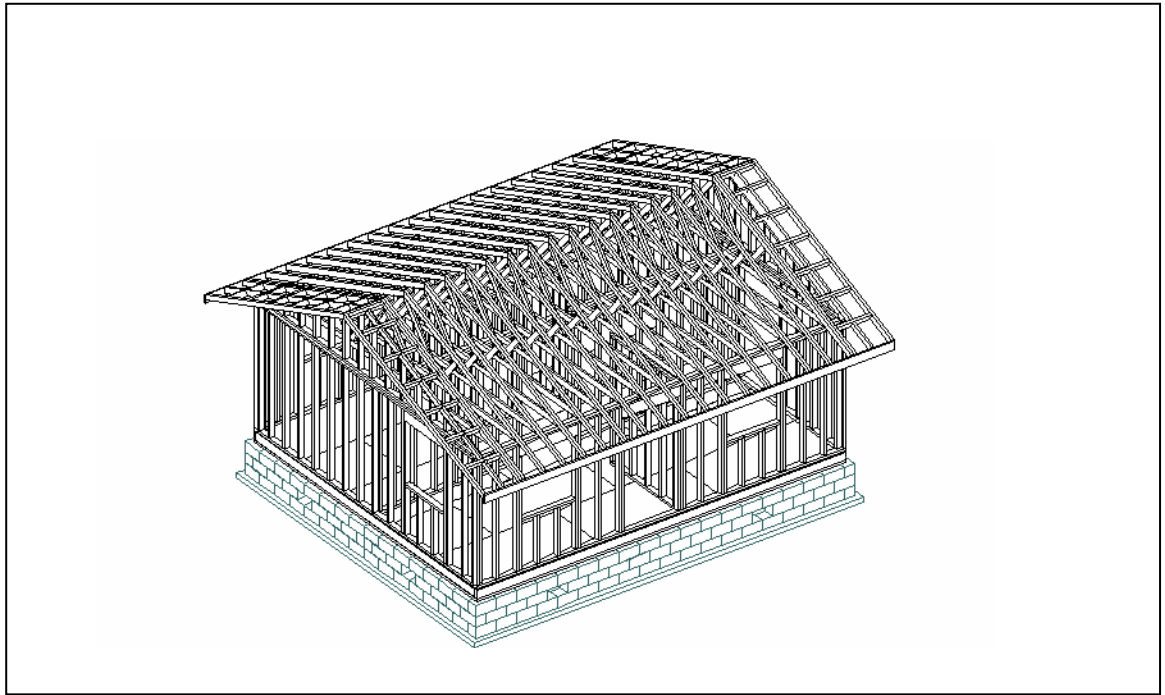
**Figura 3.** Detalhe da vista superior do telhado e das calhas de areia no solo, confeccionado em AutoCad 2007.



**Figura 4. Detalhe do posicionamento da caixa d'água acima do banheiro, confeccionado em AutoCad 2007.**



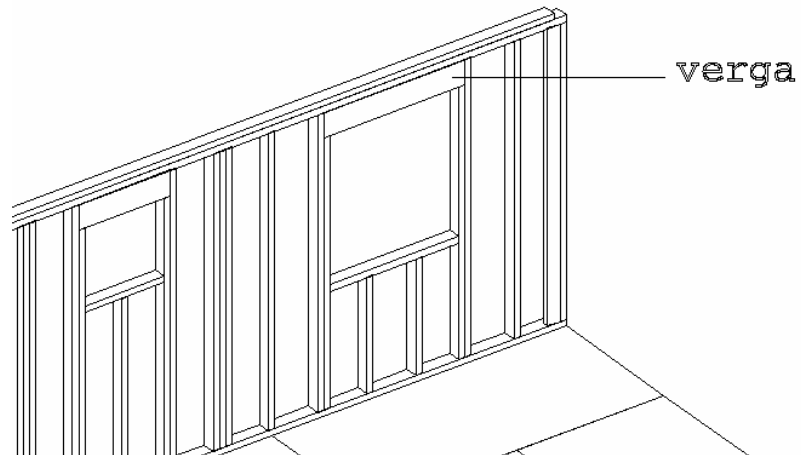
**Figura 5. Fachada dos fundos com detalhe do posicionamento da caixa d'água acima do banheiro, confeccionado em AutoCad 2007 .**



**Figura 6. Esquema de posicionamento dos montantes estruturais das paredes.**



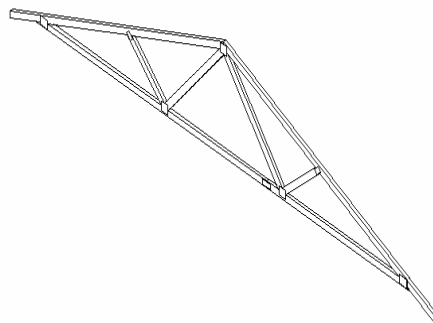
**Figura 7. Detalhe da barra horizontal de fixação das paredes. Fonte: [www.habitare.org.br](http://www.habitare.org.br).**



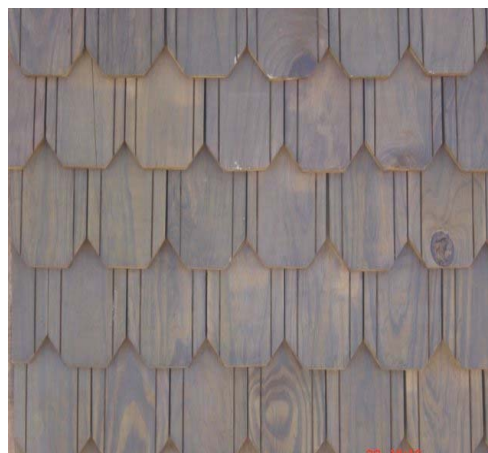
**Figura 8. Detalhamento das vergas, estruturas de reforço das aberturas de portas e janelas.**



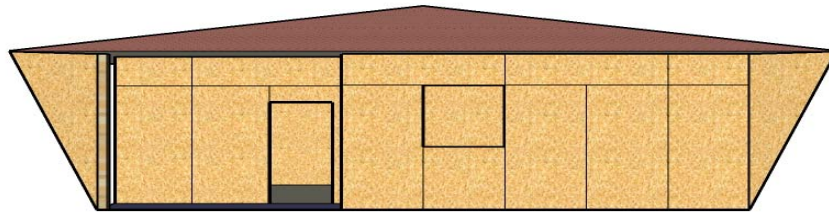
**Figura 9. Levantamento de uma parede com fixação prévia das placas de OSB.**  
**Fonte: [www.osbguide.com](http://www.osbguide.com)**



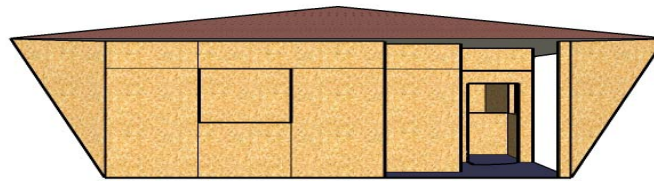
**Figura 10. Modelo de tesoura em “W” para confecção de telhados. Fonte: [www.habitare.org.br](http://www.habitare.org.br)**



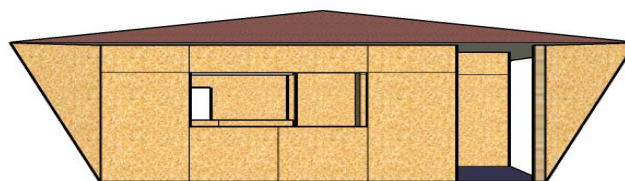
**Figura 11. Exemplos de telhas de pinus - “ecotelha”. Fonte: [www.habitare.org.br](http://www.habitare.org.br)**



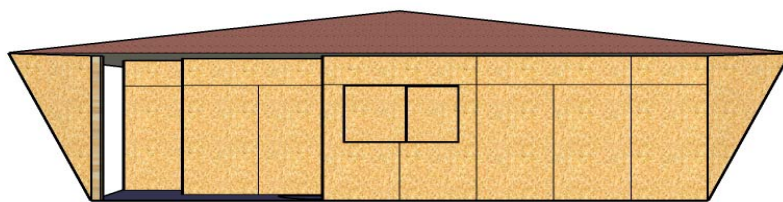
**Figura 12. Fachada principal da casa popular proposta, elaborado em SketchUp.**



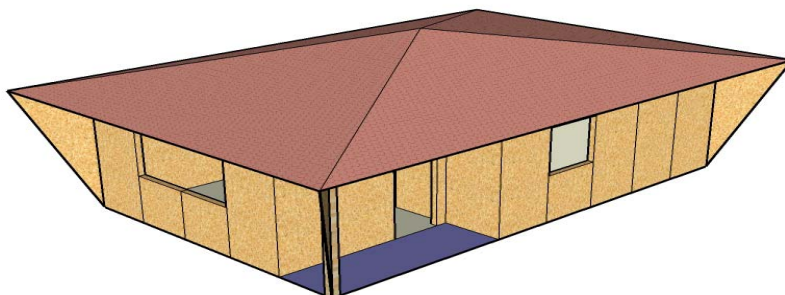
**Figura 13. Lateral esquerda da casa proposta, elaborado em SketchUp.**



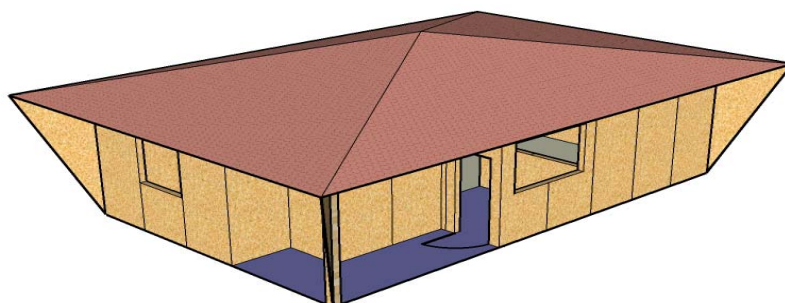
**Figura 14. Lateral direita da casa proposta, elaborado em SketchUp.**



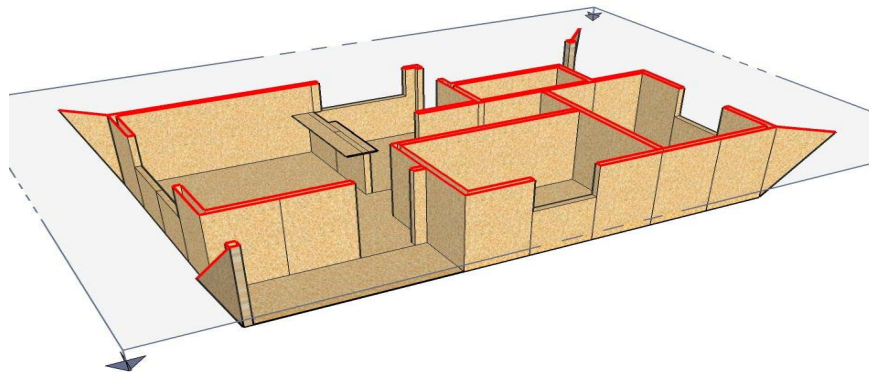
**Figura 15. Fachada retaguarda (fundos) da casa proposta, elaborado em SketchUp.**



**Figura 16. Perspectiva da frente da casa proposta, elaborado em SketchUp.**



**Figura 17. Perspectiva retaguarda (fundos) da casa proposta, elaborado em SketchUp.**



**Figura 18. Corte demonstrativo da casa proposta, elaborado em SketchUp.**