



Universidade
Federal do Rio
de Janeiro

Faculdade de
Arquitetura e
Urbanismo

Programa de
Pós-Graduação
em Arquitetura

Casas de Madeira: Um estudo de caso Brasil e EUA.

Demetrius Vasques Cruz
Mestrado em Arquitetura

Área de concentração: Racionalização do Projeto e da Construção



FAU /UFRJ
2006



UFRJ

Casas de Madeira: Um estudo de caso Brasil e EUA.

Demetrius Vasques Cruz

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de pós-graduação em Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências em Arquitetura, área de concentração em Racionalização do Projeto e da Produção.

Área de concentração: Racionalização do Projeto e da Construção.

Orientação: Prof. Camilo Michalka Jr. Dr-Ing.

Rio de Janeiro,
Março de 2006

Casas de Madeira: Um estudo de caso Brasil e EUA

Autor: Demetrius Vasques Cruz

Orientador: Prof. Camilo Michlaka Jr. Dr-Ing

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de **Mestre em Ciências em Arquitetura, área de concentração em racionalização do Projeto e da Construção.**

Prof. Camilo Michalka Jr. - Orientador
Dr. - Ing. ***Orientador.***

Prof. Eduardo Linhares Qualharini
D.Sc.

Prof. Maria Amália Amarante Almeida Magalhães
D.Sc.

Prof. Julio Cesar Ribeiro Sampaio
D.Sc.

Rio de Janeiro
Março de 2006

Cruz, Demetrius Vasques.

Casas de madeira: Um estudo de caso Brasil e EUA./ Demetrius Vasques Cruz. – Rio de Janeiro: UFRJ/PROARQ, 2006.

xiii, 81f.: il.; 31cm.

Orientador: Camilo Michlaka Jr.

Dissertação (mestrado) – UFRJ/PROARQ/ Programa de Pós-graduação em Arquitetura, 2006.

Referencias Bibliográficas: f. 116-119.

1. Industrialização 2. Construção Aberta. 3. Modularização. 4. Normatização. I. Michalka, Camilo. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-graduação em Arquitetura. III. Casas de madeira: Um estudo de caso Brasil e EUA.

RESUMO

Casas de Madeira: Um estudo de caso Brasil e EUA.

Autor: Demetrius Vasques Cruz

Orientador: Camilo Michalka Jr.

Resumo da Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências em Arquitetura.

Esse trabalho visa mostrar a viabilidade e importância da adoção do sistema de construção aberta na construção de casas de madeira para a sua produção em escala, atendendo assim, um público maior e, em especial, de menor poder aquisitivo. Serão feitas abordagem e comparação do sistema de construção de casas de madeira dos EUA, onde existe uma cadeia produtiva, e do Brasil, verticalizada, abordando o fato de que o projeto arquitetônico é um importante e viável diferencial competitivo no sistema de construção aberta.

Palavras-chave:

Industrialização; Sistema industrial aberto; Produção em escala; Coordenação modular; Normatização; Diferencial competitivo; Projeto de arquitetura; Design.

Rio de Janeiro

Março de 2006.

ABSTRACT

Wooden houses:

Demetrius Vasques Cruz

Orientador: Camilo Michalka Jr.

Abstract da Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências em Arquitetura.

This paper aims to show the viability and importance of adopting open system construction of wooden houses for large-scale production, attending a wider variety of people, mainly the lower class. The paper will approach and compare the most developed wooden house production chain in U.S. and the vertical production system in Brazil, discussing house design as an important and viable competitive advantage in open system construction.

Key-words:

Industrialization; Open system construction; Scale production; Modular coordination; Standardization; Competitive advantage; House design; Design.

Rio de Janeiro

March 2006.

Agradecimentos:

À minha família, Adeina N. Cookenour e William O. Cookenour-Cruz, esposa e filho. Pela paciência, compreensão e apoio durante esta empreitada, a qual desviou em muito minha atenção sobre eles para a sua devida conclusão;

Aos meus pais, Nilda Vasques Cruz e Orlando da Silva Cruz. Pelos exemplos morais e éticos que balizaram o meu caráter e conduta;

Ao professor Camilo Michlaka. Por acreditar em minha proposta, pela perseverança, profissionalismo, paciência e futuras promissoras parcerias;

Ao professor Valdir Soares. Por sempre acreditar em mim, e por ser um fundamental parceiro em minha vida profissional;

Aos membros da Banca, pela participação, interesse, orientações e por acreditarem em minha proposta;

Ao eterno amigo professor Wanderlei Saldanha Mattos, *in memorium*, pela lição de vida, ensinamentos éticos e morais e pelo interesse em meu aprimoramento intelectual e cultural, e que para sempre terei seus ensinamentos como referencia para futuras investidas em meus conhecimentos. Saudades.

SUMÁRIO

RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vi
ÍNICE DE FIGURAS.....	xi
1.INTRODUÇÃO.....	01
2. A MADEIRA.....	04
2.1. A classificação da madeira.....	04
2.2.1. Madeiras de Gimnospermas.....	04
2.2.2. Madeiras de Angiospermas.....	04
2.3. Estrutura do caule.....	05
2.3.1. Secções fundamentais de observação.....	06
2.3.1.1. Secção transversal ou de topo.....	06
2.3.1.2. Secção longitudinal-tangencial.....	06
2.3.1.3. Secção longitudinal-radial.....	06
2.4. Anatomia da árvore.....	07
2.4.1. Medula.....	07
2.4.2. Cerne e alburno.....	08
2.4.3. Casca.....	08
3. A PRODUÇÃO DE MADEIRA NO BRASIL.....	10
3.1. Introdução.....	10
3.2. Reflorestamento e preservação.....	11
3.3. Produção florestal.....	13
3.4. Madeira transforma.....	14
3.4.1. Compensado.....	14
3.4.1.1. Multilaminado.....	15
3.4.1.2. Sarrafeado.....	15
3.4.2. Painéis de madeira.....	15
3.4.2.1. Madeira aglomerada.....	16
3.4.2.2. MDF.....	17
3.4.2.3. Chapas de fibra.....	17
3.4.2.4. OSB.....	18
3.5. Medidas de preservação da madeira.....	19
4. A INDUSTRIALIZAÇÃO.....	21
4.1. Introdução.....	21
4.2. Os primórdios do processo industrial.....	21
4.3. O processo industrial moderno.....	23
4.3.1. Estudo de caso: Análise das técnicas de montagem e fixação de elementos no mobiliário.....	24
4.3.1.1. Sistema 32.....	24
4.3.1.2. Conclusão.....	25
5. A CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL.....	27
6. O SISTEMA INDUSTRIAL FECHADO E O SISTEMA INDUSTRIAL ABERTO.....	30
6.1. O sistema fechado.....	30
6.2. O Sistema aberto.....	32
7. A COORDENAÇÃO MODULAR.....	34
7.1. Introdução.....	34
7.2. Aspectos básicos da coordenação modular.....	34

7.3. O módulo	35
8. NORMAS TÉCNICAS PARA COORDENAÇÃO MODULAR: ANÁLISE DA MODULAÇÃO DO PAINÉL DE FECHAMENTO	37
8.1. Introdução	37
8.2. Painéis de madeira.....	37
8.3. Dimensões do OSB.....	38
8.4. Análise sob as Normas Técnicas.....	38
8.5. Análise da aplicação do painel sob a ótica da modularização.....	39
8.6. Análise da Norma Técnica ABNT/NBR – 5721	40
9. ESTUDO DE CASO: SISTEMA DE CONSTRUÇÃO DE CASAS DE MADEIRA NOS EUA	43
9.1. Introdução	43
9.2. Construção em montante de madeira – <i>Wood-frame constructions</i>	45
9.3. Fundações.....	46
9.3.1. Laje – <i>Slabe-on grade</i>	46
9.3.2. Suspensa – <i>Crawl space</i>	47
9.3.3. Porão – <i>Basement</i>	47
9.4. Paredes.....	47
9.5. Montante de parede – <i>Wall framing</i>	48
9.5.1. Plataforma ou <i>western platform wall constructions</i>	51
9.5.2. Balão ou <i>balloon or rake wall construction</i>	52
9.6. Telhados	52
9.6.1. Telhado em pórtico ou <i>stick framing</i>	53
9.6.2. Telhado em tesouras ou <i>truss roof</i>	53
9.7. Estilo de telhados	54
9.8. Fechamento.....	55
9.9. Elementos de acabamento	57
9.10. Acessórios de fixação e montagem.....	59
9.11. Portas e janelas	59
10. ESTUDO DE CASO: SISTEMA DE CONSTRUÇÃO DE CASAS DE MADEIRA NO BRASIL.....	61
10.1. A construção de madeira no Brasil.....	62
10.2. Sistema construtivo	62
10.2.1. Paredes	62
10.2.2. Telhados.....	64
10.2.3. Fundações e pisos	65
10.2.4. Acabamento.....	65
10.3. Questionário.....	65
10.3.1. Casema	65
10.3.2. Housekit.....	67
10.3.3. Tradição	68
10.4. Avaliação do questionário	70
10.5. Pesquisa por internet.....	71
10.5.1. Casas Condor.....	71
10.5.2. Casas Curitiba	72
10.5.3. Casas Paraná.....	74
10.6. Conclusão.....	75
10.6.1. Com relação aos EUA	75
10.6.2. Com relação ao Brasil.....	76
11. SUGESTÕES.....	79

11.1. Comparações entre os produtos dos dois países	81
12. ANEXOS.....	83
12.1. Anexo 1 – Quadro 1: Importância da indústria de madeira sólida; Quadro2: Consumo relativo de energia para produção de diferentes materiais; Quadro 3: Emissão de carbono na produção de diferentes materiais.....	83
12.2. Anexo 2 – Artigo Globo Rural sobre plantio de Eucalipto.....	84
12.3. Anexo 3 – O OSB.....	92
12.4. Anexo 4 – Preservação da madeira.....	97
12.5. Anexo 5 – A Revolução Industrial	103
12.6. Anexo 6 – Arquitetura e racionalização da construção	107
12.7. Anexo 7 – Questionário tecnológico.....	112
13. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS E BIBLIOGRAFIAS.....	116

INDICE DE FIGURAS

Capa: www.ultimateplans.com;

Figura 1: IPT - Manual de preservação de madeiras; Volume I; IPT, São Paulo 1986;

Figura 2: IPT - Manual de preservação de madeiras; Volume I; IPT, São Paulo 1986;

Figura 3: www.sincol.com.br (29/05/2006);

Figura 4: www.embrapa.br (29/05/2006);

Figura 5: www.abipa.org.br (29/05/2006);

Figura 6: www.abipa.org.br (29/05/2006);

Figura 7: www.abipa.org.br (29/05/2006);

Figura 8: www.masisa.com.br (29/05/2006);

Figura 9: www.kronotexusa.com (29/05/2006);

Figura 10: http://www.irsp.com.br/produtos_tanques_especiais.php (04/1/2005);

Figura 11: www.espacoacademico.com.br/018/18/cserafim.htm (12/08/05);

Figura 12: www.idsa-mp.org/retro/retro_paper2.htm (12/08/05);

Figura 13: www.giben.com/content/por/gibendobrasil/default.htm (12/08/2005);

Figura 14: Hettich/Plastipar – Técnicas e aplicações para móveis; Plastipar Indústria e Comércio Ltda; Curitiba; 2003;

Figura 15: www.casasbahia.com.br (31/05/2006);

Figura 16: Hettich/Plastipar – Técnicas e aplicações para móveis; Plastipar Indústria e Comércio Ltda; Curitiba; 2003;

Figura 17: Mandolesi, Enrico. Edificación. El proceso de edificación – La edificación industrializada. La edificación del futuro. Ediciones CEAC / Barcelona, España, 1981;

Figura 18: Mandolesi, Enrico. Edificación. El proceso de edificación – La edificación industrializada. La edificación del futuro. Ediciones CEAC / Barcelona, España, 1981;

Figura 19: www.trada.co.uk/topics/engineeredwood/osb.jpg (24/08/05);

Figura 20: www.vermonttimberworks.com/images/osprevframe.ipa (24/08/05);

Figura 21: www.taunton.com (31/05/2006);

Figura 22: www.buildersbooksource.com e www.craftsman-book.com (5/06/06);

Figura 23: Demetrius Vasques Cruz (Jul. 05);

Figura 24: Adeina Noelle Cookenour (Ago. 05);

Figura 25: Demetrius Vasques Cruz, baseado em ilustração de Thallon, Rob – Graphic guide to frame construction; The Taunton Press, Inc.; USA; 2002;

Figura 26: Demetrius Vasques Cruz (Jul. 05);

Figura 27: Demetrius Vasques Cruz, baseado em ilustração de Thallon, Rob – Graphic guide to frame construction; The Taunton Press, Inc.; USA; 2002;

Figura 28: www.bigrockcabin.com (31/05/2006);

Figura 29: Demetrius Vasques Cruz, baseado em ilustração de Thallon, Rob – Graphic guide to frame construction; The Taunton Press, Inc.; USA; 2002;

Figura 30: Demetrius Vasques Cruz, baseado em ilustração de Thallon, Rob – Graphic guide to frame construction; The Taunton Press, Inc.; USA; 2002;

Figura 31: Demetrius Vasques Cruz, baseado em ilustração de Thallon, Rob – Graphic guide to frame construction; The Taunton Press, Inc.; USA; 2002;

Figura 32: Demetrius Vasques Cruz, baseado em ilustração de Thallon, Rob – Graphic guide to frame construction; The Taunton Press, Inc.; USA; 2002;

Figura 33: Demetrius Vasques Cruz, baseado em ilustração de Thallon, Rob – Graphic guide to frame construction; The Taunton Press, Inc.; USA; 2002;

Figura 34: Demetrius Vasques Cruz, baseado em ilustração de Thallon, Rob – Graphic guide to frame construction; The Taunton Press, Inc.; USA; 2002;

Figura 35: www.apwood.org (31/05/2006);

Figura 36: Demetrius Vasques Cruz (Jul. 05);

Figura 37: Demetrius Vasques Cruz (Jul. 05);

Figura 38: Demetrius Vasques Cruz (Jul. 05);

Figura 39: Demetrius Vasques Cruz (Jul. 05);

Figura 40: Adeina Noelle Cookenour (Ago. 05);

Figura 41: Adeina Noelle Cookenour (Ago. 05);

Figura 42: Adeina Noelle Cookenour (Ago. 05);

Figura 43: Demetrius Vasques Cruz (Jul. 05);

Figura 44: Demetrius Vasques Cruz (Jul. 05);

Figura 45: Demetrius Vasques Cruz (Jan. 06);

Figura 46: Demetrius Vasques Cruz;

Figura 47: www.casema.com.br (5/01/06);

Figura 48: www.housekit.com.br (5/01/06);

Figura 49: www.tradicao-casas.com.br (5/01/06)

Figura 50: www.casascondor.com.br (5/01/06);

Figura 51: www.casascuritiba.com.br (5/01/06);

Figura 52: www.casasparana.com.br (5/01/06);

Figura 53: www.casasparana.com.br (5/01/06);

Figura 54: www.ultimateplans.com ;

Figura 55: www.casema.com.br; www.casascondor.com.br; www.casasparana.com.br;
www.housekit.com.br ; www.casascuritiba.com.br (28/01/06);

Figura 56: www.tiscale.co.uk/reference/encicloaedia/hutchinson/m000/802.html
(12/08/05);

Figura 57: www.tiscale.co.uk/reference/encicloaedia/hutchinson/m000/802.html
(12/08/05);

Figura 58: www.learnhistory.org.uk/cpp/1750.htm (12/08/05).

1. Introdução

“Para os imperialistas romanos, a construção em pedra e cal significava a eternidade, enquanto o material bárbaro, representava o precário, o provisório; assim, nós latinos, até hoje, temos este descabido preconceito contra casas de madeira, justamente o oposto do que acontece com os povos bárbaros de origem saxônica, germânica ou nórdica cujo respeito e admiração por tal material é tão profundo que o índice de utilização da madeira em suas construções é quase absoluto”. (Rodrigues, Sérgio. fonte: <http://home.ism.com.br/~sr2>).

Atualmente há no Brasil um universo não estimado de empresas especializadas na construção e comercialização de casas feitas em madeira, das quais, não se sabe com precisão como são os seus processos produtivos. Acredita-se, contudo, que essas empresas utilizam um processo de produção verticalizado, onde cada uma delas deva utilizar sua própria padronização de medidas e metodologias de projeto e de construção, de maneira desassociada das Normas Técnicas específicas.

A análise, ainda que inicial, da deficiência desse segmento, remete naturalmente a observação da existência cada vez maior de carência por moradias no Brasil, causada, sobretudo, pela imensa dificuldade em se produzir habitações em número suficiente em função dos altos custos de suas produções principalmente para as classes economicamente menos favorecidas.

Segundo o Ministério das Cidades em seu *site* oficial (2005), o déficit habitacional no Brasil atinge 7.233 milhões de domicílios. Sendo que 5,47 milhões em áreas urbanas e 1,75 milhões em áreas rurais. As regiões Nordeste e Sudeste concentram a maior parte do déficit, 39,4% e 32,4% respectivamente, 84% do déficit habitacional brasileiro se concentram em famílias com renda de até três salários mínimos.

Ciente da perda de competitividade do setor de construção civil em geral e da enorme carência habitacional decorrente, o governo federal vem apoiando o setor de construção civil por meio de políticas de melhoria de qualidade e de produtividade, fazendo com que as empresas recorram à implantação de sistemas de gestão de qualidade baseadas na série ISO 9000. Como consequência disso, as empresas são levadas à adoção de práticas que promovam a padronização de partes e

componentes, de processos e de sistemas construtivos devidamente normatizados, regulamentados e certificados, bem como uma melhor capacitação profissional do setor.

Sob essa ótica, observa-se que o setor de construção civil tradicional vê-se pressionado em estruturar-se como indústria de fato, reconhecendo que este é o único meio viável para a melhoria da qualidade de seus produtos e serviços e para a oferta, em maior quantidade, de produtos com preços mais competitivos e acessíveis ao mercado em geral. Dessa forma, o setor vem empreendendo esforços na busca da adoção de métodos e processos que estruturem um sistema de produção genuinamente industrial das construções, introduzido de vez esse setor na esfera industrial. Para isso, é necessário que se lance mão de ferramental desenvolvido para a industrialização do processo construtivo. Acredita-se que a coordenação modular e a correlação dimensional dos componentes e elementos da construção são o meio mais eficaz de se alcançar tal objetivo, tendo em vista que a coordenação modular é uma consequência natural da industrialização e da racionalização, (RIBEIRO, 2002).

Com o objetivo de mostrar que mesmo em um processo industrial aberto e sob a ótica da correlação dimensional dos elementos e dos componentes pode-se produzir produtos diferenciados e com valor agregado, em especial na construção de casas de madeira, esse trabalho irá abordar:

1. Madeira: A matéria-prima e sua produção no Brasil;
2. Uma síntese da industrialização e a seus processos – com uma abordagem do setor moveleiro;
3. Uma síntese da indústria da construção civil no Brasil;
4. Uma abordagem sobre sistema industrial aberto;
5. Uma abordagem sobre coordenação modular;
6. Dois estudos de casos: EUA e Brasil;

Ao final serão avaliadas variedades de projetos arquitetônicos e estilos do modelo americano mais usado em contraponto aos produtos feitos no Brasil, conferindo que o sistema industrial aberto de produção de casas de madeira, existente nos EUA, além de viabilizar a produção em escala, não anula a criatividade do arquiteto e nem promove a uniformização de formas arquitetônicas. Objetivando-se dessa forma, indicar que o setor de construção de casas de madeira no Brasil pode vir

a ser uma das soluções para a deficiência de ofertas de produtos de qualidade e preços mais competitivos, principalmente para o público de menor poder aquisitivo. A exemplo do que ocorre com outros setores, como o moveleiro, que graças à adoção da produção em escala vem atingindo os mercados antes não atendidos.

2. A MADEIRA

2.1. Introdução

Através dos tempos a madeira foi largamente utilizada pelas diversas civilizações como material natural na construção de casas ou outras formas estruturais, assim como na manufatura de móveis, ferramentas, objetos de decoração e até veículos. Isso se deu por conta da característica peculiar da madeira e de sua farta disponibilidade.

2.2. A classificação da madeira

As madeiras são compostas basicamente de celulose, lignina, hemicelulose e em menor quantidade (5% a 10%) de outros materiais contidos em suas estruturas celulares. As variações nas características e no volume desses materiais biológicos e mais as diferenças celulares é que fazem as madeiras mais pesadas ou leves que as outras, ou mais rígidas ou flexíveis, mais macias ou mais duras.

Algumas espécies de madeira atendem a determinados tipos de função e forma de uso, enquanto outras menos disponíveis ou de pouco valor podem atender a algumas poucas demandas. Nesse sentido é bom ressaltar as diferenças entre tipos de madeiras e as suas utilizações específicas.

As árvores são divididas em duas classes taxonomicamente:

2.2.1. Madeiras de Gimnospermas

Também conhecidas como coníferas, resinosas, não porosas ou *softwoods*, madeira macia. As suas sementes são expostas, ou seja, não estão inseridas em frutos ou no ovário das flores. Essa espécie é composta de um único tipo de célula condutora, uma pequena quantidade de parênquima e células radiais de condução. Em geral tem a forma de cone, e em alguns casos possuem pinhas e suas folhas no formato de agulhas são sempre verdes. São espécies encontradas com mais frequência em locais de clima frio e temperado, e algumas poucas espécies perdem suas folhas durante o outono e o inverno.

Segundo CHIMELO, (1986), as madeiras brasileiras desse grupo são: PINHO-DO-PARANÁ – *Araucária angustifolia* e o PINHO-BRAVO com duas espécies,

Podocarpus lambertii e *Podocarpus selowii*. As espécies exóticas cultivadas no Brasil são, *Pinus elliottii*, *P. taeda*, *P. patula*, *P. oocarpa*, *P. caribaea* e suas variedades.

2.2.2. Madeiras de Angiospermas

Também conhecidas como folhosas, porosas ou *hardwoods*, madeira dura. As sementes dessas árvores estão protegidas, contidas em um fruto pelo menos até o momento da sua maturação, O fruto é resultado do ovário desenvolvido, contendo a semente formada. Após a fecundação o óvulo sofre uma série de modificações para constituir a semente enquanto o ovário também sofre modificações para constituir o fruto. Na parte anatômica as árvores dessa espécie são porosas, ou seja, elas possuem células vasos ocas fixadas uma por sobre a outra no sentido longitudinal do tronco de maneira a formar um duto por onde serão transportadas água e seiva para as folhas. Nas regiões de clima temperado a maioria das árvores dessa espécie perdem as suas folhas durante o inverno, algo que não acontece com a maioria das árvores angiospermas tropicais – as mais importantes madeiras tropicais são madeiras duras. Segundo CHIMELO, (1986), nessa espécie, são as dicotiledôneas que respondem, quase exclusivamente, pela produção de madeira. As que se destacam são: PEROBA-ROSA, ANGICO, IMBUIA, JATOBÁ, MOGNO, CEREJEIRA, ARARIBÁ, CEDRO, FREIJÓ, AROEIRA dentre outras nativas comerciais.

Estima-se que a quantidade de angiospermas está na ordem de 30.000 espécies, enquanto que as de gimnospermas giram em torno de 700 tipos. No entanto, aquelas formas de nomenclaturas que fazem referências quanto às suas “dureza” e “maciez” podem causar algumas confusões, pois algumas madeiras chamadas de macias podem ser mais duras do que algumas outras assim também chamadas, e vice-versa com relação às madeiras duras.

2.3. Estrutura do caule

Este item foi escrito extraindo-se, na íntegra, os textos específicos da publicação, “Manual de preservação de Madeiras – volume I. IPT, 1986”. Isso porque os originais estão bem resumidos e pontuais, não havendo necessidade de fazê-lo também aqui.

2.3.1. Secções fundamentais de observação

Por ser um material tri-dimensional a anatomia da madeira pode ser mais bem descrita através da observação em três secções ou superfícies fundamentais de observação do caule, a saber:

2.3.1.1. Secção transversal ou de topo

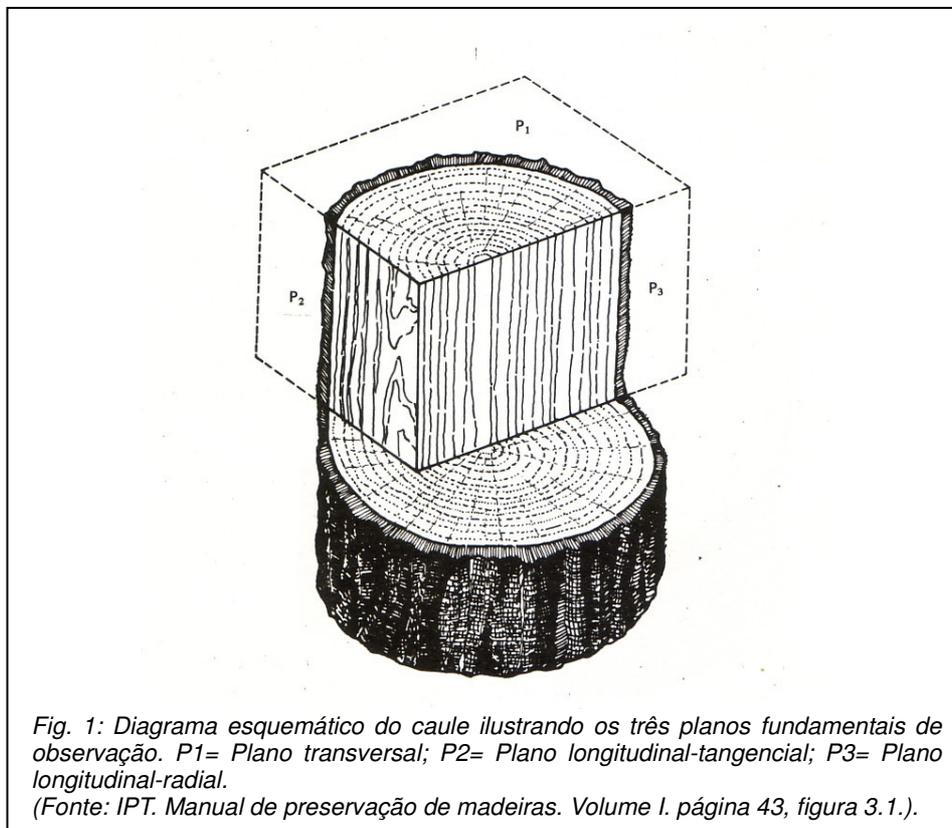
Plano de corte da madeira perpendicular aos elementos axiais ou ao eixo maior do caule. Nesta secção pode se observar melhor as várias disposições dos tecidos do lenho das dicotiledôneas para fins de identificação.

2.3.1.2. Secção longitudinal-tangencial

Plano de corte da madeira no sentido axial, paralelo ao maior eixo do caule em ângulo reto ou perpendicular aos raios da madeira tangenciando as camadas ou anéis de crescimento.

2.3.1.3. Secção longitudinal-radial

Plano de corte no sentido axial, passando pelo eixo do tronco, paralelo aos raios da madeira e no sentido perpendicular às camadas de crescimento.



2.4. Anatomia da árvore

Anatomicamente a árvore é dividida em 3 partes principais: Raiz, tronco e coroa (folhas, flores e frutos).

A raiz é responsável pela absorção da seiva do solo (água e elementos naturais) que são necessárias para a formação da árvore, e que é transportada através do tronco até as folhas para se transformar em matéria de nutrição vegetal. As folhas assimilam o gás carbônico do ar sob a ação da luz e do calor do sol que se combina quimicamente com substâncias minerais em suspensão na água, promovendo a formação de albumina, amido e glicose. Essa última ao se combinar com outros compostos químicos produz a celulose, que é a substância principal de formação das “paredes” das células vegetais.

Observando-se o tronco de uma Angiosperma em corte transversal ou de topo, pode se observar as várias disposições dos tecidos do lenho. Partindo-se do centro para a extremidade do caule nota-se as regiões: medula, cerne, alburno e casca. Entre a casca e o alburno existe uma região denominada *câmbio*, que é visível somente por microscópio. Nas espécies de gimnospermas aparecem no lenho regiões escuras que são intercaladas por outras mais claras que formam um conjunto denominado *anel de crescimento* ou *anéis anuais*. Esses anéis, que determinam a idade de uma árvore pelo seu número, contornam a medula constituindo o lenho do tronco, que anualmente, conforme o desenvolvimento da planta, cresce no sentido do diâmetro, acrescentando ao tronco um anel. Em cada anel podem ser observadas duas tonalidades de cor, sendo a mais clara, resultado do início da formação do anel, chamada de madeira de primavera, e a mais escura que é formada posterior aquela e de menor espessura que a primeira. A largura desses anéis varia de uma espécie a outra, podendo também acontecer variações de tamanhos em um mesmo tronco devido a influências climáticas.

2.4.1. Medula

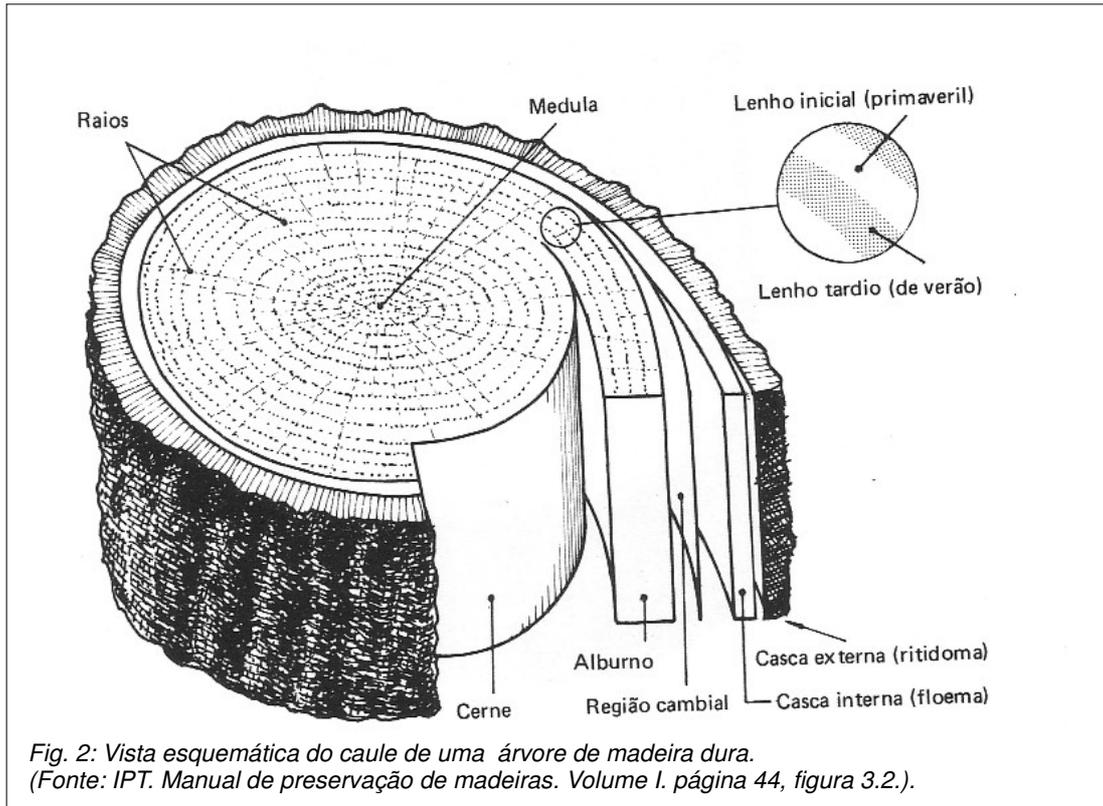
É um tecido primário, merismático e contínuo localizado na parte central do tronco, cuja função é a de armazenar substâncias nutritivas para a árvore.

2.4.2. Cerne e alburno

Ao analisar um tronco de árvore cortado transversalmente, pode-se ver em algumas espécies anéis alterando as camadas claras e escuras. Os anéis mais próximos da medula são a cerne, de tonalidade mais escura, enquanto os anéis mais afastados da medula formam o alburno, de tonalidade mais clara, é constituído de células vivas ou funcionais e que são responsáveis pela condução da seiva bruta para as folhas assim como o armazenamento de substâncias nutritivas. O caule de uma árvore muito jovem é constituído inteiramente de células vivas, assim nessa fase o tronco do vegetal é composto só de alburno. Conforme a árvore vai envelhecendo as células da parte mais interna do alburno perdem suas atividades fisiológicas, transformando-se assim em cerne, que é madeira mais dura. No entanto é importante salientar que a cor escura não indica necessariamente a existência de cerne, tendo em vista que em algumas espécies, tanto de angiosperma como de gimnosperma, não é possível perceber essa diferença de coloração.

2.4.3. Casca

Constituída de duas camadas. A mais interna, denominada floema é fisiologicamente ativa, conduz a seiva elaborada. A mais externa, denominada casca externa ou ritidoma, é composta de tecido morto e serve para proteger os tecidos vivos do ataque de insetos, microrganismos e intempéries. A parte interna da casca, entre o alburno e a xilema forma-se uma camada fina e viscosa constituída por uma faixa células meristemáticas secundárias denominadas região cambial, cambio ou geratriz. Essas células são responsáveis pela formação das células-mãe do xilema (lenho) e do floema (casca). Essas células que ao amadurecer se dividem em novas células podem se transformar em xilema ou em floema.



3. A PRODUÇÃO DE MADEIRA NO BRASIL

“Desde que o homem “desceu das árvores” e passou a procurar alternativas para se abrigar, a madeira e a pedra foram os primeiros materiais utilizados na construção de habitações. Pilares e vigas foram encontrados como vestígios de civilizações pré-históricas anteriores à descoberta do fogo. Não foi difícil para o homem perceber o quanto a madeira poderia ser útil: por flutuar, deu origem aos primeiros barcos; por ser fácil de trabalhar, transformou-se em utensílio doméstico, mobiliário, escultura”... (FLORES, 2002).

3.1. Introdução

O Brasil possui uma forte vocação florestal, conta com a maior e mais diversificada floresta do mundo, tem clima e solo apropriado para o plantio de espécies de rápido crescimento.

A cobertura florestal brasileira é formada por florestas naturais e florestas plantadas, que abrangem em sua totalidade 544 milhões de hectares, o que corresponde a 2/3 do território nacional. Desses, 242 milhões de hectares são florestas naturais de produção privadas enquanto 5,4 milhões de hectares correspondem às florestas plantadas de produção privada. A maior parte dos plantios florestais ocorreu durante as décadas de 70 e 80, por meio do programa de Incentivos fiscais, (1966-1987), (ABIMCI, 2004).

Desde 1966, após o vertiginoso processo de esgotamento das reservas de matas nativas, o replantio de árvores exóticas e de melhor relação custo benefício para a produção é feito no Brasil com incentivos fiscais e atualmente esta prática encontra-se consolidada entre as empresas que fornecem principalmente para o setor moveleiro no Brasil. Muitas dessas empresas possuem áreas de plantio próprio ou terceirizam para outras empresas especializadas.

O setor de base florestal no Brasil é dividido em dois grandes segmentos:

- Polpa e papel;
- Produtos de madeira sólida;

Esse último, representado pela Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente – ABIMCI, engloba produtos do tipo serrado, laminados, chapas de madeira e produtos de maior valor agregado (molduras, portas, janelas, pisos, móveis e outros). No Brasil, diferentemente de outros países de indústria de base florestal desenvolvida, as empresas do setor atuam em um único segmento, isto é, ou de Polpa e Papel, ou de Madeira Sólida. Nesse último segmento predominam as empresas de pequeno porte que estão espalhadas por todas as regiões do país, utilizando madeiras de plantações, no sul e sudeste, ou madeiras nativas, na região amazônica. Registra-se uma redução no número de serrarias em detrimento à modernização das restantes, que vêm implementando investimentos para ganho de escala em face da necessidade de competir no mercado internacional.

O segmento de madeira sólida no Brasil tem peso significativo, sendo esse responsável por 1% da arrecadação total nacional de impostos e empregando 3,5% da população economicamente ativa. Além disso, outros dados mais recentes também apontam que as exportações de produtos de base florestal (móveis, papel, celulose e madeira) tiveram um aumento em 2004, alcançando a quantia de quase R\$ 14.819 bilhões¹, US\$ 7,0 bilhões, sendo que o volume de exportação de madeira foi o que mais cresceu de 2003 a 2004, 46%. (Portal eMóvil, 2005).

(Ver em Anexo 1, Quadro 1 com números de 2002 que mostram a importância do segmento da Indústria de Produtos de Madeira Sólida).

A madeira é um produto renovável e de produção econômica, pois para a formação da madeira não são utilizadas outras formas de energia artificiais, além da energia solar combinada à química de nutrientes do solo, e o seu processo de extração não é agressivo. Além disso, a árvore contribui para o processo de retirada do carbono do ar. (Ver Anexo 1 – Quadros 2 e 3).

3.2. Reflorestamento e preservação

O processo de produção florestal por reflorestamento é um processo ecologicamente limpo e benéfico, pois dentre outros contribui para a sustentabilidade das florestas.

¹ Valor do Dólar Comercial em R\$ 2,117 referente à cotação de 14 março de 2006.

Atualmente as madeiras mais utilizadas para o replantio são o Pinus, que em 20 anos pode alcançar uma estrutura ideal para a construção civil, o que em algumas árvores nativas levaria 80 anos. O Pinus é uma espécie originária das Américas do Norte e Central, classificada como uma gimnosperma da classe das coníferas, conhecida como *softwoods* (madeira macia), típicos de climas temperado e frio, e utilizada em larga escala na construção civil². Foi introduzida no Brasil em 1956 em São Paulo, sendo estendida ao Sul posteriormente, para substituir as madeiras nativas.



Fig. 3: Floresta plantada de pinus.
(Fonte: www.sincol.com.br)



Fig.4: Floresta plantada de Eucalipto.
(Fonte: www.embrapa.br).

A outra espécie exótica que também foi introduzida no Brasil para o mesmo fim foi o Eucalipto. Essa espécie que é originária da Austrália consegue estar pronta para o corte em 15 anos após o plantio.

Essas duas espécies são usadas principalmente para abastecer os segmentos de Celulose e Papel, Carvão Vegetal e Madeira Processada Mecanicamente. Sendo o plantio de eucalipto respondendo por 60% da área florestal plantada, enquanto o Pinus representado 36%. Os restantes 4% são respondidos pela Teca (*Tectona grandis*), Acácia (*Acacia spp*), Gmelia (*Gmellina spp*), Seringueira (*Hevea brasiliensis*) e Pinho (*Araucária Angustifólia*).

O Eucalipto atinge 3,3 milhões de hectares plantados tem sua produção concentrada nos Estados de Minas Gerais, Bahia, São Paulo. Enquanto a de Pinus responde por 2 milhões de hectares concentrada na região sul do país, particularmente em Santa Catarina e Paraná.

² Nesse caso tanto na obra quanto na construção de casas, sendo esse último um processo em evolução.

As madeiras do Pinus e do Eucalipto são bastante utilizadas para a produção de painéis de aglomerado, MDF (painel de fibra de média densidade ou *medium Density Fiberboard*) e OSB (painel de tiras de madeira orientada ou *Oriented Strand Board*). Algumas empresas produtoras de painéis, como a DURATEX, utilizam o Eucalipto na sua produção, e outras empresas, como a PLACAS DO PARANÁ, utilizam o Pinus para produzir seus painéis, por exemplo.

A utilização de madeira de reflorestamento em qualquer segmento da indústria que utiliza essa matéria-prima e em especial como alternativa sustentável para a habitação social, deve ser encarada como requisito *sine qua non*. Para isso, uma das principais ações na qual deve-se trabalhar para a viabilidade comercial de habitações em madeira, é aquela que busca desmistificar os preconceitos de que o Pinus e o Eucalipto (esse último principalmente) são suscetíveis a diversas anomalias e problemas de ordem mecânica e biológica. (Ver Anexo 2).

Ainda em relação à atividade de reflorestamento LAROCA, (2002) cita:

“A madeira de reflorestamento é uma alternativa para a melhoria das condições de vida da população de baixa renda. Quanto ao aspecto florestal e ambiental, a madeira de reflorestamento a partir de esforço e conjuntos pode ser plantada e manejada para este fim, garantindo estoques para as gerações futuras. Sob o ponto de vista sócio econômico pode gerar oportunidades de trabalho em regiões com vocação florestal nas várias etapas da cadeia produtiva (serrarias, fábricas de componentes, carpintaria e usinas de tratamento). Com baixo investimento de capital é possível transformar a produção centralizada em descentralizada sob a forma de cooperativas ou de pequenas empresas”.

Ou seja, produção horizontalizada e organização e profissionalização do setor por arranjos produtivos. (Ver Anexo 2).

3.3. Produção florestal

O Brasil detém a segunda maior reserva florestal do planeta, ficando atrás, somente, da Rússia. A sua capacidade de produção sustentada é considerada elevada, se levar em consideração às florestas naturais.

A capacidade de produção sustentada das florestas brasileiras é estimada em 390 milhões de m³ anuais, dos quais 242 milhões de m³/ano, (62%), são provenientes de florestas nativas, enquanto que as florestas plantadas respondem por 148 milhões de m³/ano, (38%).

Apesar das florestas plantadas representarem apenas 2% da área de floresta de produção, elas são importantes devido a sua elevada produtividade se comparada às florestas de produção nativas.

Contudo, a produção atual de madeira para o uso industrial no Brasil se mostra abaixo da capacidade de produção sustentada das florestas de produção existentes, principalmente nas florestas nativas. Onde, nesse caso, a sua produção industrial representa 1/5 de sua produção sustentada. O que, em princípio, indica existir espaço para o crescimento sustentado da indústria florestal nativa no Brasil.

No entanto, nas florestas plantadas a diferença entre o índice de produção de madeira para o uso industrial e sua capacidade de produção sustentada é pequena. No caso do Pinus a situação é mais crítica, pois aqui os níveis de produção industrial estão acima dos níveis da capacidade de produção sustentada da madeira, comprometendo os estoques futuros. É o que os especialistas chamam de “apagão florestal”.

3.4. Madeira transformada

3.4.1. Compensado:

É uma chapa de lâminas de madeira torneadas ou fraqueadas, tratadas e prensadas. Ele é produzido por meio da colagem dessas lâminas de madeira sobrepostas em número ímpar de camadas e em sentido perpendicular uma às outras. Dessa forma vem o nome compensado, pelo fato dessas lâminas serem coladas com os veios em direção contrária, de maneira que uma compense a outra, dando mais estabilidade à chapa.

A sua colagem é feita por dois tipos de cola, de acordo com a sua utilização. No caso de móveis para uso interior e sem contato com umidade é utilizada cola do tipo uréia/formol. Para o uso em móveis de banheiro, cozinhas e pisos, devem ser

usados compensados colados com cola do tipo fenólica. Isso não significa que o produto seja a prova d'água.

A qualidade do compensado é determinada pelo tipo de madeira usada para obtenção das laminas. Laminas de madeiras mais nobres são usadas no revestimento, enquanto outras de menor valor, são usadas na parte interior do compensado.

Esse produto tem a vantagem de poder ser utilizado de maneira imediata após sua fabricação. É resistente ao fendilhamento³, é estável e sua superfície plana está pronta para o acabamento, (vernizes, ceras ou tingidores), ou folheamento.

As suas dimensões básicas são duas, de 160cmX160cm e 220cmX160cm e suas espessuras variam de 3mm a até 25mm. Existem dois tipos de compensado a saber:

3.4.1.1. Multilaminado

É o mais usado no mercado e é composto unicamente por lâminas de madeira. Servem para vários usos, mais não é recomendado para portas.

3.4.1.2. Sarrafeado

É formado por sarrafos de madeira em seu miolo e “folheado” com lâminas de madeira coladas perpendicularmente aos sarrafos. Com relação ao laminado, o compensado sarrafeado oferece mais resistência e por tanto é mais usado para confecção de portas, divisórias e prateleiras.

O compensado, em geral, pode ser usado em diversas aplicações, desde embalagens, passando pelos mobiliários e até na construção civil. A sua produção gira em torno de 4 milhões de m³ anuais, sendo essa, atualmente, orientada predominantemente à exportação. No mercado interno, o compensado vem sofrendo redução de seu consumo por conta da competição imposta pelos painéis reconstituídos, como o aglomerado, o MDF e o OSB.

3.4.2. Painéis de madeira:

O Brasil é um dos países mais avançados no mundo na fabricação de painéis de madeira aglomerada, MDF e chapas de fibra, possuindo o maior número de fábricas de última geração.

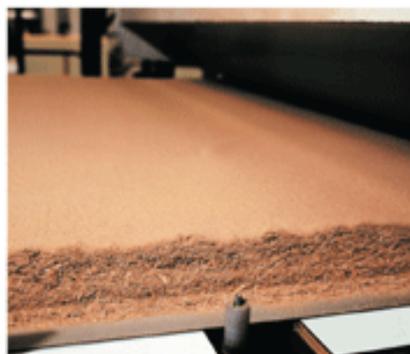
³ Quando o produto sofre rachaduras, abertura de fendas, no sentido de seus veios.

Esses fabricantes são representados pela Associação Brasileira da Indústria de Painéis de Madeira (ABIPA). Essa organização reúne os fabricantes de painéis de madeira reconstituídas, como aglomerado, MDF e chapas de fibra. Essas empresas, juntamente com demais indústrias de acessórios, químicos, bens de capital, prestadores de serviços e indústrias de maior valor agregado, formam uma importante cadeia produtiva que atende o segmento moveleiro e de construção civil, principalmente.

Os fabricantes representados por essa associação são: Berneck, Duratex, Eucatex, Fibraplac, Satipel e Tafisa.

3.4.2.1. Madeira aglomerada:

Esse material é fabricado a partir de partículas de madeira de eucalipto ou Pinus aglutinadas com resinas sintéticas e submetidas à pressão e ao calor. Esse produto apresenta estabilidade dimensional e resistência ao empenamento, e por não ter veios ou nós, o aglomerado pode ser usinado ou cortado em qualquer direção.



*Fig 5: Os painéis de madeira aglomerada são oferecidos em diversas cores e padrões.
(Fonte: www.abipa.org.br).*

Pode ser utilizado na construção de móveis em geral, e na construção civil é utilizado principalmente como forros e divisórias. A sua dimensão varia de 1220mmX2750mm e 1830mmX2750mm. Atualmente as empresas que produzem esse material totalizam um volume de produção de 2,8 milhões de metros cúbicos ao ano.

Esse produto apresenta três opções de acabamento: Natural, pintado e revestido com Laminado de Baixa Pressão⁴, conhecida com (BP), ou com lâmina celulósica⁵ (*Finish Foil*), conhecida como (FF). No caso da chapa ao natural, essa

⁴ Papel impregnado de resina melamínica que, por efeito de prensagem a quente, se funde ao painel formando um corpo inseparável.

⁵ Papel impresso pelo sistema de rotogravura (impressão de baixo relevo e alta tiragem) protegido com camada de verniz. O revestimento é colado ao painel sob ação de resina, calor e pressão.

pode ser revestida com laminas de madeira natural ou plásticas e até pintadas ou sofrer impressão direta.

3.4.2.2. MDF:

Esse produto, conhecido pelo nome em inglês, *Medium Density Fiberboard*, que significa Painel de fibras de média densidade, é fabricado com fibras de madeira de Pinus reflorestada que são aglutinadas por meio de resina sintética submetidas à pressão e ao calor intenso. O MDF é uma chapa dura com estabilidade dimensional e oferece possibilidade de usinagem não só nas suas faces como também nas suas bordas. O que não acontece com o compensado e o aglomerado. A chapa de MDF permite a realização de furos, sulcos, cortes e até torneamento.

Esse produto vem em duas opções de acabamento: Natural e revestido em BP ou FF. E por suas características é muito usado na indústria moveleira em praticamente todas as partes e componentes dos móveis, inclusive portas. Na construção civil é utilizado em pisos, rodapés, batente de portas, escadas, forros e divisórias. A sua superfície lisa e compacta facilita qualquer tipo de acabamento, sejam elas: Pintura, impressão direta por rolo e revestimentos com laminados de madeira ou plástico.



*Fig. 6: O MDF pode ser usinado em suas bordas e até torneado, propiciando a produção de peças mais elaboradas e com maior valor agregado.
(Fonte: www.abipa.org.br).*

As suas dimensões variam de 1220mmX2750mm e 1830mmX2750mm e atualmente as empresas que produzem MDF totalizam um volume de 1,8 milhões de metros cúbicos ao ano.

3.4.2.3. Chapas de fibra:

São chapas duras feitas somente com fibras de madeira de eucalipto, que são aglutinadas pelo processo de alta temperatura e pressão, mas sem o uso de resinas sintéticas. Pois o sistema utiliza a prensagem a quente pelo processo úmido que

reativa os aglutinantes naturais da própria madeira, lignina, resultando numa chapa dura ideal para revestimentos.



Fig. 7: As chapas de fibra por serem duras oferecem versatilidade de trabalhos, e por tanto a fabricação de uma gama maior de produtos e aplicações. (Fonte: www.abipa.org.br).

Por ser dura e ter a superfície lisa pode receber corte em qualquer direção, além de oferecer diversas formas de trabalho, a saber: Estampada, moldada, curvada, usinada, cizalhada e pintada.

Vem em três tipos de acabamento: Natural, pintada ou revestida em BP ou FF. Devido a sua versatilidade, essas chapas podem ser usadas na fabricação de móveis, pallets, revestimento interno de ônibus, embalagens, e na construção civil como divisórias e revestimentos.

As empresas que produzem esse produto totalizam um volume de 612 mil metros cúbicos ao ano.

3.4.2.4. OSB:

O OSB (*Oriented Strand Board*) é o nome em inglês, que em português significa painel de tiras de madeira orientadas, para um tipo de painel estrutural feito com tiras de madeira orientadas perpendicularmente distribuídas em diversas camadas, unidas entre si por resina fenólica aplicada sob alta pressão e temperatura. Cada painel consiste de 3 a 5 camadas.



Fig. 8: O painel de OSB. (Fonte: www.masisa.com.br).

É um painel de grande estabilidade e resistência, funcionando como substituto natural da madeira maciça em alguns casos. Por tanto, é ideal como material de construção. Por ter, também, propriedades isolantes, o OSB tem uma aplicação mais ampla na construção de moradias. Dessa forma, esse produto pode ser utilizado na construção de pisos, paredes, divisórias, escadas, forros de telhado, coberturas e até vigas em I.

Além de seu uso na construção civil, o OSB também é utilizado na indústria moveleira, principalmente na construção da estrutura de grupos estofados, como sofás e poltronas. Em substituição a madeira maciça.

No que diz respeito a sua aplicação como revestimento de parede, o fabricante recomenda que suas bordas devam ser seladas com produtos impermeabilizantes. Pois é pelas extremidades que os painéis absorvem umidade. O seu revestimento pode ser feito com qualquer material utilizado normalmente. Apenas devem ser observadas as recomendações dos fabricantes dos revestimentos.

A sua dimensão é de 1220mm X 2440 mm e sua espessura varia de: 6mm, (não estrutural); 9,5mm e 11,1mm (revestimento); e 15,1mm (para pisos). No Brasil o OSB é produzido exclusivamente pela empresa MASISA que por sua vez não faz parte da Associação Brasileira da Indústria de Painéis de Madeira (ABIPA). Ver melhores detalhes em anexo 3.



Fig.9: Estrutura de poltrona feita em OSB.
(Fonte: www.kronotexusa.com/osb.asp).

3.5. Medidas para preservação da madeira

Devesse ressaltar que todos os materiais utilizados nas edificações demandam medidas destinadas a sua conservação, independente do material que foi utilizado para a sua construção, cujo objetivo principal é o prolongamento da vida útil do imóvel. No caso da madeira não seria diferente.

Para tanto precisam ser observadas algumas diretrizes específicas para que a construção alcance longevidade de maneira satisfatória. A madeira, especificamente, pode ter a sua resistência e durabilidade incrementada por meio de processo de tratamento que visa a sua proteção contra umidade e agentes biológicos nocivos, a partir do desdobramento das toras. Esse processo consiste em impregnar a madeira com uma solução de cromo, cobre e arsênico – CCA – por meio de imersão da madeira em um recipiente para posterior secagem ao ar, ou através do método de autoclave, que consiste em uma câmara de vácuo que seca a madeira ao máximo,

retirando quase toda a água de seus veios, para depois ser injetado a solução CCA na câmara para a absorção da madeira, (ver anexo 4).

A madeira é como uma esponja, ela absorve a água do meio ambiente com relativa facilidade desde este esteja mais úmido que a madeira, de maneira a buscar sempre



um equilíbrio com a atmosfera. Por outro lado, também em busca de

*Fig. 10: Autoclave para tratamento de madeira com processo de vácuo e pressão de líquido preservante.
(fonte: www.irsp.com.br)*

equilíbrio com o meio, a madeira, se úmida, irá eliminar água de seus veios no momento em que a umidade relativa do ar estiver mais baixa que da madeira.

4. A INDUSTRIALIZAÇÃO

“Na organização da produção o princípio mais antigo é aquele no qual o homem, por sua própria natureza, procura obter o máximo de bem estar com o mínimo de esforço. Consta-se ainda que o próprio processo de desenvolvimento redefine a participação do homem, deixando-lhe a função própria de criatividade”. (SEREJO, 2002, citando LEVISON, 1976).

4.1. Introdução

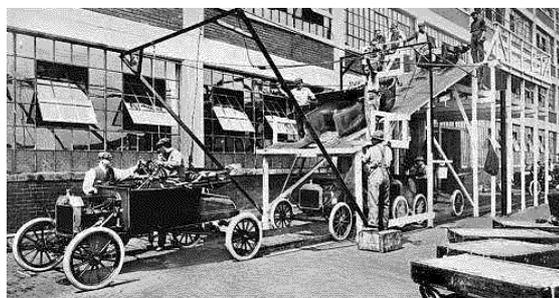
Não se pode falar em industrialização e sua importância sem mencionar a sua origem histórica. A transformação do mundo feudal em industrial se deu por conta de várias transformações sociais que associadas a inventos e inovações tecnológicas conduziram de forma natural as principais nações do mundo daquela época a uma guinada sem precedentes na sua forma de organização produtiva e comercial.

A Revolução Industrial contribuiu também para um movimento de mudanças no campo das idéias sócio, político e econômico que ainda hoje formam a base do pensamento econômico atual. Essa revolução caracterizou-se pela viabilização da produção em escala que por conta disso deu origem a diversas formas de métodos e filosofias produtivas que com suas tentativas e erros vem se aprimorando ao longo do tempo. (Ver Anexo 4).

4.2. Os primórdios do processo industrial

...“Ciência, em lugar de empirismo; harmonia, em vez de discórdia; cooperação, não individualismo; rendimento máximo, em lugar de produção reduzida; desenvolvimento de cada homem, no sentido de alcançar maior eficiência e prosperidade”. (CAMPOS, 1999, citando TAYLOR).

Uma das características mais básicas da produção industrial moderna reside nos métodos que proporcionam às indústrias maior volume e rapidez de produção e menores custos industriais com qualidade cada vez mais aprimorada,



Copyright (c) 1994, 1995 Compton's NewMedia, Inc. All Rights Reserved
Ford Motor Co.

Fig. 11: Linha de produção do Ford Modelo T em 1913. (Fonte: www.espacoacademico.com.br)

pelo uso intensivo das máquinas em substituição à habilidade do artesão, que, por conseguinte, impõem implicitamente os princípios da padronização. Essa prática foi “primeiramente” adotada de maneira plena na indústria automobilística, em 1913, quando Henry Ford incorporou como filosofia industrial a técnica de linha de montagem com peças intercambiáveis na fabricação do seu lendário Ford Modelo T na sua fábrica de *Highland Park*, EUA.



Porém, vale ressaltar que em 1830, na cidade de Boppard - Alemanha, o empresário austríaco do ramo moveleiro, Michael Thonet, usando toda sua criatividade, desenvolveu a técnica de vergar madeira maciça por meio de vapor, e foi o primeiro empresário a introduzir um sistema de produção horizontal e seriada para a fabricação de uma cadeira que ficou mundialmente famosa, a cadeira N° 14. O processo consistia em distribuir a produção dos componentes das cadeiras entre outros artesãos, ficando a sua montagem, acabamento e distribuição ao cargo da sua própria empresa, que por conta disto, foi à primeira empresa a exportar móveis. Este método propiciou à sua empresa adotar produção deste seu modelo de cadeira em outros países, (EUA e França), abastecendo assim os mercados europeus, americano e asiático. Graças a sua concepção de projeto e ao modelo de produção, a cadeira N.º 14 foi

Fig. 12: A cadeira N.º 14 é o primeiro produto de consumo de massa a nível mundial. composta por 6 partes, 6X(6x6), 216 partes, ou 36 cadeiras podem ser embaladas em uma caixa de 1m³.

(Fonte: www.idsa-mp.org)

“Foi sentado na “Nº 14” que Lenine discutiu com seus camaradas os destinos da jovem União Soviética. Na mesma altura, e em qualquer lugar distante, crianças de classe baixa remexiam-se, sentadas nas mesmas cadeiras”. (Protagonistas do design, 2004).

4.3. O processo industrial moderno

Já no Século XX o desenvolvimento da mecânica, metalurgia, eletrônica e por último a automatização com base na microeletrônica, que juntamente com as novas técnicas de gestão empresarial, concorreram para o incremento da produtividade na indústria e para a flexibilização dos processos de produção. Possibilitando dessa forma, a obtenção de muitos tipos de produtos em uma mesma linha de produção, e produzidos em maior escala.

Além dos avanços tecnológicos, o aumento da horizontalização da produção, ou seja, a presença de muitos produtores especializados na produção de componentes para a indústria, também vem contribuindo para a flexibilização da produção, assim como para a redução dos custos industriais e o aumento da eficiência da cadeia produtiva. Tanto na Europa como nos Estados Unidos verifica-se grande concentração da produção final nas grandes empresas, enquanto que as pequenas e médias especializam-se no fornecimento de partes e componentes ou atuam em determinados segmentos do mercado.

Um dos segmentos que vem adotando com sucesso este novo conceito de produção industrial é o setor moveleiro, a exemplo do que ocorre em longa data com o setor automotivo. Graças à invenção de novos equipamentos, novos acessórios e de novas matérias-primas o setor moveleiro pode dar um salto para a produção em larga escala, possibilitando a massificação do consumo, especialmente de móveis lineares (retilíneos) confeccionados a partir de painéis de madeira laminada (compensados) ou de madeira reconstituída (Aglomerados e MDF – *Medium Density Fiberboard*).



Fig. 13: Centro de Usinagem por comando numérico computadorizado para chapas de madeira reconstituídas, é capaz de cortar, furar, abrir, sulcos e topeja, substituindo assim várias máquinas operatrizes tradicionais.
(Fonte: www.giben.com)

Nesse segmento, o tempo de vida útil dos móveis sofreu forte redução, principalmente nos países desenvolvidos, forçando o dinamismo da indústria. Ou seja, aos poucos os móveis vêm perdendo a característica de bens de consumo de longa duração.

Ademais, o novo estilo de vida da sociedade moderna, que passou a priorizar maior funcionalidade e conforto,

introduziu novos conceitos aos projetos arquitetônicos e dos produtos. Parcela crescente dos móveis comercializados passou a ser projetada de forma que qualquer cidadão não tenha dificuldades na montagem - *ready to assemble* e *do it yourself* -, eliminando a figura do montador e, com isso, barateando o produto. Essa é uma tendência típica nos Estados Unidos e em especial alguns países da Europa, onde a funcionalidade do produto é um atributo essencial. Além disso, esse tipo de móvel, ao baratear também o frete, obtém uma grande vantagem no comércio internacional.

Quanto a essa característica, deve-se ressaltar o desenvolvimento constante de novos acessórios de montagem e de ferragens em geral, cujas empresas desse segmento da cadeia produtiva moveleira é a que mais vem introduzindo novidades, não só em termos de produtos, como também em termos de novas formas de concepção de móveis por meio da viabilização da modularização das partes que compõem o mobiliário, conferindo-lhes maiores praticidades e até multifuncionalidade, sem o comprometimento da qualidade final do produto.

4.3.1. Estudo de caso: Análise das Técnicas de Montagem e Fixação de Elementos no Mobiliário.

4.3.1.1. Sistema 32

A base da Modularização dos mobiliários é feita por um princípio de furação que foi estabelecido na Alemanha, e que é adotado no mundo todo, conhecido como Sistema 32. Este sistema consiste na padronização das distâncias dos furos destinados aos parafusos das dobradiças e corrediças, também como aos dispositivos de montagem e de fixação tendo como base as distâncias do centro de cada furo na dimensão de 32mm, combinando a linha de furação e ferragens, como descrito a seguir:

Quadro 1

- Distâncias entre centros de furos: 32 mm
- Diâmetro dos furos: 5 mm
- Distância da linha de furação até a borda dianteira do painel: 37 mm
- A distância entre as linhas de furação verticais deve ser um valor múltiplo de 32

- É aconselhável que a distância entre o primeiro furo e a borda inferior seja a mesma que a entre o último furo e a borda superior
- Também é aconselhável que a distância entre a borda traseira e a última linha de furação seja 37mm

Fonte: Hettich/Plastipar – Técnicas e aplicações para Móveis

Este sistema permite que todas as linhas de ferragens para mobiliário, independentemente do seu fabricante e país de origem, possam ser utilizadas sem a necessidade de ajustes. Neste sentido, permite que fabricantes de componentes dos mobiliários, como portas e gaveteiros, possam produzir seus produtos para atender a qualquer fabricante de móveis.



Exemplo de montagem	Item	Nome	Código	Emb.
	Hettich Rapid para furos de montagem rápida, Rapid DI 208	Burro para furos com ø 6 mm, Comprimento de parafuso 20 mm, Zankabstande natural	027 802	200
	Hettich Rapid para furos de montagem rápida, Rapid DI 209	Burro para furos com ø 6 mm, Zankabstande natural	027 804	200
	Hettich Rapid para furos de montagem rápida, Rapid DI 276	Burro para furos com ø 6 mm, Comprimento de parafuso 20 mm, Zankabstande natural	027 820	200
	Hettich Rapid para furos de montagem rápida, Rapid DI 277	Burro para furos com ø 6 mm, Comprimento de parafuso 20 mm, Zankabstande natural	027 820	200

Fig. 14: Dispositivo de montagem de móveis permite a montagem fácil e rápida de móveis.

(Fonte: Hettich/Plastipar. Técnicas e aplicações para móveis).

Outra vantagem que este sistema proporciona para os fabricantes de móveis, é que em se utilizando adequadamente deste recurso podem produzir painéis modulares e simétricos, racionalizando assim a sua produção. O sistema 32 utiliza uma tabela de múltiplos que serve para dimensionar as laterais dos móveis onde são instaladas as ferragens. Desta forma, observa-se que em função da padronização das furações, chegou-se a uma modularização de um dos componentes do mobiliário, que em função disto, poderá também, determinar as dimensões horizontais do móvel. Contudo, neste seguimento as dimensões verticais são as mais críticas, e é em torno desta, que gira todo o aspecto

A tabela de múltiplos abaixo é para ser utilizada, também, para dimensionar as laterais dos móveis.

4.3.1.2. Conclusão

Apesar da aparente padronização do perfil dos móveis, dado a modularização, há países, como a Itália, que conseguem distinguir seus produtos através do *design*, ou seja, perseguem uma estratégia de diferenciação do produto por meio da criatividade da forma e, sobretudo da multifuncionalidade dos seus móveis,

conseguindo assim obter uma renda diferencial advinda da exclusividade. O mesmo não ocorre num mercado em que a concorrência se dá via preços e se comercializa



Fig 15: Seqüência de produção em alta escala de móveis. A estratégia de diferenciação está no design.
(Fonte: <http://www.casasbahia.com.br>).

um produto padrão. Nesse caso, o produtor individual não tem forças para influir nos preços de mercado. Sua sobrevivência depende da sua eficiência.

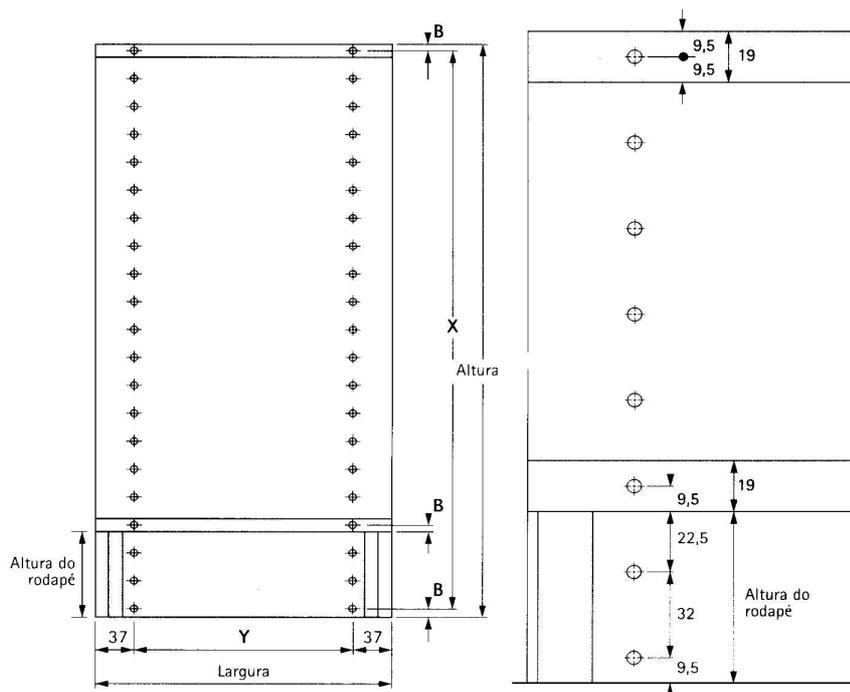


Fig. 16: A vantagem deste sistema em especial para os pequenos fabricantes de móveis, está na possibilidade de modularização das partes dos móveis e na conseqüente viabilidade da produção em série.
(Fonte: Hettich/Plastipar. Técnicas e aplicações para móveis).

5. A CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL

Como já visto anteriormente, o processo industrial é uma atividade que envolve o uso intensivo de máquinas em substituição ao homem, cujo processo de produção é repetitivo e padronizado, com movimentação constante das partes e dos componentes que compõem os produtos dentro de uma linha de montagem que, ao final, sai acabada e embalada uma série de produtos idênticos, prontos para serem transportados.

A construção civil no Brasil ainda utiliza, de forma generalizada, métodos de produção tradicionais por meio do emprego em grande quantidade de mão de obra não especializada, gerando alto índice de custos, que são agravados pelos elevados custos dos materiais e de seu enorme desperdício, que pode chegar a 1/3 do total de material adquirido, MORETT (2003). Em linhas gerais, podem ser pontuadas as principais características da construção civil no Brasil, a saber:

- Conjunção de métodos artesanais com componentes industrializados;
- Uso intensivo de mão-de-obra semi-especializada;
- Execução de múltiplas tarefas por um único profissional;
- Controle dimensional precário;
- Ausência de padronização dos elementos produzidos na obra;
- Ausência de correlação dimensional entre aqueles com os componentes fornecidos pela indústria para a construção civil;
- Mecanização parcial para operações mais pesadas.

A Revolução Industrial que com suas máquinas fez desaparecer os artesãos, também eliminou da construção a figura dos mestres construtores. Isso se deu pela divisão de tarefas entre quem concebe, o arquiteto originário das modernas técnicas e ciências da construção surgidas no século XVIII, e o recém chegado fabricante de materiais, a indústria. Porém, apesar dessas mudanças a construção civil no Brasil não acompanha a modernidade industrial da construção existente em outros países, apesar de já ter acesso a produtos e sistemas construtivos que existem no exterior. Há uma falta de comunicação e integração latente entre as partes que compõem a criação e projeto com as que executam a construção, cujo papel de criação e organização de um sistema que integrem essas partes caberia ao arquiteto. Essa falta de integração

entre a técnica e forma resulta na perenidade de um modelo arcaico de construção onde impera o uso intensivo de mão-de-obra, da força física, da improvisação e retrabalho. De uma certa forma essa casualidade deve influenciar na baixa qualificação profissional que ainda caracteriza o setor.

Para atender à forte demanda que o mercado vem impondo ao setor, é irreversível a transformação do setor de construção civil brasileiro em uma atividade genuinamente industrial, cujo perfil é o de produzir produtos em grande quantidade, com menor custo e qualidade a um vasto mercado; pois a produção em escala é consequência da economia de escala.

Para se alcançar essa meta, se faz necessário que a arquitetura promova a integração dos fundamentos básicos da racionalização que são próprias da industrialização.

“É preciso reconhecer, porém, que na questão estética do projeto de arquitetura com técnicas industriais, tem sido freqüente uma falta de entendimento deste processo necessariamente integrado, entre técnica, forma e função, pois é usual a consideração da solução construtiva industrializada, como mero suporte de arquiteturas previamente concebidas em técnicas tradicionais, não expressando sua verdadeira natureza construtiva, e limitando as potencialidades técnicas e econômicas do próprio sistema”. (MARTINO, 2004).

Isso mostra que alguns sistemas e produtos modernos industriais acessíveis não são utilizados de maneira correta, ou são adaptados aos tradicionais sistemas de construção, não sendo com isso, exploradas todas as suas potencialidades.

Apesar dos aspectos positivos do sistema industrial na construção, é necessário entender que esse setor ainda guarda algumas peculiaridades em relação aos demais setores que produzem produtos industrializados. A construção de uma habitação não se dará dentro de uma fábrica fechada, mas em um canteiro de obras como dito acima. E os produtos na maioria das vezes serão únicos, mas produzidos rapidamente. O processo de industrialização da construção civil se dá principalmente na industrialização dos componentes e no método de projeto do edifício. Dessa forma deve ser entendido que o processo racional construtivo se dá de duas maneiras, basicamente:

- Metodologia de projeto integrado, que possibilite a normalização e ordenação das partes e componentes da construção por meio de subsistemas;
- Adoção de **sistema industrial de construção aberta**, que visa gerar soluções diversas a partir de uma linha pequena de componentes modulares possibilitando a produção em escala, (ver anexo 6).

6. SISTEMA INDUSTRIAL FECHADO E SISTEMA INDUSTRIAL ABERTO

Entendendo-se a edificação como um processo industrializado, deve-se considerar, então, que existem dois sistemas industriais de construção: O sistema fechado e o sistema aberto. Cujas diferenças se dá basicamente na concepção e utilização dos componentes industrializados destinados à construção da edificação.

6.1. Sistema fechado

É o sistema onde ocorre a construção de um ou mais indivíduos construtivos pré-determinados, por meio da montagem de componentes pré-fabricados em série, sob medida e exclusivo para aquele.

Isso se dá na prática com a decomposição dos componentes dessa edificação de modo a permitir a sua produção seriada em uma determinada fábrica, para que sejam posteriormente montados no canteiro de obras. Para tanto, é adotado, então, uma medida de referência baseada em um dos componentes do projeto, cuja denominação dessa unidade é o módulo. O objetivo disso tudo é a redução de custos e melhor montabilidade da construção.

A característica desse sistema é que aqui tanto os elementos produzidos em série quanto o módulo definido, são adequados a um único e específico projeto de edificação a ser construído só ou em um número maior. Dessa forma, segundo MANDOLESI, (1981):

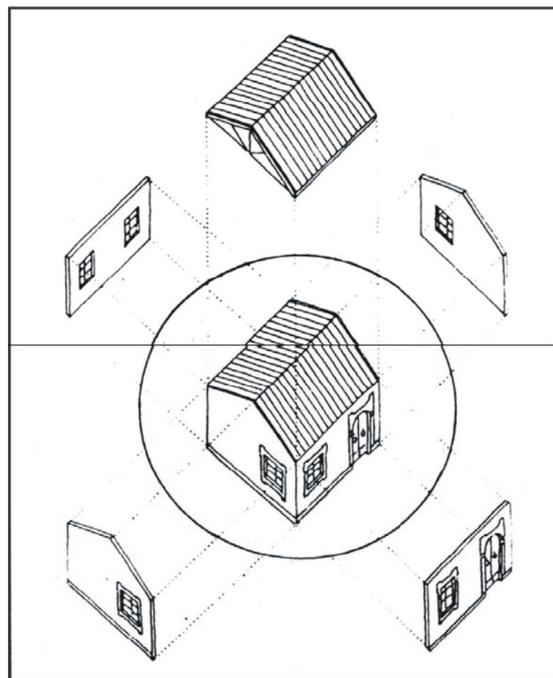
“O sistema fechado só se viabiliza economicamente quando são considerados somente os custos de construção, desconsiderando a manutenção, alteração para adequação e ampliação e, mesmo assim, para um grande número de unidades”.

Ainda citando MANDOLESI, (1981), são enumeradas aqui as limitações do sistema industrial de construção fechado, a saber:

- Requer uma determinada quantidade de unidades do mesmo tipo para viabilizar a sua concepção e seu desenvolvimento;
- Exclui a possibilidade de abrir o mercado aos componentes industrializados para serem aplicados em outros tipos e categorias de edificações;

- Limita a variedade de edificações que poderiam ser criadas devido às características únicas dos componentes do sistema;
- Torna-se exclusivo às grandes empresas, em detrimento das pequenas e médias a não ser que estas se associem em consórcios ou cooperativas.

Esse tipo de sistema sob a ótica industrial é equivocado, uma vez que ele se concentra apenas em um único projeto específico para, a partir dele, determinar os componentes que serão pré-fabricados. Diante disso, cria-se um impasse por conta da exclusividade dos componentes produzidos. Ficando esses, então, limitados ao uso em projetos arquitetônicos similares aos que originou, não permitindo, assim, aos arquitetos liberdade para compô-los de maneira a gerar projetos arquitetônicos diferentes. Além disso, existe o risco de se perder o fornecimento desses componentes pela descontinuidade de sua produção, por diversos fatores, o que causaria transtornos futuros quando houver necessidade de manutenção, troca ou ampliação da construção.



*Fig. 17: Desenho esquemático de um Sistema Industrial Fechado.
(Fonte: Mandolesi, Enrico. 1981).*

6.2. Sistema aberto

Segundo MANDOLESI, (1981), baseia-se no princípio de se produzir elementos construtivos funcionais e polivalentes, aptos a serem utilizados em construções de tipos e categorias diferentes.

Tal qual no sistema anterior, aqui o processo também se dá com a decomposição dos componentes da edificação, para que sejam produzidos em série em uma ou mais fábricas visando a redução de custos e conferir maior aspectos de montabilidade. Porém, diferentemente do processo fechado, os elementos ou componentes pré-fabricados não são específicos para um determinado projeto de edificação.

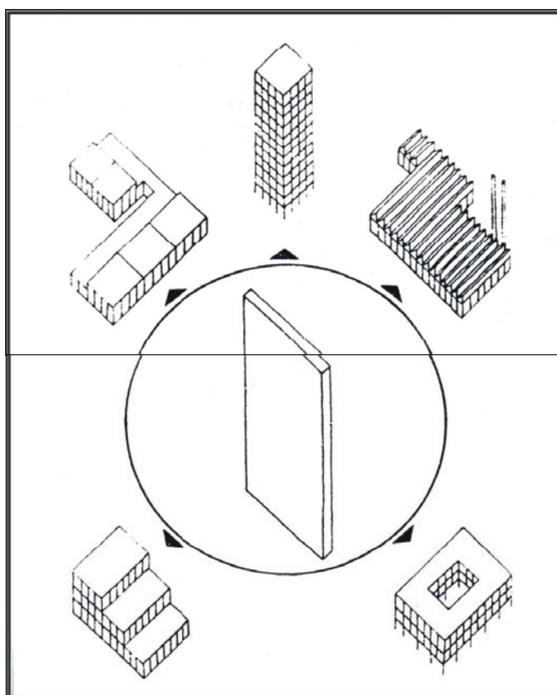
Ou seja, segundo RIBEIRO, (2002), “É uma operação de integração que, graças à determinação de parâmetros coordenantes, permite a introdução de componentes industrializados a serem utilizados no projeto e construção de tipos de edifícios, numa gama mais ampla possível, inclusive pertencentes a categorias diferentes”.

Em outras palavras, o que existe é uma ampla oferta de componentes junto ao mercado destinados à construção ou à montagem de edificações diversas. Por isso, o sistema aberto também é conhecido como a construção por componentes.

MANDOLESI, (1981), também enumera as características desse sistema:

- Conseguir uma maior penetração do produto no mercado de construção, pelas amplas possibilidades de escolha oferecidas ao consumidor;
- Ter maior flexibilidade sobre o tamanho da série do produto, pois não existe a sujeição a valores mínimos de intervenção por unidade de construção do mesmo tipo;
- Permitir uma organização maior de empresas produtoras de componentes;
- Limitar os custos de instalação por meio da criação de empresas produtoras especializadas em cada tipo de componente;
- Dar uma liberdade efetiva ao projeto do produto a nível arquitetônico, e, sobretudo dar a possibilidade de uma constante manutenção nos modelos concebidos.

Para a satisfatória aplicação desse sistema, faz-se necessário uma estreita relação e coordenação das ações de programação, produção e projeto que participam do processo da edificação. Ao nível de produção, o sistema aberto permite iniciativas coordenadas entre os produtores de componentes e os construtores para a oferta junto ao mercado de componentes industrializados, modularizados e perfeitamente integráveis entre si, a exemplo do que ocorre em outros setores. No entanto, para tornar viável a adoção do sistema aberto, onde deve haver a integração dos componentes industrializados com variedades de soluções, faz-se necessário à adoção da coordenação modular, que será abordado no capítulo seguinte.



*Fig. 18: Desenho esquemático de um Sistema Industrial Aberto.
(Fonte: Mandolesi, Enrico. 1981).*

7. A COORDENAÇÃO MODULAR

7.1. Introdução

Com a introdução de novas técnicas e de componentes industrializados para a construção, o setor de construção civil no Brasil estréia seus primeiros passos como segmento industrial de fato a partir da década de 1990, deixando para traz o modelo artesanal com a qual foi caracterizada por muitos anos. Aliado a isto vem às políticas oficiais de qualidade e produtividade para a construção, dentre elas vale destacar o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), instituído em 1998, que buscam a maior oferta de moradias para a população, sempre associada ao incremento da qualidade.

Para que haja qualidade das construções, é necessário haver também qualidade dos elementos industrializados que comporão a construção. Esta qualidade se dará também por meio da padronização de suas dimensões e conseqüente possibilidade de intercambio destes componentes entre si e com os demais componentes, por meio de elementos de junções, fixação etc. Para tanto será preciso não só a padronização das medidas dos componentes industrializados, como também, dos espaços ocupados por eles.

Ao falar em padronização das dimensões e modularização, devesse ter cuidado de esclarecer que estas práticas se aplicarão basicamente aos componentes que compõem a construção e não a arquitetura propriamente dita. Ressaltando assim, o fato de que aos arquitetos continuará a existir a total liberdade de criação, demandando aquele uma preocupação com a composição e as ligações entre os diferentes componentes em um ambiente modular, objetivando alcançar a forma desejada. A ferramenta básica para permitir, por um lado à padronização dos componentes e, por outro garantir a liberdade de criação é a *coordenação modular*.

7.2. Aspectos básicos da Coordenação Modular

“A finalidade da coordenação modular é obter uma maior integração entre as exigências de projeto dos arquitetos e o procedimento industrial da construção com suas vantagens econômicas”. (MICHALKA, 2004).

A construção civil caracteriza-se pela grande diversidade de atividades produtivas concentradas. Diante desta afirmação, a racionalização desse segmento somente será possível por meio da normalização de todo o seu processo, sob a ótica da coordenação modular.

A coordenação modular é um sistema integrado de leis e princípios que, para tanto, necessita de uma hierarquia de normas que abranja o processo como um todo, visando a sua unificação e a sua simplificação. Uma das formas de se obter isto é fixando as dimensões de um determinado componente cuja adição de mais elementos idênticos gerará uma medida modular. A fixação destas dimensões como referência para outros elementos, possibilitará também, a intercambiabilidade destes elementos com outros grupos de componentes modularizados. A viabilidade desta relação de medidas entre elementos diversos se dá por meio da coordenação modular ou correlação dimensional, e as vantagens advindas dessa prática se dão em todas as atividades da construção que vai desde a fabricação do componente, passando pelo seu transporte, armazenamento, aplicação, execução do serviço e custos.

7.3. O Módulo

“A normalização é aplicada para se conseguir tanto à estabilidade de um produto como do procedimento de produção”. (MICHLAKA, 2004).

Para a escolha de um módulo base, deve-se levar em conta a possibilidade de haver uma gama de medidas modulares para todos os componentes possíveis, tanto no momento da construção como no futuro. Isto significa que a escolha do módulo não deve ser baseada em apenas um elemento da construção, tendo em vista a necessidade de ajustes dimensionais em todos os componentes existentes. E que para tanto se deve observar os seguintes itens:

1. A medida módulo base deve ser grande o suficiente para estabelecer uma correlação convincente entre as dimensões modulares dos componentes e os espaços modulares do projeto.

2. O módulo base deverá ser suficiente pequeno para que seus múltiplos se correspondam com todas as dimensões dos elementos da gama industrial, constituindo uma unidade de crescimento de uma unidade modular à seguinte, de modo a reduzir ao mínimo, tanto as variações que devem produzir-se nos atuais elementos para adaptá-los à medida modular mais próxima como as variações relativas dos espaços previstos no projeto.
3. Deve ser escolhido para módulo a base de maior medida possível, a fim de ser obtida a redução na variedade de produtos.
4. Por facilidade de uso, a medida do módulo deve ser um número inteiro, que terá uma relação numérica clara com o sistema de medida adotado.

Fonte: Coordenação Modular – Camilo Michalka Jr.

Sendo a escolha do módulo base fundamental para o processo, deve ficar claro que esse módulo deverá ser a referência para a inter-relação entre as dimensões dos componentes da edificação à qual se destinam. O módulo base tem funções importantes dentre as quais destacam-se:

- É o denominador comum de todas as medidas coordenadas;
- É o acréscimo unitário de toda e qualquer dimensão modular, a fim de que a soma ou a diferença de duas dimensões modulares também seja modular;
- É um fator numérico, expresso em unidades do sistema de medidas adotado, ou razão de uma progressão.

Fonte : (BNH / IDEG, 1978).

“Quando se usa uma dimensão especificamente para estabelecer relação entre as dimensões dos elementos da construção, ela representa ao mesmo tempo denominador comum, fator dimensional e incremento unitário das dimensões. A esta dimensão que transforma a série numérica em uma série de dimensões coordenadas, múltiplos inteiros desta medida, denomina-se módulo base. À série de múltiplos inteiros do módulo base dá-se o nome de seqüência normal. Quando se relaciona esta dimensão com uma unidade de medida, ela passa a denominar-se módulo”. (MICHALKA, 2004).

Ou seja, a Coordenação Modular é a denominação dada à coordenação dimensional das construções erguidas, tendo como ponto de partida um módulo base.

8. NORMAS TÉCNICAS PARA A COORDENAÇÃO MODULAR: ANÁLISE DA MODULAÇÃO DO PAINEL DE FECHAMENTO.

8.1. Introdução

Atualmente estão disponíveis para consulta e aplicação, as normas para a Coordenação Modular da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), e nesse capítulo será feita apenas uma análise daquelas normas e em relação ao elemento de fechamento das paredes⁶. Assim sendo, escolheu-se o produto destinado aquele fim, o OSB, por encontrar-se em plena produção e oferta no mercado nacional, e por também ser um produto naturalmente destinado à construção.

8.2. Painéis de Madeira

O OSB – *Oriented Strand Board* - é um painel estrutural produzido de partículas (*strands*) de madeira, sendo que a camada interna pode estar disposta aleatoriamente ou perpendicular às camadas externas. Diferentemente aos aglomerados, no OSB não são utilizados resíduos de serraria para a sua fabricação. É um produto de baixo custo, cujas propriedades, boa resistência mecânica e estabilidade dimensional, assemelham-se às da madeira sólida, podendo substituir plenamente os compensados estruturais nas aplicações em paredes, forros, pisos, componentes de vigas estruturais, embalagens, etc.



Fig. 17: Painéis de OSB – *Oriented Strand Board* foram desenvolvidos nos EUA para a construção civil onde é empregado como forro de telhado, piso, paredes e divisórias internas e componentes de vigas estruturais.
(Fonte: www.trada.co.uk)

Apesar de toda a qualidade do OSB, deve-se ressaltar que estes painéis se expandem quando expostos diretamente às intempéries, chuva ou alta umidade relativa por longos períodos. Desta forma seu uso é aconselhado em construções protegidas e interiores.

⁶ Não é objetivo desse trabalho analisar o dimensionamento estrutural. Os componentes estruturais têm uma relação direta com o painel de fechamento como será mostrado.

O OSB tem um grande potencial produtivo e de mercado no Brasil, considerando a atual pouca expressão da construção à base de madeira, principalmente nas faixas populares, cujo custo e tempo de construção são menores, tornando-se uma excelente opção. Algo que já ocorre nos Estados Unidos, Canadá e na Europa, onde as construções baseadas no OSB apresentam inúmeros exemplos que comprovam a sua eficiência e o seu baixo custo de produção. Além disto, tal atividade, também é uma boa geradora de empregos, tendo em vista o complexo desenvolvimento de demais atividades em arranjos produtivos que iriam desde a silvicultura, passando pelas fábricas de OSB até chegar ao montador final.

8.3. Dimensões do OSB

O OSB é feito em grandes prensas de até 3,6 x 7,2m, e, portanto, pode fornecer uma grande faixa de dimensões de produtos para satisfazer vários usos finais. O OSB é normalmente produzido em espessuras que variam de 6mm a 35mm, sendo as mais comuns as de 9,5 mm, 11mm, 12mm, 15mm e 18mm. As espessuras de 15mm ou maiores podem ser produzidas com bordas quadradas ou perfis do tipo “macho e fêmea”, e as dimensões das chapas são de 122 x 244 cm (4 x 8 pés) para usos estruturais, como também podem ser de 160 X 250 cm até 360 x 732 cm para usos industriais. A sua largura é determinada pela tecnologia de produção, e não pelo comprimento das toras, como acontece nos compensados. Essas medidas, como pode ser percebido, não são fáceis de se combinar.

8.4. Análise sob as Normas Técnicas

Para se fazer uma fundamentação do uso do OSB como elemento modular na construção de casas em madeira deve-se observar as Normas existentes que mais se aproximam ao universo que permeia o uso daquele componente.

Porém, devido à complexidade e variedade do ambiente da construção, optou-se em analisar apenas uma norma para efeito de melhor aprofundamento do trabalho. Uma das Normas que melhor se adequou ao uso de painéis de madeira reconstituídas, e que foi escolhida para esta análise é a **NBR 5721, Divisória Modular Vertical Interna**. Contudo vale citar outras Normas que, em primeira análise, podem também podem ser aplicadas no uso do Painel de OSB, que são:

- NBR 5708 – Vãos modulares e seus fechamentos;
- NBR 5709 – Multimódulos;
- NBR 5710 – Alturas modulares de piso a piso, de compartimento e estrutural;
- NBR 5713 – Altura modular de teto – piso;
- NBR 5714 – Painel modular vertical;
- NBR 5721 – Divisória modular vertical interna;
- NBR 5722 – Esquadrias modulares;
- NBR 5723 – Forro modular horizontal de acabamento (placas, chapas ou similares);
- NBR 5725 – Ajustes modulares e tolerâncias;
- NBR 5728 – Detalhes modulares de esquadrias;

8.5. Análise da aplicação do painel sob a ótica da modularização

Uma das muitas utilizações do painel de OSB é a da construção de fechamentos internos, paredes, das casas. Para tanto, faz-se necessário prever o dimensionamento das molduras estruturais, *wood-frame*, onde serão fixados os painéis como acabamento.

Em uma análise mais simples, sabe-se que os montantes da moldura estrutural são fixados em distâncias pré-determinadas, compondo assim uma estrutura modular nos sentidos horizontal e vertical (ver capítulo Estudo de Caso: Sistema de construção de casas de madeira nos EUA, item 8.5 Montante de parede). Toda a estrutura forma várias molduras em cujos vãos livres são fixados os painéis de OSB para fechamento dos mesmos. No entanto, até esse momento da pesquisa de dissertação, não se sabe se estas distâncias foram estabelecidas de maneira padronizada pelas diversas empresas que constroem estas casas baseadas em algumas Normas. Sabe-se tão somente que os painéis de OSB têm medidas diferentes, e que suas dimensões são referentes à unidade de medida originalmente estabelecidas nos EUA, país de origem do produto, em pés e polegadas. Assim sendo, não é errado supor que durante a instalação deste componente seja demandada a ação de corte de pequenas partes dos painéis como forma de ajustá-los às medidas dos vãos a serem preenchidos. É bom ressaltar também que, nestes vãos também são fixados os elementos não aditivos da construção, como portas, basculantes e janelas principalmente. Estes elementos feitos em madeira já são encontrados no mercado com relativa facilidade, e

são produzidos por empresas especializadas, na sua maioria estabelecidas em Santa Catarina, cujas dimensões podem variar de 100 cm, 120cm, 140cm, 160cm, 180cm e 200cm de largura e altura, em alguns casos a altura é de 213 cm. Desta forma, é fácil concluir que as medidas desses elementos em relação à do componente OSB não tem a menor semelhança.

Outrossim, a altura em que são fixadas estas janelas e basculantes variam em muitos casos numa proporção decimal de números não inteiros. Por conta deste aspecto há que se observar também à questão da altura dos interiores, (Pés direitos), que são adotados pelos diferentes fabricantes de casas. Esta medida também causaria influencia no trabalho de fixação dos painéis, uma vez que estes deverão sofrer algum tipo de ajuste. Assim pode-se prever que com os cortes necessários para ajustes na fixação do painel tanto nos sentidos horizontal e vertical, irá gerar severo aumento de trabalho, custos e sobras de resíduos.

8.6. Análise da Norma Técnica ABNT / NBR – 5721

Para melhor embasar os aspectos que foram citados acima, se faz necessário uma breve análise da aplicabilidade da Norma objeto.

A Norma NBR 5721 tem por objetivo fixar as condições exigíveis da divisória modular interna aplicada na construção coordenada modularmente. A Norma define o termo, “Divisória Modular Vertical Interna”, como sendo:

“Divisórias cujas medidas são modulares e que é constituída por elementos simples (painéis modulares verticais, ou por elementos compostos, painéis, montantes, travessas, rodapés etc)”. ABNT – NBR 5721, Fev/1982.

Em primeira análise, pode-se concluir que aos painéis referidos na Norma, pode se considerar os painéis de madeira reconstituída, como é o caso do OSB, muito embora quando da publicação da referida norma o OSB ainda não havia sido lançado no Brasil.

Ainda em análise às definições dos elementos segundo a NBR 5721, ao elemento Montante, pode-se considerar os perfis de madeira que formam a moldura

estrutural. Montantes então, são os perfis aonde vão fixados os painéis, e que para tanto podem demandar trabalho de fresagem em suas laterais para recebimento das placas, ou em casos mais simples, a aplicação de acessórios, molduras ou dispositivos de montagem, que servem de elementos de fixação da placa. No geral, o OSB é utilizado como elemento de fechamento dos vãos, que, por conseguinte, recebe cobertura de outros materiais como forma de acabamento, como por exemplo: feltro, argamassa, etc. Neste caso, o OSB é apenas pregado na face dos perfis obedecendo-se alguns critérios, conforme quadro da fabricante do OSB no Brasil a empresa MASISA abaixo:

Quadro 2

MASISA OSB com revestimentos leves		
Aplicação	Espaçamento máximo entre perfis	Espessura mínima
Horizontal	40,5 cm	9,5 mm
Vertical	40,5 cm	11 mm
Horizontal	61 cm	9,5 mm
Vertical	61 cm	11 mm
MASISA OSB com revestimentos pesados, tipo ARGAMASSA		
Horizontal	40,5 cm	11 mm
Vertical	40,5 cm	12 mm
Horizontal	61 cm	11 mm
Vertical	61 cm	15 mm

Fonte: SBA – *Structural Board Association* (Associação de Painéis Estruturais)

Observa-se acima que em função da resistência do componente de acordo com a sua espessura, o fabricante orienta que os painéis tenham determinada dimensão, o que poderia ser, por conta disto, um critério de modulação. No entanto, as dimensões propostas não são modularmente coerentes.

Neste aspecto, a Norma recomenda que tanto a largura quanto à altura do componente, devem ser modulares, e no caso daquela última, quando a altura no

ambiente não for modular, a diferença deve ser absorvida por peças de ajuste, (rodapés, molduras etc.). Quanto à espessura, a Norma não determina nenhum.

Aspecto de modularidade, apenas recomenda que esta atenda à medida $n \times M/4$, onde:

n = é um número positivo inteiro qualquer
 M = é o módulo

No que diz respeito a sua locação, a Norma recomenda que seja feito de acordo com a Norma NBR 5707 que fixa as condições exigíveis na escolha da posição dos componentes da construção, em relação à Quadrícula Modular de Referência na construção coordenada modularmente. Ou seja, uma quadrícula com espaçamento entre suas linhas igual a $1M$. No entanto, esta referência pode ser feita em uma quadrícula com vários módulos, quadrícula multimodular, que é o caso da moldura estrutural das casas, cujo espaçamento entre suas linhas, segundo esta Norma, devem ser igual ao múltiplo $2M$ ou $3M$, de maneira que as linhas desta quadrícula coincidam com as linhas da quadrícula modular de referência. É bom observar aqui que as dimensões propostas para as quadrículas são maiores que as recomendadas pelo fabricante de OSB para a sua aplicação. Contudo, a estas dimensões podem ser diferentes da proposta pela Norma, desde que se obedeça a uma relação entre os valores e que sejam múltiplas entre si, preservando assim o conceito de coordenação modular.

E finalizando, no item “Condições Específicas”, ficou determinado que para tipos diferentes de divisórias modulares verticais internas, devem ser executados detalhes modulares para cada tipo de material e dispositivos de união empregados. Isto demanda que para estes tipos de insumos devam ser observadas as normas de coordenação modular que, como ficou mostrado até aqui, vem sendo estabelecidas desde a altura interna dos ambientes, passando pelas molduras estruturais até chegar aos itens de união.

9. ESTUDO DE CASO: SISTEMA DE CONSTRUÇÃO DE CASAS DE MADEIRA NOS EUA

9.1. Introdução

Esse capítulo sobre o sistema de construção de casas de madeira nos EUA mostrará os aspectos básicos do tipo de construção em madeira mais utilizado nos EUA, mostrando a sua modularidade, segundo abordado no capítulo Sistema Industrial Aberto, e montabilidade.



Fig. 19: Construção em montantes de madeira típica. (Fonte: www.vermonttimberworks.com).

Nos EUA existe uma variedade de materiais informativos e orientativos destinados à capacitação de pessoas em geral que tratam da construção de casas de madeira, em especial o sistema *wood-framing*, (ver ítem 9.2.). Seja por meio de revistas periódicas especializadas, como também por livros de autores diversos que tratam de tópicos específicos ou gerais, como também por catálogos das empresas construtoras, *web pages* que foram consultados e até programas de TV. Algumas dessas publicações, como já dito, tratam de maneira isolada alguns aspectos da construção das casas de madeira, como fundações, instalação de molduras e acessórios etc. Assim, para esse trabalho, foram utilizados como referencia bibliograficas duas publicações americanas de autores diferentes, *Wood-frame house construction revised* e *Graphic guide to Frame Construction, The ultimate book of home*

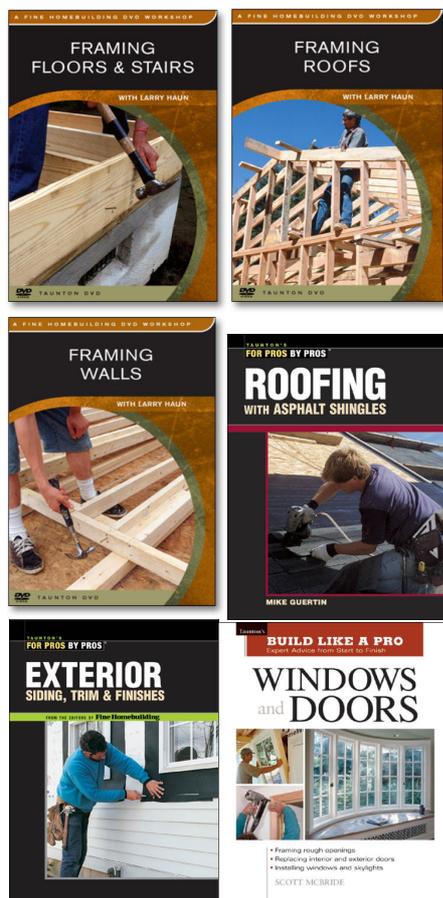


Fig 20: Amostra da variedade de publicações, (livros), que tratam de assuntos diferentes da construção de casas de madeira. (Fonte: www.taunton.com)

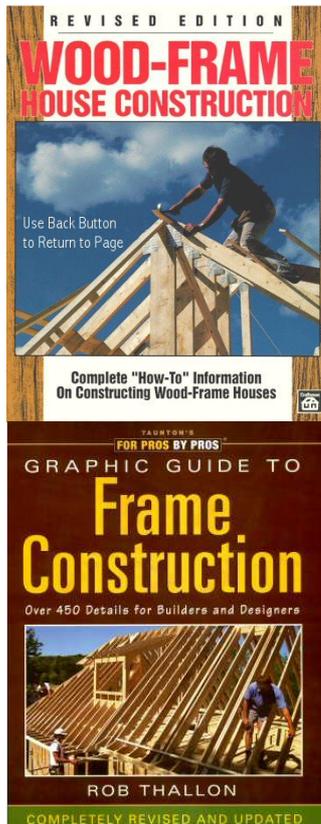


Fig. 21: Capas dos livros utilizados para essa pesquisa.
(Fonte: www.buildersbooksource.com e www.craftsman-book.com).

plans, por serem representativos e abrangentes sobre o tema, pois abordam de maneira detalhada os métodos de construção de casas em montante de madeira, *wood-frame construction* ou *light wood-frame construction*. (Ver figura 20).

Durante o estudo das publicações acima referidas, pode-se verificar a riqueza de nomes proporcionada pela grande quantidade de componentes existentes na construção dos elementos da casa, tais como: fundações, sapatas, paredes externas e internas, piso, varandas, telhados etc. Na maioria dos casos, ao se recorrer aos dicionários percebeu-se redundância de nomenclaturas em português para peças de diferentes funções.

Além disso, esse estudo se deterá em analisar os aspectos mais fundamentais da construção, cujo foco está no aspecto modular e industrial da construção. Melhores detalhes e curiosidades serão incluídos nos anexos.

Além da análise de material bibliográfico acima citado, foram realizadas visitas a canteiros de obras e entrevistas com construtores no mês de Julho de 2005 no Estado da Califórnia, mais precisamente nas cidades de Lompoc e San Louis Obispo. Puderam ser observados alguns aspectos peculiares não só no que diz respeito ao sistema construtivo das residências, como o sistema de urbanização.

No Estado da Califórnia predominam basicamente construções feitas em madeira. A região é fortemente propensa a temores de

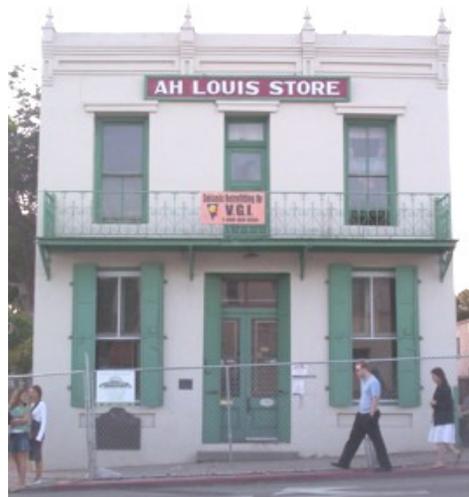


Fig 22: Prédio comercial em alvenaria em San Louis Obispo passando por ação de reforços estruturais para suportar abalos sísmicos.
(Demetrius Vasques Cruz).

terras, por tanto, o código de construção das cidades daquele estado é bastante rigoroso quanto à maleabilidade das construções para resistir aos tremores e à leveza dos materiais para o caso de desabamento. Existem algumas construções em alvenaria, mas essas são construções muito antigas remanescentes da influencia espanhola, e nesse caso estão passando por processo de adequação sísmológica, *seismological retrofitting*. (fig. 22).

9.2. Construção em Montante de Madeira – Wood-frame construction

Em primeiro lugar, deve-se entender que as edificações em madeira, apesar de poderem custar menos que as similares feitas em concreto e tijolos, não são necessariamente inferiores em termos de qualidade e até durabilidade. Sob corretas condições de uso e de construção, as casas feitas em madeira podem durar muitos anos. Existem casas nos EUA que foram construídas em estrutura de madeira há quase 200 anos e que ainda estão em uso, principalmente na costa leste, na região da Nova Inglaterra, que é a parte mais antiga daquele país, onde existem muitas comunidades com casas centenárias.

Nos EUA, diferentemente da maior parte de outros países que usam alvenaria nas habitações, a madeira é a opção de material pela maioria dos construtores e arquitetos. Um dos fatores que contribuíram para isso foi a imensa oferta desse

recurso em quase toda a parte daquele país, o que o tornou, também, relativamente mais acessível em termos financeiros.



Fig. 23: Casa com fechamento externo em madeira maciça. (Adeina Cookenour).

No entanto, é importante ressaltar que para uma construção em madeira ser durável e econômica, são necessárias a observação dos procedimentos técnicos de construção e a seleção correta dos materiais da obra, associadas a um projeto eficiente.

A técnica de construção em montante de madeira foi originada no EUA há mais de 150 anos, tornando-se rapidamente um sistema de construção predominante em casas e outras edificações de menor escala. Atualmente mais de 90% de todas as novas edificações nos EUA são feitas nesse sistema. Uma das principais razões para a escolha desse sistema de construção por parte de construtores e profissionais e até amadores se dá pela sua flexibilidade. Isso porque as dimensões dos elementos que compõem o sistema são menores e virtualmente qualquer forma ou estilo da edificação pode ser facilmente erigido por causa dos componentes de montagem e fixação desse sistema, tais como: grampos, perfis e junções. Além disso, as peças são facilmente manuseáveis, os materiais e ferramentas necessárias são disponíveis e as técnicas de trabalho bastante simples, THALLON, (2002).

9.3. Fundações

A fundação de uma construção é determinante para a sua qualidade e durabilidade. Ela tem como principal função suportar a estrutura da casa e manter a estabilidade da construção. No caso de casas de madeira tem também como função isolar o madeiramento da umidade e de organismos biológicos do solo que contribuem para a deteriorização do material.

No EUA existem três tipos de fundações mais comuns, onde cada qual atua de maneira distinta, mas tendo em comum a sua confiabilidade.

9.3.1. Laje – Slab-on grade foundation

É um tipo de fundação feita de laje de concreto, mais utilizado em locais de clima quente. O piso é raso e por tanto está mais próximo do solo e da linha de

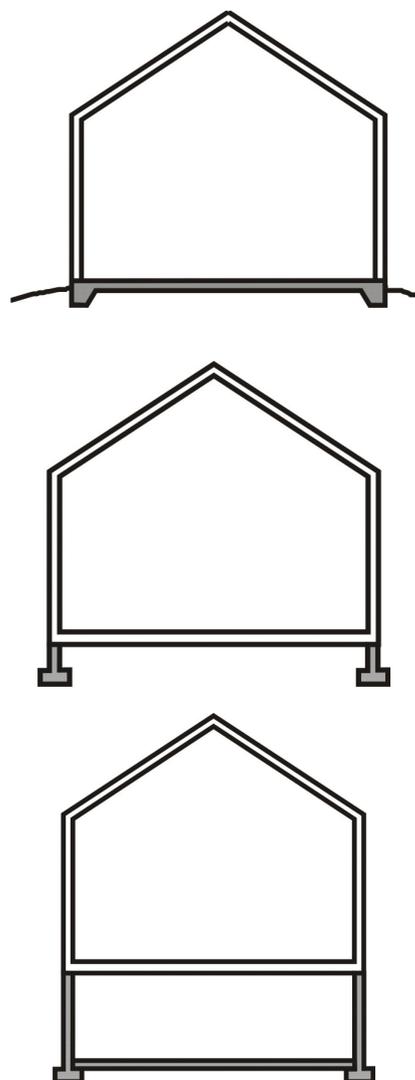


Fig. 24: Os três tipos de fundações mais comuns, (de cima para baixo): Sobre laje de cimento; suspensa; porão.
(Fonte: Graphic guide to frame construction)

congelamento desse. Esse sistema permite que a concretagem das sapatas, das fundações e do piso seja feita ao mesmo tempo, (Acima à direita na figura 24).

9.3.2. Suspenso – *Crawl spaces*

É um tipo de fundação predominantemente encontrado em regiões de clima temperado. Nesse sistema o piso é suportado acima do solo em uma fundação tipo parede, feita de concreto ou tijolos de concreto. O resultado final é uma área livre sob a construção que permite fácil acesso às instalações de dutos, facilitando possíveis reparos e manutenção, (Ao centro à direita na figura 24).

9.3.3. Porão – *Basements*

É o tipo de fundação dominante nas regiões mais frias do EUA. Tal qual o sistema *crawl space*, proporciona uma área acessível às instalações na base da construção, que pode ser até habitada. O sistema de fundação com porão são comumente construídos de concreto ou com tijolos de concreto. Nesse sistema a drenagem e a impermeabilização são os pontos mais críticos, (Embaixo na figura 24).



Fig. 25: Aspecto do interior da construção sem os elementos de fechamento. Reparar junções metálicas de união dos caibros do telhado com as vigas. (Demetrius Vasques Cruz).

9.4. Paredes

A parede é um elemento que além de definir os espaços internos da habitação em áreas específicas, e de vedar a construção do meio externo, auxilia na estruturação vertical que irá suportar o piso superior e telhado da construção, além de servir de amarração estrutural lateral da

casa. Nesse elemento também são fixados os sistemas elétricos, hidráulicos e de isolamento térmico e acústico.

Para que esse elemento funcione a contento com tais atribuições, é necessário que a espessura dos caibros que irão compor o montante da construção obedeça a uma dimensão em sua espessura e largura que viabilize a sua resistência e espaço interno para passagem dos dutos e produtos de isolamento. Nos EUA há duas medidas para as dimensões desses caibros, chamadas *stud*, que formam o montante da parede, a saber: 2X4 polegadas⁷ e 2X6 polegadas. Atualmente, a medida 2”X4” no caibro das molduras tornou-se mais popular. Pois a medida de 2”X6” apesar de viabilizar algumas vantagens, como melhor economia de energia, por conta da maior espessura do isolante térmico, demandará pelo menos mais 20% de material para aduelas e elementos de fixação, em relação aos caibros de 2”X4”. É importante ser ressaltado que o madeiramento oferecido no mercado americano para os construtores foram normatizados tanto em qualidade quanto em dimensões, por meio de amplo trabalho que envolveu os representantes das construtoras e das madeireiras, que atualmente são organizadas por meio de uma associação.

A distancia entre os caibros com dimensão de 2”X6” é de no máximo 24” permitida por código de construção, e para tanto, o fechamento da moldura deve ser feita com painéis 1/8” mais espessas do que os usados em paredes com espessuras de 2”X4”. Existe um recurso de se utilizar a medida mais espessa para as paredes externas da casa e a medida menor para as paredes internas. No entanto, esse recurso não é muito utilizado.

9.5. Montante da parede – *Wall framing*

Após o término do piso, inicia-se a definição das localizações das paredes externas e internas. Esse processo se dá pela marcação dos locais onde serão fixados os montantes da parede.

O termo *wall framing* inclui todos os membros verticais e horizontais que compõem os montantes das paredes externas e internas, (figura 25), que uma vez montados serão fixados à base por meio de elementos fixadores específicos, de maneira a propiciar às paredes externas firmeza para suportar a carga do telhado e de um segundo pavimento, quando houver.

Existem dois tipos de paredes para esse estilo de construção, a saber:

⁷ Uma polegada é igual a 2,54 centímetros.

- As paredes estruturais, que são as externas e que suportarão a carga do telhado e do segundo pavimento.
- E as não estruturais, que são as internas e que apenas tem a função de separar os cômodos, que nesse caso podem ser feitas com montantes de menor dimensão, podendo até ser mais altas sem a necessidade de suporte extra.

Para cada membro do montante são recomendados tipos diferentes de madeira com suas gradações específicas, segundo a publicação *Uniform Building Code*⁸. No caso das peças de madeira *studs* e *plates* usam-se madeiras de gradação *Construction, Utility* ou *Stud*. Para as vergas das portas e janelas, *headers*, a madeira de gradação *Construction* nº1 ou nº2 é a mais comum.

As paredes convencionais externas, conforme já visto, usam para a sua estrutura

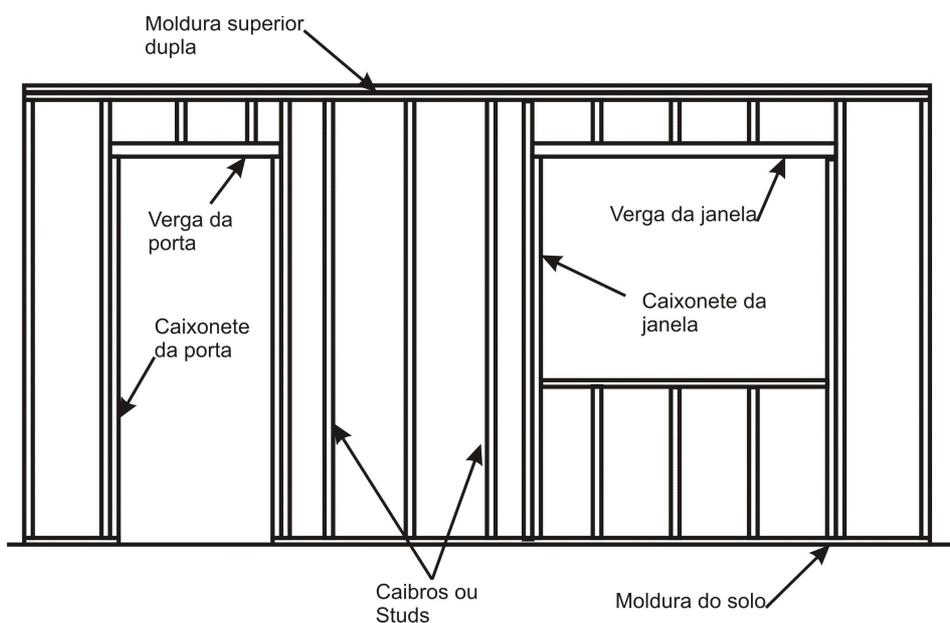


Fig. 26: Esquema básico de um modelo de montante de parede, *wall-framing*, com caibros de 2" X 4" e afastamento de 16".
(Fonte: *Graphic guide to frame construction*)

interior, *stud* de medidas nominais de 2" X 4" com espaçamento entre si, a partir de

⁸ Nos EUA existe uma variedade de códigos para construção de casas de madeira, que tratam dos mais diversos aspectos daquele sistema de construção.

seus eixos, de 16". Porém, em alguns casos, e em especial em casas de dois pavimentos, são utilizados stud de 2"X6" com espaçamento entre si de 24". Os membros horizontais, como as que formam o fechamento externo do montante, *sill plate*, *top plate*, também são feitos com 2" de espessura. As molduras internas das portas e janelas, por causa da carga devem ser feitas com duas peças de 2" ou por uma peça maciça de 4". As dimensões dos vãos dependerão das medidas das portas e janelas que seguem dimensões padronizadas pelos seus diversos fabricantes. Para cada tipo de vão existe um padrão de dimensão para a verga, *header*, da porta ou janela, como se pode ver a seguir:

Vão máximo (Pés) ⁹	Dimensão da moldura (header)	
	Duplo 2'	Sólido 4'
4' ou menor	2"X4"	4"X4"
4' a 6'	2"X6"	4"X6"
6' a 8'	2"X8"	4"X8"
8' a 10'	2"X10"	4"X10"

Fonte: *Wood-frame house construction*

O processo de confecção dos montantes das paredes se dá com a montagem dos seus elementos na posição horizontal, sobre o piso, por meio da marcação de seu desenho de montagem e posição para a correta definição de cada um. O processo exige cuidado e precisão no corte, ajustagem, esquadrejamento, controle dimensional e fixação dos elementos da união. Cada montante é construído por vez, e quando finalizado, é erguido na posição vertical e então fixado ao piso com elementos de fixação específicos e calçados provisoriamente com braços que, uma vez presos por pregos ao montante e o piso, irão suportar aquele elemento até a conclusão do telhado, (figura 27).

⁹ Um pé é igual a 30,48 centímetros.



Fig. 27: Esquema básico de construção de um wall-framing.
(Fonte: <http://www.bigrockcabin.com>).

Existem dois tipos de construção para o montante da parede, a saber:

9.5.1. Plataforma – *Western platform wall construction*

Quando o elemento de fechamento superior do montante, *top plate*, está paralelo ao piso, formando um elemento independente à estrutura do telhado, (figura 28).

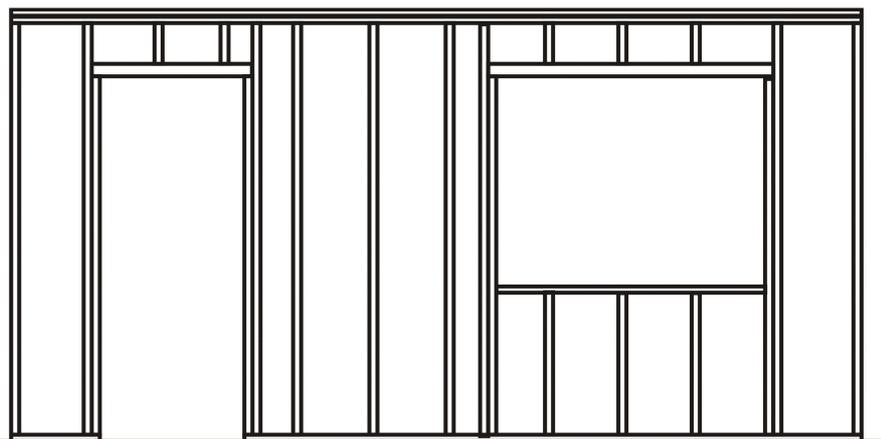


Fig. 28: Wall framing usando o sistema plataforma ou western.
(Demetrius Vasques Cruz).

9.5.2. Balão – *Balloon* ou *Rake wall construction*

Nesse caso os madeiramentos verticais do montante, *stud*, acompanham a inclinação do telhado, (figura 29).

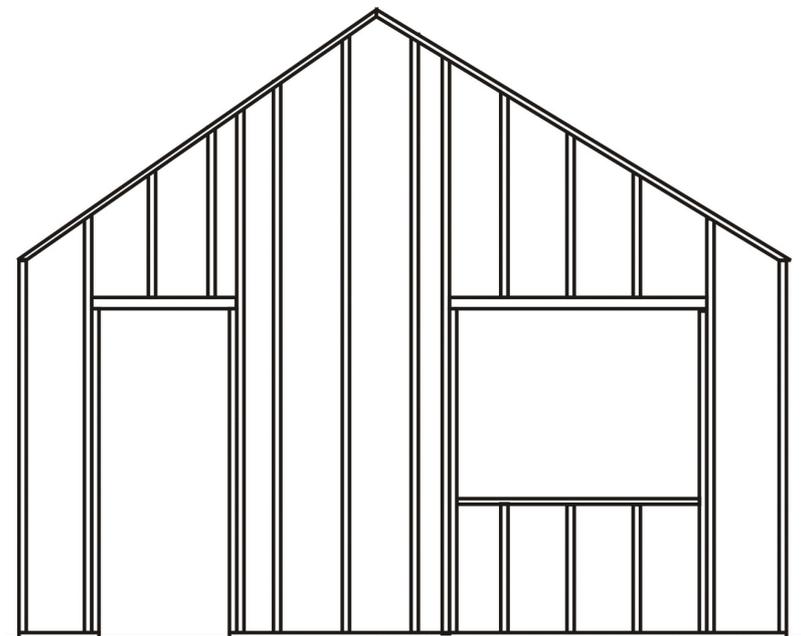


Fig. 29: Wall framing usando o sistema balão ou ballon.
(Demetrius Vasques Cruz).

9.6. Telhados

Após a montagem das paredes, com a instalação dos aparatos hidráulicos, elétricos, de isolamento etc. começa a etapa da montagem do telhado. O madeiramento desse elemento é normalmente instalado perpendicularmente à largura da casa, uma vez que a medida nesse sentido é menor que no sentido longitudinal da casa. Os vãos entre paredes devem obedecer a padrão de medidas que variam de 10', 12', 14' e 16' por diante, pois as cumieiras, *joist*, são pré-cortadas em comprimentos múltiplos de 2'. O comprimento desse membro também será determinado pelo tipo de madeira a ser usado, pelo espaçamento entre si e pela carga a ser suportada acima. Assim como nos montantes das paredes esses membros também são padronizados por código de construção específico que orienta os construtores.

Tal qual as paredes, os membros e sistemas de construção dos telhados contam como uma rica variedade de ferragens de fixação e montagem que obedecem aos códigos que orientam a sua aplicação segundo o tipo de telhado, que são

variados, estilo de construção e fatores meteorológicos, como: nevasca, abalos sísmicos e ventos. Nesse último caso, esses códigos variam de região para região de acordo com sua intensidade e incidência.

Existem dois tipos de sistemas de construção para telhados, cada qual com suas características e vantagens, a saber:

9.6.1. Telhado em pórtico ou *Stick framing*

Telhados que usam esse sistema podem ser feitos tanto em madeira maciça quanto em perfis de compensado em I estruturado com elementos de junção. Esse sistema é muito antigo e sua forma ancestral pode ser encontrada em diversas construções em madeira ao redor do mundo. Uma de suas vantagens é a sua flexibilidade, simplicidade e menor gasto com material. Outra vantagem é o espaçamento livre abaixo dele. Pelo seu baixo custo de montagem e de material, é o sistema mais usado atualmente.

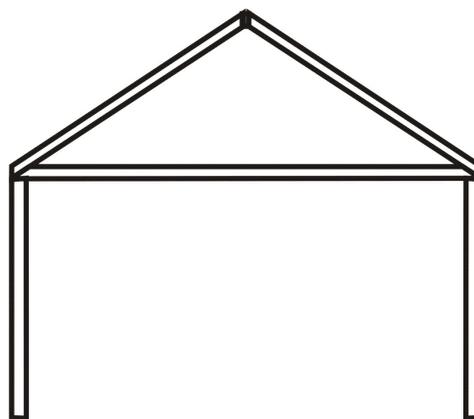


Fig 30: Telhado em sistema *Stick-framed roof*.
(Fonte: *Graphic guide to frame construction*).

9.6.2. Telhado com tesouras ou *Truss roof*.

Telhados nesse sistema têm a vantagem de poder de estender em vãos maiores do que o anterior, proporcionando uma maior área livre coberta, ou permitindo o reposicionamento de paredes internas sem a necessidade de se alterar a estrutura do telhado acima. A grande desvantagem é que esse sistema não permite remodelamento ou alterações do telhado, uma vez que as tesouras não podem ser cortadas.

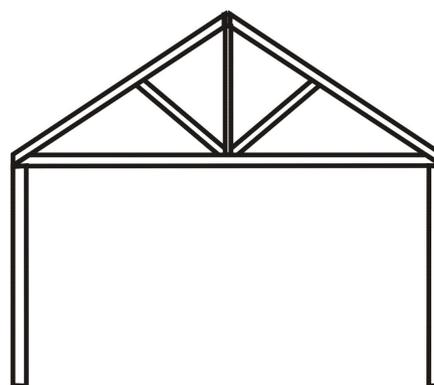


Fig 31: Telhado em sistema de tesouras ou *Truss roof*.
(Fonte: *Graphic guide to frame construction*).

Assim como os demais elementos de construção, o telhado também conta com seus elementos de fixação e montagens específicos. Nos casos observados durante as visitas na Califórnia, o sistema de telhado usado é o *stick framing*, e os seus elementos de fixação são basicamente braçadeiras e uniões em metal, que são pregados nos caibros.

9.7. Estilos de telhados

Nos EUA o telhado é a parte da estrutura que mais tem variedades de formas. Isso se deve pela sua função, que é de proteger a habitação das condições meteorológicas. Como naquele país existem variações extremas de tempo, desde o sol escaldante à nevasca, as formas daquele elemento podem variar. Basicamente essa variação se dá no tipo de inclinação. Porém, existem fatores que também influenciam as suas formas, como o estilo, a influencia histórica, o tipo de material usado na construção e o espaço desejado abaixo desse.

No geral as duas formas básicas de telhados são a plana, *flat*, ou a inclinada, *pitched*. A primeira, com a sua variação, telhado de inclinação menos acentuada, *low-pitched roof*, usa um mesmo membro para suportar tanto as telhas quanto o telhado. Já o telhado inclinado usa ambos sistemas de construção *stick-frame* ou por tesouras em todas as suas variações, (ver figuras 32 e 33).



Fig 32: Três exemplos de telhados inclinados ou *Pitched roofs*: (Esquerda para direita); *Gable*, *gable com dormers* e *hip*.
(Fonte: *Graphic guide to frame construction*).

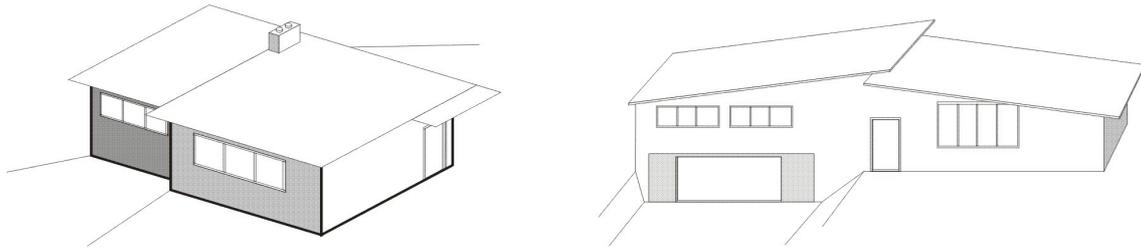


Fig 33: Dois tipos de telhados planos ou Flat: Flat roof (esquerda) e Low-pitched roof (esquerda).
(Fonte: Graphic guide to frame construction).

9.8. Fechamento

Como visto anteriormente, o montante de uma parede é composto basicamente de *studs*, *plates* e *headers*, e o seu fechamento além de providenciar o isolamento do montante em relação ao exterior e servir de amarração para toda a estrutura, também é a base para o acabamento. Alguns tipos de materiais fazem os dois trabalhos, fechamento e isolamento, em especial em regiões de climas mais moderados como no sul e sudoeste dos EUA. Os tipos mais comuns de fechamento são:

- A madeira bruta em tábuas de espessura nominal de 1" com larguras de 6", 8" e 10". Essas peças são presas uma às outras por meio de encaixes padronizados do tipo espiga em seus topos. Essas peças podem ser instaladas de duas formas:

- No sentido horizontal, que apesar de propiciar maior rapidez e menor desperdício, não oferece à estrutura melhor firmeza. O que irá demandar a instalação de braçadeiras nos cantos da construção.
- No sentido diagonal, a 45°. Essa forma torna a parede mais rígida o que elimina a necessidade de ferragens específicas de amarração.



Fig. 34: O selo da APA aplicado aos painéis é garantia de qualidade.
(Fonte: www.apawood.org.)

Porém, demandará de 5% a 10% a mais de peças para o serviço de fechamento.

- Painéis de compensado, que podem ser instalados nos sentidos horizontal e vertical que vêm na dimensão de 4"X8" com espessura mínima de 5/16" para montantes com afastamento entre stud de 16" e que não estejam expostos ao

tempo. Pois nesse caso, a espessura mínima é de 3/8" e do tipo naval. Esse produto é normatizado pela APA¹⁰ – *American Plywood Association*.

- Painel de gesso com medida de 2'X8' e espessura de 1/2", feita em gesso tratado e folheados nas faces com papel resistente a água. Pode ser aplicado em montantes de 16" ou 24" de afastamento, e sua instalação é simples pois seus perfis, topos, já vêm com encaixes macho e fêmea em cada lado, o que auxilia na redução de passagem de ar por entre suas juntas. Esse produto é mais resistente ao fogo que os demais.
- Painel de fechamento estrutural isolante, structural insulating board sheathing, que é um painel de madeira impregnado com asfalto ou outro tipo de impermeabilizante que reduz a infiltração de ar, e que vem em três tipos:
 - Regular density, Com espessuras de 1/2" e 25/32" e dimensões de 2'x8', 4'x8' e 4'x9'. Sua instalação é no sentido horizontal.
 - Intermediate density, com espessura de 1/2" e dimensões de 4'x8' e 4'x9'. Sua instalação é no sentido vertical.
- OSB – Oriented Strand Board – Produto que custa menos que o compensado e a madeira bruta, mas que possui grande valor estrutural e de fácil instalação.



Fig 35: Construção com dois tipos de materiais diferentes para fechamento externo e estrutura em aço. (Demetrius Vasques Cruz).

Como visto, existem vários tipos de material para fechamento disponíveis no mercado americano, dos quais alguns sem similar no Brasil. Porém, como pode ser observado durante as visitas aos canteiros de obras e em conversa com construtores e representantes locais, o material mais utilizado no fechamento das estruturas é o painel de OSB. Esse produto é largamente

¹⁰ Atualmente a APA está intitulada: **APA-The Engineered Wood Association**. E normatiza não só os compensados, mas os demais painéis de madeira.

utilizado não só no fechamento das paredes internas e externas, como nos pisos e telhados. No entanto, vale ressaltar que em alguns casos a divisão interna é feita com *dry wall*.

Os painéis além de serem materiais de fechamento, também têm a função estrutural, pois por oferecerem resistência lateral, contribuem ao trabalho de amarração da construção eliminando a necessidade de maiores trabalhos de abraçamento estrutural.

Esses painéis, que são fixados por meio de pregos específicos aos caibros do montante da parede, podem ser instalados tanto verticalmente quanto horizontalmente. Nesse último caso, como a orientação desse material é no sentido de seu comprimento, a sua resistência horizontal atua em conjunto com a resistência vertical em relação aos *studs* do montante. Proporcionando assim, melhor firmeza à construção.

9.9. Elementos de acabamento

O acabamento que se aplica nas paredes deve ser repelente à água, mas não resistente ao vapor, permitindo que esse transpire fazendo com que aquele se mova para fora do interior das paredes, mantendo esse elemento o menos úmido possível. De forma geral, os painéis exteriores após a sua fixação à estrutura são cobertos por uma manta asfáltica visando a sua impermeabilização, onde, posteriormente, é fixada uma tela de aço, tipo galinheiro, que servirá de liga para a argamassa de acabamento. Essa argamassa pode ser pré-pigmentada na cor desejada, não sendo necessário efetuar pintura posteriormente. Essa técnica garante não só um ótimo isolamento da estrutura, como também confere à construção um aspecto que de longe nos remete ao aspecto de madeira.



*Fig 36: Detalhe do aramado sobre a manta asfáltica. À esquerda, ao chão, painéis de gesso para fechamento interno.
(Demetrius Vasques Cruz).*



Fig 37: Acima as três fases do acabamento, (direita para esquerda): OSB aparente; manta asfáltica com tela; e ao fundo a esquerda, aspecto final. (Demetrius Vasques Cruz).



Fig 38: Outros tipos de produtos para acabamento impermeabilizante do painel de OSB. (Demetrius Vasques Cruz).

9.10. Acessórios de fixação e montagem



Fig. 39: Diversos tipos de ferragens e dispositivos de montagem para diversos fins, disponíveis no mercado. (Adeina cookenour).

Como dito anteriormente, esses elementos são facilmente encontrados nas lojas especializadas e são disponibilizados de acordo com a sua função por setor, assim como as ferramentas e instrumentos necessários para as suas instalações. Dessa forma pode-se perceber que são uns dos elementos essenciais para esse tipo de construção, uma vez que todo o sistema está amarrado a

um princípio básico de montagem dos elementos e fixação dos mesmos, tal qual se faz nos móveis modernos.



Fig 40: Mais ferragens para outras aplicações. (Adeina Cookenour).



Fig 41: Madeiramentos semimanufaturados para fins específicos. (Adeina Cookenour).

9.11. Portas e janelas

As portas e janelas, com suas molduras, são fabricadas e montadas nas próprias fábricas. No caso das janelas, esses elementos são fabricados em madeira, metais e plásticos. Sendo esse último o mais usado ultimamente por não precisar de maiores manutenções, por ser mais estável e ter preço mais em conta. As suas dimensões podem variar de acordo com os modelos e estilo, mas sempre obedecendo a um padrão de variação dimensional. As suas dimensões e espessuras de seus

membros de estrutura variam de acordo com os códigos de segurança climática. Por exemplo, em áreas sujeitas à tempestade de vento e neve demandam janelas mais resistentes e de folha dupla, e em dormitórios as janelas obedecem a dimensões ideais para fuga em caso de incêndio.

No caso das portas essas variam de acordo com a sua localização. As internas com padrão de 6'8" de altura com variações de largura de 2'0" para quartos e pequenos *closets* e 2'0" a 2'4" para banheiros. As externas com padrão de 6'8" de altura sendo a principal com 3' de larguras e a de serviço com 2'8". As suas espessuras variam de acordo com sua função e material.



*Fig. 42: O Sonho Americano: Aspecto final de uma residência construída com a técnica wood-frame.
(Demetrius Vasques Cruz).*

10. ESTUDO DE CASO: SISTEMA DE CONSTRUÇÃO DE CASAS DE MADEIRA NO BRASIL

Até o momento da finalização dessa análise, verificou-se que no Brasil não existem variedades de publicações que tratem especificamente de construção de casas de madeira, como também Normas Técnicas específicas para esse. E ao contrário dos EUA, aqui a construção de



*Fig. 43: Aspecto básico das casas de madeira feitas no Brasil.
(Demetrius Vasques Cruz)*

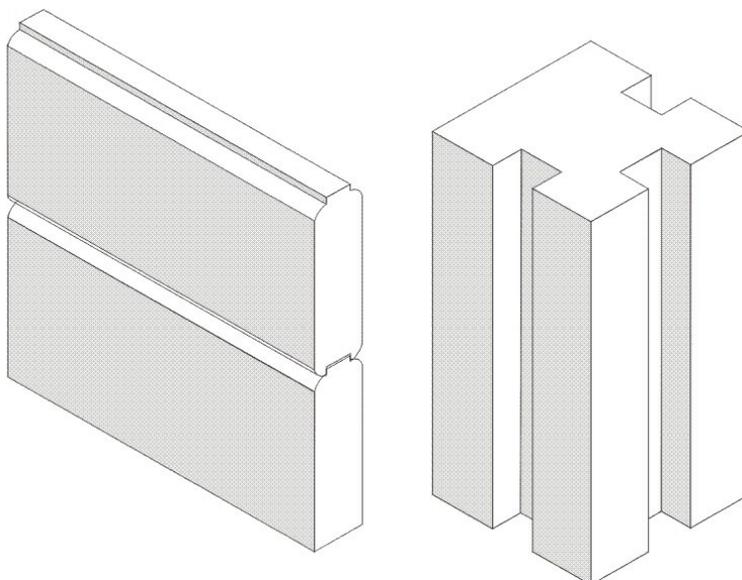
casas de madeira é feita apenas por um grupo de empresas especializadas, que por sua vez não estão organizadas setorialmente, seja por meio de sindicato próprio ou associação, e nem foram tomados conhecimentos de eventos específicos para o setor. Dessa forma, foi difícil obter melhores informações sobre o setor. Com isso não se tem uma idéia precisa do universo de empresas nesse setor, mas por meio de pesquisas feitas pela internet pode ser percebido que a maior parte das empresas que constroem casas de madeira no Brasil, pelo menos as mais tradicionais, estão basicamente sediadas nos estados do Sul do Brasil e em São Paulo.

A pesquisa por meio de questionário se deu principalmente com o representante da Casema no Rio de Janeiro e dois fabricantes independentes do estado do Rio de Janeiro, Housekit e Solução. Também foi utilizada a Internet como fonte de informações – as principais empresas possuem *web page* informativa – e artigos em revistas e visita aos *show-rooms* das Casas do Paraná, Casas Curitiba, Casema, Housekit e Solução. Dessas duas últimas pode-se, também, visitar algumas de suas obras em andamento.

10.1. A construção em madeira no Brasil

No Brasil, onde a construção das habitações é tradicionalmente feita em alvenaria de tijolos cerâmicos, herança deixada, em especial, pela colonização Portuguesa. O uso da madeira na produção de habitações é muito pequeno se comparado com os Estados Unidos. Esse material ainda tem o seu uso mais restrito aos produtos de acabamento, como pisos, esquadrias e adornos em geral, assim como, estruturas de telhado. O uso incipiente da madeira na construção de casas no Brasil iniciou-se fundamentalmente no interior oeste de São Paulo e no norte do Paraná com a colonização Inglesa, e nos estados do Sul do país, a partir da colonização Italiana Polonesa e Alemã, sendo utilizada a madeira da Araucária, ou Pinheiro do Paraná, nativa da região Sul, LAROCCA, (2002).

Atualmente a construção de casas de madeira vem se solidificando no mercado por meio de empresas especializadas em sistema tipo pré-fabricado, cuja estratégia de diferenciação mercadológica é a possibilidade de projetos personalizados a partir de modelos próprios ou não, ao mesmo tempo em que divulgam a segurança e durabilidade desse tipo de construção. Em entrevista a revista *Arquitetura e Construção*, janeiro de 2006, a gerente comercial da empresa CASEMA afirma que aquela empresa cada vez mais se baseia na idéia de que os clientes querem produtos personalizados. Ao contrário do que ocorria em torno de uma década atrás, quando as empresas apenas ofereciam poucas opções de produtos em sistema fechado, sem possibilidade de flexibilização de projeto e acabamento.

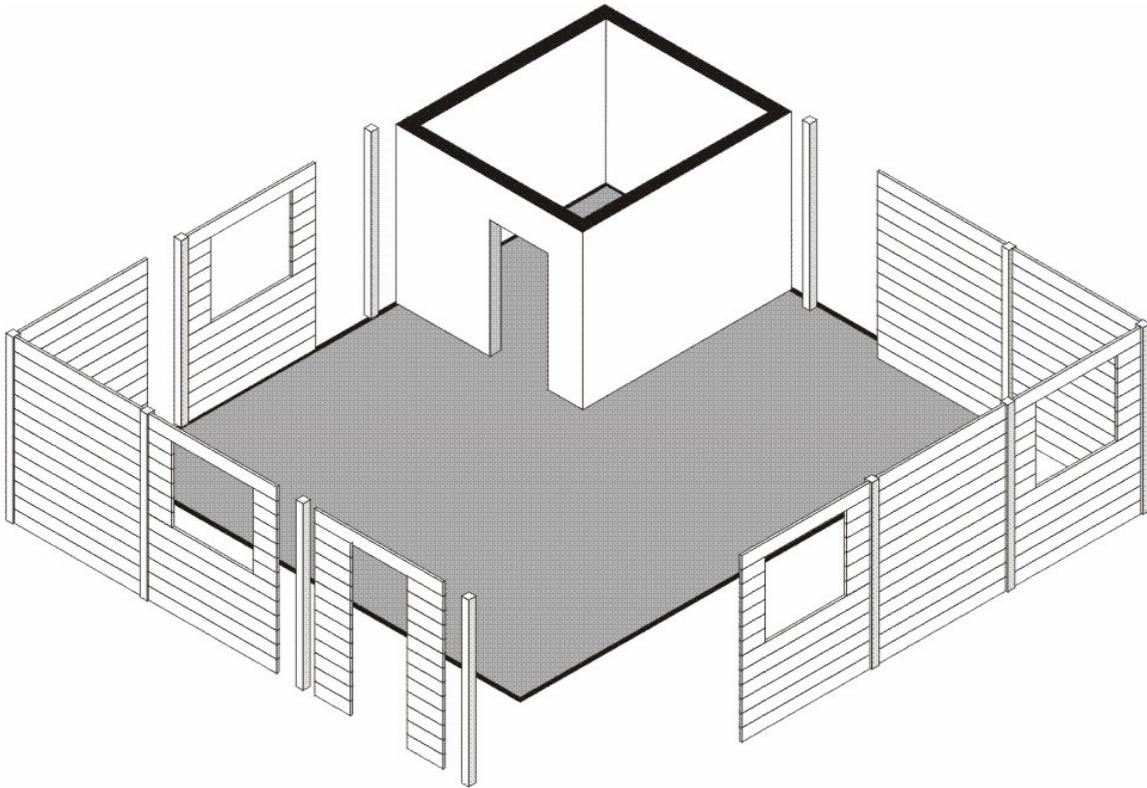


10.2. Sistema construtivo

10.2.1. Paredes

O sistema construtivo das casas de madeira no Brasil segue um padrão bastante simples e

*Fig. 44: Detalhe do método de encaixes no sistema de tábuas horizontais.
(Demetrius Vasques Cruz)*



*Fig. 45: Exemplo básico de como a maioria dos construtores compõe a estrutura de madeira com a alvenaria.
(Demetrius Vasques Cruz).*

rudimentar. O modelo usado pela maioria das empresas é o que utiliza paredes feitas de tábuas maciças montadas horizontalmente e encaixadas uma á outra por meio de sistema macho-e-fêmea, (ver figura 44).

Essas por sua vez, são fixadas aos rebaixos feitos nos pilares que estão presos à laje por pinos de aço. Todo o conjunto é “amarrado” por cima com uma peça similar ao pilar, que fecha todo o conjunto. Em algumas empresas visitadas pôde ser observado que não são usados pregos, parafusos ou qualquer outro tipo de ferragem para esse tipo de fechamento, bem como a aplicação de cola. E apenas uma empresa constrói paredes duplas com esse sistema, em caso de regiões frias. Aqui, é aplicada lã de rocha no interior da parede para melhor isolamento térmico.

Existe também um outro método de construção feita com tábuas maciças montadas verticalmente e presa uma a outra por sarrafos. Porém esse sistema não é o mais utilizado.

A combinação de paredes de madeira com paredes de alvenaria é comum. Esse último se limita aos ambientes úmidos, como cozinha, banheiro e lavanderia. A combinação desses dois sistemas se dá de maneira simples. Na parte da casa onde a parede de madeira se encontra com a de alvenaria, o pilar de madeira daquela é fixado por parafuso à alvenaria, (ver figura 45).

A espessura dos pilares varia de acordo com o número de pavimentos. Foi observado em algumas empresas que em casas de apenas um pavimento a dimensão do pilar é de 10,5cm X 10,5cm. No caso de casas com dois pavimentos essa dimensão aumenta para 14cm X 14cm.

A espessura das tábuas usadas no fechamento das paredes varia de 30mm, 35mm e 45mm dependendo da empresa.

Em nenhuma das empresas pesquisadas observou-se a utilização de painéis de madeira como o OSB. Em duas empresas visitadas, seus proprietários não haviam ouvido falar no material. Com isso, percebeu-se que a utilização de madeira maciça na construção dois produtos é plena. Os tipos mais utilizados pelo setor são a Maçaranduba, Angelim Pedra, Grábia, Pequiá e Cedrinho. Essas madeiras, segundo algumas empresas são certificadas pelo IBAMA.

O tempo médio para a construção dessas casas, segundo levantamento da revista Arquitetura e Construção, janeiro de 2006, é de 100 dias para casas em torno de 100m², ou seja, um metro por dia. E os custos variam de R\$ 600,00 / m² a R\$ 850,00 / m².

10.2.2. Fundações e piso

Observou-se que o sistema mais utilizado para a construção desses elementos é o mesmo aplicado em casas de alvenaria que é a laje em concreto armado. Em algumas empresas o valor da construção desse elemento costuma girar em torno de 10% do valor da casa, quando o terreno não apresenta maiores irregularidades, e seus custos são à parte.

10.2.3. Telhados

Seguem um padrão de formas e acabamentos sem grandes variações. No geral o estilo do telhado é bastante similar entre as construtoras com telhas de cerâmica, cuja estrutura do telhado é feita com sistema de tesouras.

10.2.4. Acabamentos

Não apresentam também grandes variedades de tipos e estilo. No que diz respeito ao tratamento superficial, a maioria dos produtos recebem vernizes específicos para resistir ao tempo. Em alguns casos, a pedido do cliente, o produto leva pintura na cor desejada. Assim como o verniz, a tinta também é específica para acabamento em madeira e varia de fornecedor de acordo com o construtor.

10.3. Questionário

A pesquisa foi realizada junto a três fabricantes de casas de madeira no estado do Rio de Janeiro, sendo uma com sede em Curitiba e as demais originais da região. Entende-se que essa pesquisa pode não refletir com maior precisão o real *status* do setor, uma vez que foi percebido que o seu universo é amplo, porém não determinado. Contudo, entende-se que os princípios da construção dos produtos e das técnicas de produção de componentes de madeira obedecem a uma mesma lógica básica. Acredita-se, então, que essa amostragem pode retratar com satisfatória aproximação o estado da arte do setor de casas de madeira no Brasil. Contudo, se faz necessário ressaltar que esse tipo de intervenção deva ser mais bem aprofundado e ampliado, futuramente, para então, se ter com melhor precisão o real estado das condições de competitividade, tecnológica e de mercado do setor de casas de madeira no Brasil.

Procurou-se fazer uma pesquisa direta junto aos fabricantes por meio de questionário específico, (ver anexo 7), cujo método revelou também ser eficaz quanto à checagem do entendimento do que é coordenação modular, normatização e padronização dos componentes. Como também possíveis incoerências causadas pelo desconhecimento do assunto. Essas conclusões serão mostradas ao final da tabulação dos três questionários preenchidos e que vem a seguir.

10.3.1. CASEMA.

A empresa produz em torno de 50 tipos de modelos diferentes. A madeira usada, segundo o entrevistado é de reflorestamento. Porém ele cita as espécies

maçaranduba e Angelim pedra. A empresa compra o madeiramento já beneficiado e pré-cortado sem dimensões específicas para cada tipo de aplicação, fornecida por madeireiras ou por serrarias, que nesse caso não são especializadas em fornecimento de madeira para esse setor.

A empresa também possui instalações próprias para beneficiamento, (desdobro, desengrosso e desempenho) da madeira, para a confecção de pilares, caixonetes e adornos.

A madeira utilizada no fechamento das paredes internas e externas é do tipo tábuas fixadas umas a outra por encaixe macho-e-fêmea com espessura de 45mm, (ver figura 44).

Na empresa não existe um padrão de dimensão dos vãos dos montantes, espessura e distância entre si, e demais elementos das paredes, uma vez que as paredes de suas casas são autoportantes. A empresa possui o seu próprio sistema construtivo, e o entrevistado diz desconhecer a existência de uma norma de modulação universal para esse tipo de construção. Ao ser perguntado sobre a possibilidade de se adotar um padrão universal de medidas modulares dos componentes, afirma ser inviável, uma vez que os tipos de madeira e condições climáticas são variáveis de região para região. “Sendo assim, o sistema construtivo adotado em países tropicais, como o Brasil, tem que ser diferente do adotado nos EUA, por exemplo”. Contudo, afirmar poder existir diferencial competitivo

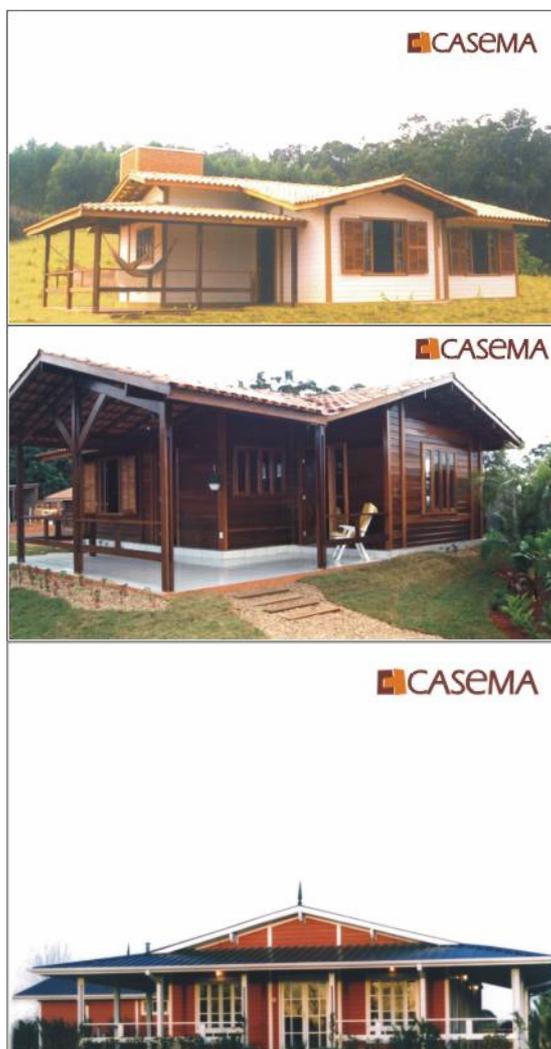


Fig. 46: Modelos de casas de madeira da empresa CASEMA.
(Fonte: www.casema.com.br)

às empresas no caso da adoção de uma Norma universal que padronize as medidas de componentes de montagem e processos.

Considera que as casas de sua empresa são construídas e não montadas, uma vez que o nível de pré-fabricação das mesmas é parcial. A maior demanda do mercado é por projetos especiais e que o setor não é organizado politicamente, seja por sindicato próprio, seja por meio de uma associação.

No espaço destinado a comentários afirma:

- “Existe uma generalização das casas em madeira existentes no mercado, quando existem muitas diferenças, tais como: tipo de madeira, espessuras de paredes e sistemas construtivos”.
- O assunto deve ser tratado de forma mais complexa e detalhado.
- O IPT, assim como a Universidade de São Carlos têm alguns estudos /ensaios neste assunto”.

10.3.2. HOUSEKIT.

A empresa produz cinco tipos de diferentes de modelos de casa, para o qual utiliza madeiras tipo Angelim Pedra, Grápia ou Cambará, cujo tipo de procedência, se certificada ou não, é desconhecida pelo entrevistado. Essa madeira chega a sua empresa beneficiada e pré-cortada nas dimensões solicitadas, uma vez que a HOUSEKIT não possui instalações



Fig. 47: Alguns modelos de casas da empresa HOUSEKIT.
(Fonte: www.housekit.com.br)

para tal atividade, apesar da empresa fornecedora de madeira não ser especializada para o setor de construção de casas de madeira.

Utiliza apenas madeira maciça em forma de tábuas para o fechamento das paredes internas e externas, que por sua vez são fixadas umas às outras por meio de encaixe do tipo macho-e-fêmea. A espessura desses elementos é de 30mm em geral, tendo em vista que tanto essa medida quanto às dimensões dos pilares, bitolas, e as distancias entre esses, irão depender do projeto de cada cliente. Porém, possui um padrão de medidas para as bitolas dos pilares, sendo 10cm X 10cm em casas de um pavimento, e 14cm X 14cm em casas de dois pavimentos. A distancia entre esses variam na proporção de 120cm, 150cm e 160cm de acordo com a dimensão das janelas.

Ao ser perguntado pela maneira com a qual obteve as medidas utilizadas, afirmou ter sido por meio de cópia de plantas de outras empresas. Disse desconhecer a existência de uma Norma para o setor e afirma não achar interessante a adoção de uma Norma que possibilite a coordenação modular de medidas dos componentes, uma vez que ele busca a personalização como diferencial competitivo junto ao mercado.

Considera que suas casas são montadas e não construídas, mesmo reconhecendo que o nível de pré-fabricação de seus produtos é parcial. E desconhece se o setor é organizado politicamente por meio sindicato próprio ou associação.

No espaço reservado para comentários do entrevistado, diz:

- Gostaria de ter um manual de seus produtos para que os mesmos possam ser vendidos em lojas diretamente para o publico no sistema *do it yourself*.
- O diferencial da empresa é o produto sob-medida.

10.3.3 Tradição

Essa empresa produz seis tipos de modelos diferentes de casas, cada qual com variações de tamanho. A madeira utilizada é o Angelim pedra e a Garapeira ou Grápia. Nesse caso afirmou-se que a madeira é de reflorestamento. Com relação ao beneficiamento e pré-cortes das madeiras nas especificações de uso, essas já vêm dessa forma de serraria localizada em Rondônia, o qual, segundo o entrevistado, é

empresa especializada no fornecimento de madeira para casas de madeira. Essa madeireira também fornece as portas e janelas das casas, porque, segundo o mesmo, o preço é melhor do que os praticados pelos representantes de empresas especializadas. O material utilizado no fechamento das paredes internas e externas é a madeira maciça em forma de tábuas no sentido horizontal, conforme as demais, e em alguns casos utiliza-se também a alvenaria.

Ao ser perguntado se em suas construções existe um padrão de dimensões dos montantes, espessura e distâncias, e dos demais elementos, afirmou que sim. Sendo esse, desenvolvido pela própria empresa. Disse desconhecer a existência de um modelo de norma universal e afirma que cada empresa deve elaborar o seu sistema construtivo. Mas acredita poder haver diferencial competitivo no caso de as empresas adotarem uma norma universal de medidas sob a ótica da coordenação modular. Considera que suas casas são construídas e não montadas, uma vez que entende que seu nível de pré-fabricação é parcial, e para o qual utilizam ferragens e acessórios específicos encontrados no mercado. E afirmou que a maior demanda do seu mercado é por produtos tipo kit especial. Diz, também, desconhecer se o setor de construção de casas de madeira é organizado politicamente.



Fig.48: Alguns modelos de casa da empresa Tradição.
(Fonte: www.tradicao-casas.com.br)

Com relação a essas medidas, a empresa utiliza para as bitolas dos pilares, a medida de 10cm X 10cm em casas de um pavimento, e 14cm X 14cm em casas de

dois pavimentos. A distancia entre esses é fixa, 150cm apenas. Quanto às tábuas de fechamento, utiliza madeira maciça de 14cm de largura por 3,5cm de espessura.

10.4. Avaliação dos questionários

Ambos entrevistados enaltecem o projeto personalizado, ou sob-medida, como o diferencial competitivo de mercado de cada empresa.

O primeiro entrevistado recorre a fatores climáticos diversos entre regiões e diversidade de espécies de madeiras como impeditivos a uma possível padronização de medidas modulares neste setor. Já o segundo afirma que tal ação inviabilizaria a personalização de projetos, o que para o primeiro não seria impeditivo.

Para melhor ilustrar a questão da padronização de medidas modulares na construção de casas de madeira, no capítulo do questionário que trata desse assunto, há uma ilustração esquemática de uma parede no sistema americano *wood-framing*, antecedendo a seguinte pergunta:

“Na sua construção existe um padrão similar de dimensão dos montantes e de elementos da parede para todos os modelos de casa?”.

O primeiro afirmou que não. E em e-mail questionando a viabilidade de tal estilo de construção, concluiu:

“A referencia do sistema construtivo utilizado no EUA, por exemplo, não é válida no Brasil, assim como nos demais países tropicais. As madeiras que utilizamos são bastante diferentes (de melhor qualidade), por outro lado, existe a maior incidência de agentes agressores (fungos e insetos). Daí a necessidade da utilização de madeiras maciças, e não paredes duplas, como nos EUA”. Ele também faz uma recorrência ao tratado de Kioto, em função da questão ecológica.

Nesse caso algumas considerações devem ser feitas:

- O estilo de construção americano apresentado nessa dissertação não é em hipótese alguma apresentado por esse autor como um modelo a ser seguido aqui ou em qualquer lugar. Apenas serve de demonstração da importância e

viabilidade de se obedecer a Normas que promovam a coordenação dimensional de medidas para esse setor;

- A parede dupla não deve ser vista como um facilitador considerável para o ataque de fungos, insetos ou outros agentes biológicos. Uma vez que nos EUA medidas preventivas a esse problema são tomadas a contento. Outrossim, como poderá ser visto mais adiante, que pelo menos uma empresa no Brasil utiliza esse sistema em regiões mais frias.
- Quanto à questão ecológica, o uso aparentemente excessivo de madeira no modelo americano pode se contrapor ao uso excessivo da madeira maciça nobre pelas empresas brasileiras, que sabidamente não são de reflorestamento. Além disso, o modelo americano além de utilizar madeira de reflorestamento, usa painéis de madeira reconstituída não só no fechamento das paredes como também na confecção de vigas e pilares.

Ainda naquela questão, já o segundo entrevistado afirma utilizar um padrão de dimensionamento dos montantes da parede, bitola dos pilares e distancia entre si. Apesar de afirmar, em pergunta posterior, que tal padronização inviabilizaria a personalização de projetos. O que não seria um problema para o terceiro entrevistado, que apesar dessa afirmação, considera que cada empresa deva desenvolver o seu próprio sistema. Todos utilizam madeira ditas nobres, que afirmam serem de reflorestamento. No entanto sabe-se que isso não é correto, as espécies mencionadas são de áreas de exploração natural.

E para finalizar, vale ressaltar que em ambas empresas o sistema construtivo é rigorosamente igual. Pilares maciços com fechamento em tábuas horizontais fixadas entre si por sistema macho-e-fêmea, sendo as suas espessuras diferentes em cada empresa. O que aponta existir um padrão de sistema construtivo, apesar de não oficialmente estabelecido como tal.

10.5. Pesquisa por *Internet*

10.5.1. Casas Condor

- Sistema de construção – Utiliza sistema de construção mista, madeira e alvenaria nas partes úmidas;
- Fundação e base – As fundações e a base são feitas em concreto armado;

- Estrutura – A estrutura é composta por pilares de madeira maciça tratada, não cita qual espécie, entre as quais, é construída uma armação de madeira de forma a criar um montante mais complexo;
- Telhado – É construído em diversos tipos de estilo, cuja estrutura observada é similar ao modelo americano *stick framed roof*;
- Fechamento – É feito com tábuas de madeira maciça no sentido horizontal, que por estarem sobre a face dos pilares devem ser fixadas por meio de pregos;
- Elemento de acabamento – Verniz poliuretano ou pintura a gosto do cliente;
- Acessórios de fixação e montagem – Basicamente devem ser utilizados encaixes e pregos;
- Portas e janelas – Seguem um mesmo padrão estético em quase todos os modelos sendo de fabricação própria.



Fig.49: Alguns modelos da empresa, que também produz casas em alvenaria.
(Fonte: www.casascondor.com.br)

A empresa destaca a fabricação personalizada como diferencial competitivo. Mas, no entanto, os produtos observados são similares uns aos outros. As variações estéticas se limitam a pequenos detalhes como pintura das janelas e portas e cores diferentes nas paredes de alvenaria. Em alguns casos as janelas e paredes são substituídas por amplas esquadrias envidraçadas. Nas varandas não se observou nenhum tipo de adorno ou molduras, assim como as colunas e cercas não apresentam variações de estilo e formas.

10.5.2. Casas Curitiba

- Sistema de construção – Utiliza sistema de construção mista, madeira e alvenaria nas partes úmidas;

- Fundação e base – As fundações e a base são feitas em concreto;
- Estrutura – A estrutura é composta por pilares de madeira maciça tratada, não cita qual espécie, nas quais são fixadas às suas ranhuras as tábuas de fechamento;
- Telhado – É construído em diversos tipos de estilo, a estrutura utilizada é desconhecida;
- Fechamento – É feito com tábuas de madeira maciça no sentido horizontal, que de acordo com a lógica do sistema parecem ser encaixados uns aos outros por sistema macho-e-fêmea.
- Elemento de acabamento – Verniz poliuretano ou pintura a gosto do cliente;
- Acessórios de fixação e montagem – Nesse caso entende-se que sistema de encaixes;
- Portas e janelas – Seguem um padrão estético em quase todos os modelos, mesmo quando esses últimos são bastante distintos. Em alguns casos recebem pintura em cores diversas.



Fig. 50: Alguns modelos da empresa.
(Fonte: www.casascuritiba.com.br)

A empresa não destaca a fabricação personalizada como diferencial competitivo. Mas, no entanto, os produtos observados possuem uma relativa similaridade entre as linhas de modelos. A empresa possui 5 tipos de linha de casas em madeira: Champagnat, Dinamarca, Ilha da Madeira, Europa e Ipanema. As variações estéticas dentro de cada linha se limitam a pequenos detalhes como pintura das janelas e portas e cores diferentes nas paredes de alvenaria. Em alguns casos as janelas e paredes são substituídas por amplas esquadrias envidraçadas. Nas varandas puderam ser observadas algumas diferenciações nas molduras das janelas e portas e cercas em relação às outras empresas, porém internamente não se viu maiores variações.

10.5.3. Casas Paraná

- Sistema de construção – Utiliza sistema de construção mista, madeira e alvenaria nas partes úmidas;
- Fundação e base – As fundações e a base são feitas em concreto armado;
- Paredes – A estrutura é composta por pilares de madeira maciça das espécies Grápia ou Angelim, nas quais são fixadas às suas ranhuras as tábuas de fechamento;
- Telhado – É construído em diversos tipos de estilo, a estrutura observada é o sistema de tesoura;
- Fechamento – É feito com tábuas de madeira maciça no sentido horizontal, encaixados uns aos outros por sistema macho-e-fêmea. No modelo Kit Americano usa-se tábuas de diversas larguras, aplicadas no sentido vertical, com mata-juntas no mesmo sentido nas paredes internas e externas, de acordo com o contrato.
- Elemento de acabamento – Verniz poliuretano ou pintura a gosto do cliente;
- Assessórios de fixação e montagem – Nesse caso entende-se que sistema de encaixes acima citados nas demais empresas.
- Portas e janelas – Seguem um padrão estético em quase todos os modelos, mesmo quando esses últimos são bastante distintos. Em alguns casos recebem pintura em cores diversas.



Fig. 51: Dois modelos construídos com tábuas na horizontal.

(Fonte: www.casasparana.com.br)

A empresa além de oferecer a fabricação personalizada como diferencial competitivo, também oferece uma diversidade de linhas de padrão, a saber: Lugano, Amazonas, Los Angeles, Miami, Paraná Exportação, Paraná Modular e Kit Americano,

(ver figura 52). Apesar de oferecer essa linha, os produtos de cada uma possuem uma relativa similaridade entre si, com pequena exceção a linha Kit Americano. As variações estéticas dentro de cada linha se limitam a pequenos detalhes como pintura das janelas e portas e cores diferentes nas paredes de alvenaria. Em alguns casos as janelas e paredes são substituídas por amplas esquadrias envidraçadas. Nas varandas das casas dessa empresa, também foram observadas algumas diferenciações nas molduras das janelas e portas e cercas em relação às outras empresas, porém internamente não se viu maiores variações. Todos esses aspectos acima escritos foram também observados na linha Projetos Especiais.



Fig. 52: Modelos construídos com tábuas no sentido vertical, Modelo Americano.
(Fonte: www.casasparana.com.br)

10.6. CONCLUSÃO

10.6.1. Com relação aos EUA

- Existe uma Norma para componentes inclusive dimensionais, cujas variações dimensionais, em primeira análise, induzem a uma coordenação modular.
- Percebeu-se uma riqueza de peças com nomenclaturas e funções específicas, cada qual devidamente normatizada em suas dimensões, qualidade e usos.
- A opção pela madeira para construção de habitações é feita pela maioria dos arquitetos e construtores.
- O madeiramento oferecido ao mercado é normatizado em qualidade e dimensões. No caso do sistema de tábuas de madeira, similar ao sistema brasileiro, mas com uso em menor escala se comparada ao sistema *wood-framing*, essas possuem um padrão de medidas nominais de espessura e largura, e de sistema de encaixes.

- Apesar da normatização das dimensões e da adoção da coordenação modular dos elementos, existem grandes variações de estilo de casas e de projeto arquitetônico, (*design*).
- Existe uma cadeia produtiva que oferece ao setor e ao mercado diversos tipos de produtos e acessórios devidamente normatizados em dimensões e qualidade, que possibilitam ao arquiteto a diferenciação de produtos por meio da agregação de valor estético, principalmente.
- A construção de casas nos EUA não é comumente uma ação individual do usuário final, demanda por encomendas ou empreitadas isoladas. Existem grandes empreendimentos de casas feitas para o mercado em geral quando, por exemplo, da criação de um novo bairro.
- O americano de classe média não se preocupa tanto com a pouca variação de modelos de casas oferecidas nesses empreendimentos. Na visita realizada em 2005 pode ser percebido um máximo de 3 modelos diferentes de casa por empreendimento. Isso porque, após a aquisição do imóvel o usuário realiza essa diferenciação por meio dos jardins da frente da casa e como também pela instalação de acessórios decorativos que são fartamente oferecidos no mercado local.
- Existe uma grande facilidade de financiamento e uma diversidade de agentes financeiros com diferenciações de tipo de financiamento para cada caso. O americano, também tem facilidade de “rolar” a dívida por meio da troca de agente financeiro, que uma vez “comprado” o saldo de sua dívida por um novo banco ou financeira, promove o refinanciamento desse em prazos maiores e até, em alguns casos com juros menores.

10.6.2. Com relação ao Brasil

- No Brasil não há tradição na construção de casas de madeira. Ela é localizada e foi iniciada no Brasil por povos cuja tradição natal não utilizavam esse tipo de construção de maneira tão intensa. Tanto na Itália quanto na Alemanha a maior parte das construções são em alvenaria, onde o uso da madeira se deu freqüentemente como elemento estrutural e o fechamento em alvenaria. A tradição desse tipo de construção é maior nos países escandinavos, cuja influência no Brasil foi pequena.
- O setor de construção de casas de madeira no Brasil não é organizado. Porém, em função da não existência de uma entidade que represente o setor, especialistas no

assunto, como o professor Pedro Afonso Almeida, da Escola Politécnica da USP, em entrevista a revista *Arquitetura e Construção*, janeiro de 2006, aconselha a contratação de um arquiteto ou engenheiro independente para a avaliação do projeto desenvolvido pela empresa. “Assim o cliente terá certeza de que o projeto respeita o que há de positivo e negativo neste sistema”.

Tal afirmação nos leva a seguinte reflexão:

- Não existiu o trabalho do arquiteto para o projeto e construção do produto?
 - Se não. Ele era dispensável?
 - Se sim. Por que a contratação de um outro profissional para avaliação? Seriam os produtos ou empresas não confiáveis?
 - A atuação do arquiteto seria apenas a de avaliador do serviço alheio?
- A maioria das empresas que fornecem madeira para o setor não é especializada e não segue um padrão de normas dimensionais e de processos. Nesse caso da madeira maciça, a recomendação que o IPT faz aos construtores é que se use madeira seca em estufas, e no caso de madeira macia com tratamento por autoclave, (ver anexo 3). Em todas a aplicação de *stain* para evitar ataques de fungos e deterioração natural se faz necessário. (*Arquitetura e Construção*, janeiro de 2006).

Assim sendo, pergunta-se:

- Quantas madeireiras e serrarias possuem aqueles tipos de equipamentos?
- As madeiras usadas não são de reflorestamento, e os tipos citados indicam que podem ser de extração irregular.

Em alguns casos, pode ser observado em construções recém finalizadas que as tábuas de algumas madeiras apresentavam folga entre si. Para o que se recomenda que de tempos em tempos se faça o ajuste das peças até que as tábuas se fechem em definitivo. Isso denuncia que algumas empresas podem não estar usando madeiras secas em estufa e tratadas corretamente.

Exaltou-se demais o projeto personalizado como diferencial competitivo. Porém o que pode ser percebido durante a pesquisa, foi:

1. Grande similaridade dos produtos entre linhas diferentes de mesma empresa, e entre linha de produtos de empresas diferentes;

2. Cópias de produtos e inclusive dos nomes;
3. Processo de produção verticalizado que nos remete a comparar as empresas do setor às marcenarias;
4. Ausência de diferenciação por meio de agregação de acessórios e outros elementos decorativos. O que pode indicar a não existência de uma cadeia produtiva do setor;
5. Portas e janelas similares na maioria dos casos idênticos. Sendo que em algumas empresas a confecção desses elementos é feita pela própria construtora;

Se a possibilidade de adoção de uma normatização de medidas e processos, visando à coordenação modular, é vista por alguns personagens do setor como impeditivo à diferenciação, e sendo essa então, como percebido, não existente no setor brasileiro, pergunta-se:

- Onde está o diferencial?

Como mostrado e dito acima, o grau de similaridade entre os produtos de empresas diferentes é grande. E a cópia de produtos por parte de algumas empresas é comum, não se mudando sequer o nome dos modelos em alguns casos. Em três empresas diferentes e concorrentes observou-se a existência de produtos similares de mesmo nome em todas, a saber: Los Angeles, Amazonas e Miami. A tão falada diferenciação se dá basicamente na organização dos espaços internos e na pintura das paredes externas e esquadrias.

Dessa forma, entende-se que o setor está competindo em preços basicamente. Esse tipo de atuação foi muito utilizada pelo setor moveleiro nacional, e só começou a diminuir no momento em que algumas empresas passaram a adotar o *design* como agente de agregação de valor e de diferenciação, e também promover a melhoria dos seus processos produtivos. Esse exemplo deveria ser seguido pelo setor de casas de madeira. Para tanto, seria importante que primeiro o setor viesse a se organizar politicamente, onde poderiam ser debatidas e implantadas ações que venham sedimentar o setor de forma competitiva e definitivamente industrial.

11. Sugestões

A exemplo do que aconteceu com o setor moveleiro, entende-se ser necessária a constituição de uma organização de classe específica do segmento de casas de madeira e em nível nacional. Esta organização em contato com demais associações de classe dos outros setores que compõe a cadeia produtiva, (madeira, painéis, portas e janelas, por exemplo), juntamente com os organismos oficiais de normatização e de tecnologia, ABNT, Universidades e centros tecnológicos, com o apoio das federações de indústrias, poderiam constituir um fórum permanente no qual viriam a se estabelecer os critérios e parâmetros para a industrialização aberta e conseqüente dinamização do setor de casas de madeira. Tal ação já ocorre com outros setores, como o de madeira e mobiliário, rochas ornamentais e de cerâmica vermelha, por exemplo.

Entende-se também que, uma vez constituído essa organização e profissionalização do setor, demais outros segmentos da cadeia começarão a se consolidar ou até serem criados, como os de empresas fabricantes de insumos de agregação de valores e de dispositivos de montagem, por exemplo. Propiciando-se assim, a consolidação de uma cadeia produtiva de maior envergadura e dinamismo.

Uma vez percebido, até o momento, que a maior parte das empresas de casa de madeira utilizam um mesmo sistema construtivo, não seria difícil formalizar e normatizar este sistema em todos os seus aspectos. Dando a este sistema uma característica nacional própria e embasada cientificamente. Dessa forma, empresas como as fornecedoras de madeiramento poderiam manufaturar os componentes e oferece-los já prontos para todas as empresas construtoras de casa de madeira, como também para o mercado em geral. Possibilitando-se, também, que esse tipo de produto/componente possa ser oferecido por um número maior de empresas, promovendo assim o incremento da qualidade desses produtos com preços mais competitivos, além do controle de sua procedência.

Esse tipo de atuação, como dito acima, ocorre em outros setores e a recorrência constante ao setor moveleiro é proposital, uma vez que se entende que os produtos dos dois segmentos, moveleiro e casas de madeira, têm entre si algumas similaridades de ordem técnicas e produtivas, cujos mesmos não podem ser ignorados. No setor moveleiro, por exemplo, já existem em sua cadeia produtiva, empresas especializadas na fabricação de portas de armários e gaveteiros. Esses elementos que antes eram manufaturados pelas próprias fabricas de móveis, começam a ser oferecidos como produtos à parte do processo de fabricação de

móveis. Para isso, o setor adota o princípio de correlação dimensional em todo o seu sistema em vista a viabilização desse processo novo. Assim, as empresas do setor moveleiro passam a cada vez mais a assumir uma característica de montadores de móveis.

Dessa forma, para melhor exemplificar como a industrialização de um setor, até outrora artesanal, trouxe benefícios ao mercado mais desfavorecido, cita-se as Casas Bahia, por meio de sua fábrica de móveis, Bartira. Graças a grande produtividade de móveis, associada a uma ampla logística em nível nacional e crédito barato e fácil, um público de uma faixa social mais baixa pode finalmente ser atendido.

Isso se deu, em especial, com o entendimento de que somente com a produção em escala baseada em sistema de padronização universal é que se pode oferecer ao mercado em todos os seus níveis, produtos com qualidade e preços competitivos.

Assim sendo, finaliza-se essa dissertação com uma reflexão:
Casas de madeira como um “mobiliário de morar”.

11.1. Comparação entre os produtos dos dois países.

Para melhor retratar a idéia de que a normatização e a coordenação modular não promovem a padronização de formas e nem tiram a liberdade de criação, seguem abaixo, alguns produtos americanos confrontados com os similares brasileiros na página seguinte.



Fig. 53: Alguns modelos de casas de uma única empresa americana.
(Fonte: www.ultimateplans.com)



Fig. 54: Alguns modelos de casas de madeira feitas no Brasil. Apesar de os fabricantes enaltecem a personificação de projetos, observaram-se similaridades dos produtos entre empresas diferentes. (Fonte: Casema; Casas Curitiba; Casas Paraná; Casas Condor; House Kit.).

12. ANEXOS

12.1. Anexo 1

Quadro 1: Importância da Indústria de Madeira Sólida.

INDICADOR	SETOR DE BASE FLORESTAL	SETOR DE MADEIRA SÓLIDA
PIB	US\$ 20 bilhões (4,5% do PIB nacional)	US\$ 8 bilhões (2% do PIB nacional)
Arrecadação de impostos (Tributos gerados)	US\$ 4,6 bilhões (2% da arrecadação nacional)	US\$ 2,1 bilhões (1% da arrecadação nacional)
Empregos (cadeia produtiva)	6,5 milhões (9% da PEA)	2,5 milhões (3,5 da PEA)
Exportação	US\$ 4,4 bilhões (7% das exportações nacionais)	US\$ 2,3 bilhões (4% das exportações nacionais)
Superávit na Balança Comercial	US\$ 3,6 bilhões (27% do superávit da balança comercial brasileira)	US\$ 2,1 bilhões (16% do superávit da balança comercial brasileira)

Quadro 2: Consumo relativo de energia para produção de diferentes materiais

MATERIAL	CONSUMO DE ENERGIA (VALORES RELATIVOS)
Alumínio	70
Aço	17
Tijolo	3,1
Concreto	3,0
Madeira serrada	1

Quadro 3: Emissão de Carbono na produção de diferentes materiais

MATERIAL	EMIÇÃO DE CARBONO (Kg C/Ton)
Plástico	2.810
Alumínio	2.400
Aço	1.090
Vidro	630
Tijolo	149
Concreto	46
Madeira serrada	-460

Fonte: ABIMCI - 2003

12.2. Anexo 2:

ARTIGO GLOBO RURAL SOBRE A VIABILIDADE DO PLANTIO DO EUCALIPTO

Convite atraente

No Espírito Santo, quase 2 mil agricultores aceitaram mudas e a proposta para o cultivo em sistema integrado. Outros estão formando seus bosques, convencidos de que produzir essa madeira é um negócio rentável.

Dono de uma propriedade de 10 hectares no município de Marechal Floriano, na região serrana do Espírito Santo, Elias Kieffer sempre sobreviveu plantando café, milho e feijão. Destinava parte da produção ao consumo próprio e vendia o excedente. No final da década de 80, elegeu-se prefeito e passou a dividir seu tempo entre a política e a atividade rural. Quatro anos depois, de volta à roça, percebeu que o mercado já não era o mesmo e sua produção não dava mais retorno. Em busca de alternativas, decidiu plantar eucalipto, atendendo ao programa de fomento florestal recém-lançado pela Aracruz Celulose, a indústria de capital norueguês que se instalou no Estado em 1967. Plantou 8 mil pés numa área ociosa.

Este ano fez o primeiro corte e obteve 2 mil metros estéreos - medida equivalente a 1 metro de lenha empilhada, ou 0,64 metro cúbico - vendendo-os a 14 reais cada um, para a própria Aracruz. Tirando as despesas de corte e transporte, mais o valor das mudas, dos fertilizantes e dos formicidas fornecidos pela Aracruz, Kieffer ficou satisfeito e decidiu repetir a dose. "O eucalipto é uma fonte de renda boa, pois estou usando um terreno seco, que não produzia mais nada", diz. Seu plano é fazer mais uma colheita e, então, usar a terra para plantar café, a lavoura predominante no Espírito Santo.

Como Kieffer, centenas de proprietários rurais do Espírito Santo estão se dando conta de que o plantio de eucalipto pode ser mais uma entre tantas atividades rurais de rotina. Muitos dos que aderiram ao programa de fomento da Aracruz Celulose passaram o ano de 1999 colhendo os resultados da nova opção. A maioria parece disposta a continuar com o eucalipto, mas alguns já decidiram desligar-se da indústria e plantar por conta própria, para vender a madeira a serrarias ou indústrias

de móveis. Definitivamente, nesta última década, ficou claro no Espírito Santo que o eucalipto é um interessante investimento de longo prazo.

A árvore de origem australiana é rústica, cresce rápido e só no primeiro ano exige algum cuidado: aplicação de veneno para as formigas, uma capinada e uma roçada. Depois vem sozinha, livre de pragas ou doenças. Por crescer assim tão rápido, o eucalipto tornou-se uma árvore polêmica, alvo de ataques virulentos e defesas apaixonadas. Para alguns agricultores, que fazem coro a velhas críticas de ambientalistas, como o falecido agrônomo Augusto Ruschi (1915-1986), o eucalipto resseca o solo e empobrece o meio ambiente (leia "[O vilão se recupera](#)").

Para outros, alheios à polêmica, a eucalipultura é uma nova alternativa de renda nas propriedades. Dono de 350 hectares nos municípios de Conceição do Castelo e Brejetuba, José Luiz Mauro plantou seus primeiros eucaliptos há cerca de 15 anos, estimulado pela Emater. "Era vantajoso, pois eles não cobravam nada, só davam as mudas. A idéia era evitar o corte de mata nativa para lenha", lembra ele. Mais do que um substituto da madeira da mata nativa, Mauro percebeu que ali poderia estar mais uma fonte de renda, principalmente para compensar a instabilidade do mercado de hortifrutigranjeiros.

Por isso, há nove anos, não hesitou quando a Aracruz fez a oferta de mudas. Plantou cerca de 200 mil árvores em 150 hectares de áreas altas, consideradas inviáveis para outras culturas. A primeira colheita foi no ano passado, num terreno de 8 hectares. Este ano, a derrubada totaliza 26 hectares. E ainda falta colher a maior parte, nos próximos dois anos. Embora mantenha a cafeicultura em suas propriedades (tem 120 mil pés de café), pensa no eucalipto como investimento a longo prazo - tanto que conservou parte das árvores, com a intenção de derrubá-las só daqui a oito anos, quando elas estiverem mais "fortes e valorizadas no mercado". O mesmo acontece com as árvores plantadas com mudas da Emater. Sua idéia futura é vender essa madeira para serrarias, não para a indústria de celulose. "A Aracruz nos paga muito mal, não vale a pena. Temos gastos com o corte e o transporte da madeira. Além disso, as despesas com mudas, o veneno de formiga e a manutenção técnica que a empresa nos fornece são descontadas na hora da derrubada", explica.

O agrônomo Luciano Lisbão Junior, gerente de fomento da Aracruz, nega que fornecer eucalipto à indústria seja pior negócio do que vender às serrarias. Segundo ele, é preciso fazer as contas na ponta do lápis, considerando, por exemplo, que a serraria paga mais por metro, mas todas as despesas, inclusive de impostos e taxas, são do agricultor. De qualquer maneira, não há dúvida de que o eucalipto se valoriza com o tempo. Se deseja ampliar sua receita, o produtor deve mesmo esperar além dos sete anos. "A árvore irá engrossar e terá um uso mais nobre", admite Lisbão. A variedade citriodora, que tem a casca lisa, de cor cinza, é a qualidade mais procurada pelos donos de serraria por ser considerada ideal para a confecção de móveis. "É uma espécie de alta densidade. No Brasil, ela não é usada para a produção de celulose", explica Lisbão.

Proprietário de uma serraria em Marechal Floriano, Daniel Kieffer, irmão de Elias, vê o eucalipto como o vinho: quanto mais velho, melhor. "Com 12 anos, o eucalipto é uma árvore grossa e que rende muito mais - mesmo que ela seja da espécie branca, menos resistente", explica. Doze anos é também o tempo mínimo de crescimento dos eucaliptos das variedades vermelha e rosa - tão valorizados como a madeira nativa, podendo valer 80 reais o metro cúbico. As madeiras que chegam em sua serraria têm em média sete anos, são do tipo branco e custam 30 reais o metro cúbico. São consideradas ruins para a fabricação de móveis, mas boas para escoras e tábuas estreitas, usadas na construção civil.

Mesmo com alguns agricultores partindo para a produção independente, a Aracruz considera que o programa de fomento alcançou o objetivo de criar uma fonte alternativa de matéria-prima e desenvolver um mercado regional de madeira. Iniciado em 1990 em Vargem Alta, na região de montanha, o programa abrange hoje 46 municípios no Espírito Santo e 13 em Minas Gerais, tendo alcançado uma área de 20.051 hectares (16 mil no Espírito Santo e o restante em Minas), que já respondem por 15% da madeira consumida pela indústria. A produtividade média obtida - 42,86 metros estéreos por hectare/ano - é considerada muito boa pela Aracruz, que este ano prevê gastos de 13,1 milhões de dólares com o programa, aí incluídas as despesas com adiantamentos operacionais e financeiros, compra e transporte de madeira, impostos e taxas.

Autorizada pelo Idaf - Instituto de Desenvolvimento da Atividade Florestal a fomentar o plantio de 28 mil hectares no Espírito Santo, a Aracruz segue algumas normas como vistoriar a área de plantio, requerer um licenciamento especial para áreas acima de 100 hectares e não plantar em declives acima de 45 graus e em altitudes superiores a 1.400 metros. Outra condicionante é que a empresa disponibilize em mudas de essências nativas 3% das mudas plantadas de eucalipto. Há três tipos de contratos. Um garante ao proprietário mudas e assistência técnica; outro fornece esses dois itens mais adubo e formicida; e um terceiro abrange todos os itens anteriores mais um adiantamento financeiro, descontado na hora da colheita em forma de madeira.

Pólo em expansão

Introduzido maciçamente no interior paulista no início deste século com o objetivo explícito de produzir lenha para as fornalhas das locomotivas da Companhia Paulista de Estradas de Ferro, o eucalipto ultrapassou todas as expectativas. Década após década, o vegetal trazido da Austrália espalhou-se para outros Estados, servindo não só para lenha, mas para carvão, postes, dormentes e matéria-prima da indústria de celulose. Nos últimos anos vem conquistando espaço na indústria do mobiliário. Nenhuma árvore é mais cultivada no Brasil, nem mesmo o cafeeiro ou a laranjeira. O eucalipto ocupa cerca de 4 milhões de hectares, área equivalente à da cana-de-açúcar, a mais antiga das lavouras brasileiras.

Cruzamento ideal

Empresa planta híbrido adequado à região

Para atender às próprias necessidades e às dos seus fornecedores de madeira, a Aracruz Celulose mantém um viveiro com capacidade de produzir 18 milhões de mudas de eucaliptos, além de 1 milhão de mudas de árvores nativas por ano. Apenas 15% das mudas de eucaliptos são produzidas pelo método natural, a partir de sementes. A maior parte - 85% - é fruto da tecnologia de clonagem, desenvolvida pela Aracruz ao longo dos últimos 24 anos. Essa guinada ocorreu porque, nos seus primeiros plantios, feitos a partir de 1967, a empresa usou sementes colhidas no horto florestal da Fepasa em Rio Claro, SP, sede do primeiro centro brasileiro de pesquisas de eucalipto, implantado pelo agrônomo Edmundo Navarro de Andrade (1881-1941), responsável pela "importação" maciça da árvore australiana, a partir de 1908. As sementes paulistas não se adaptaram ao solo capixaba, provocando

nas árvores uma doença chamada cancro, que atacava a casca dos troncos e comprometia a produtividade das lavouras.

A solução foi mandar uma equipe de técnicos à Austrália e à Ilha das Flores, na Indonésia, onde o eucalipto é nativo. O grupo chefiado pelo geneticista Edgard Campinhos Júnior trouxe sementes de várias fontes e iniciou experimentos até concluir, anos depois, que a fusão de duas espécies - o *Eucalyptus grandis* e o *Eucalyptus urophylla* - geraria um híbrido ideal para as condições climáticas e de solo do Espírito Santo. "O *grandis* encontrou no solo daqui condição perfeita para se desenvolver, e o *urophylla* é uma fonte de resistência natural ao cancro. Os híbridos dessas duas espécies têm suas características positivas potencializadas", explica Lisbão, destacando que, na realidade, o que houve foi a criação de uma espécie de *Eucalyptus brasiliensis*, que só vai bem no Espírito Santo e arredores. Com a introdução da clonagem, a empresa aumentou sua produtividade, passando de 25 metros cúbicos de madeira por hectare/ano, em 1985, para média de 42 metros atualmente.

Obtêm-se os híbridos por meio da polinização de uma árvore com o pólen de outra. As sementes híbridas com melhor desenvolvimento são selecionadas como matrizes. Ao mesmo tempo, árvores que apresentem bom crescimento também têm seus brotos retirados para gerar mudas que serão matrizes. Desses dois grupos, a Aracruz seleciona de sete a dez matrizes que serão clonadas para sua produção anual. Os brotos colhidos dessas árvores produzem ramos que são cortados em várias estacas, cada uma com 7 centímetros de comprimento. Embebidos em hormônio para ativar o crescimento da raiz, esses ramos (ou estacas) vão gerar novas mudas, geneticamente idênticas à matriz.

Antes do plantio das mudas, o passo preliminar é preparar um substrato feito por compostagem a partir das cascas de eucalipto, rejeitadas no processo de fabricação de celulose. À massa feita de cascas, que representam 70% do volume do substrato, adiciona-se a vermiculita, argila natural que tem a capacidade de reter água. Em seguida, uma máquina distribui o substrato em tubetes de plástico e faz neles furos - onde serão plantadas as mudinhas de eucalipto. Colocados em bandejas, os tubetes são mantidos por 35 dias à sombra, em ambiente úmido. Depois, as mudas ficam expostas ao sol por mais 20 dias. Por fim, faz-se a seleção das mudas por

tamanho, para que as árvores tenham crescimento uniforme. Da formação inicial da muda ao plantio definitivo em campo decorrem em média três meses.

O método das estacas clonadas é mais caro do que a semeadura convencional, mas oferece resultados mais seguros do que as mudas nascidas de sementes, as quais apresentam um crescimento incerto - elas podem ou não gerar belas árvores. O processo natural, no entanto, é necessariamente mantido, pois serve como testemunha para a evolução de pesquisas do programa de melhoramento genético.

De volta aos índios

Em abril último, os índios tupiniquins e guaranis, que vivem nos arredores da indústria da Aracruz Celulose, começaram a derrubar os eucaliptais que receberam da empresa no ano passado, quando reclamaram a devolução de suas terras - segundo eles, ocupadas indevidamente pela empresa, em décadas passadas. Em poucas semanas, eles se convenceram de que o trabalho era duro demais para ser feito por eles mesmos. Entregaram então a tarefa da colheita a uma empreiteira, na qual trabalham diversos tupiniquins.

Ao todo, os índios têm 2.500 hectares de eucaliptos em ponto de corte. De acordo com um plano da própria empresa, o corte deve ser feito à média de 250 hectares por ano. Quando a derrubada dessas árvores adultas chegar ao fim, em 2003, os índios poderão cortar uma área plantada mais recentemente, estabelecendo assim um rodízio anual de cortes e garantindo renda anual para as 280 famílias das cinco aldeias beneficiadas pelo acordo de devolução de terras assinado em Brasília em abril de 1998. Pelo acordo, além das terras, a empresa garantiu indenização equivalente a 10 milhões de dólares, a ser paga em 20 anos, em parcelas semestrais. Esse dinheiro deve ser usado em projetos sociais em benefício das comunidades indígenas, mas vem se revelando curto demais.

A idéia da Aracruz e da Funai é de que, com dinheiro, terras e eucaliptos, os índios teriam condições de sair da pobreza em que vivem. O que se observa nas aldeias e na associação indígena, que reúne as duas tribos, é que os índios estão confusos e desconfiados. As bases reclamam a renda do eucalipto, a ser distribuída no final do ano. Segundo o tupiniquim Eraldo Santana, presidente da associação

indígena, estima-se que cada uma das famílias receba 2.500 reais - será o lucro do primeiro ano de corte do eucalipto. A maioria vai usar o dinheiro para melhorar suas casas e comprar utilidades domésticas.

Os índios também precisam decidir o que fazer na terra onde a mata foi recém-derrubada. Pelos pragmáticos tupiniquins, já aculturados, a maior parte das terras seria ocupada novamente pelo próprio eucalipto, que é a única atividade agrícola com renda garantida na região. O resto ficaria para roças coletivas de mandioca, feijão, milho, café e pimenta-do-reino. Já para os reservados guaranis, que resistem ao domínio branco, pelo menos uma parte da terra deveria receber árvores nativas, para aumentar a área de floresta atlântica.

O vilão se recupera

Desde sua chegada ao Brasil, no início do século 20, o eucalipto desperta ataques e mobiliza defensores. A versão mais amplamente divulgada pelos seus críticos é de que essa árvore desequilibra o meio ambiente, não atrai aves e - o pior de tudo - drena os solos. As críticas se intensificaram a partir dos anos 60, quando o eucalipto, eleito como a espécie mais adequada para a fabricação de celulose de fibra curta e do carvão vegetal, liderou as estatísticas de reflorestamento financiado por incentivo fiscal. No Espírito Santo, os grandes espaços agrícolas cobertos por eucaliptais despertaram a fúria do agrônomo Augusto Ruschi, que chegou a prever a desertificação regional, como consequência do avanço dessa monocultura.

Na década de 90, acossada pelos ambientalistas, que abriram um processo na Justiça contra ela, a Aracruz Celulose foi obrigada a desenvolver uma série de pesquisas para tentar compreender e minimizar o eventual impacto da presença da árvore no ambiente. Ao mesmo tempo, tomou providências, como deixar faixas de mata nativa, nas baixadas, como reserva alimentar para a fauna regional. A empresa mantém com eucaliptos o equivalente a 65% das suas áreas. O restante é ocupado por matas nativas ou estradas, banhados, viveiros e a própria fábrica.

Estudos recentes desenvolvidos pela Aracruz em conjunto com universidades e organizações não-governamentais em uma área de 280 hectares, perto da fábrica, em Aracruz, mostram que as raízes do eucalipto não chegam a descer mais de 2 metros em busca de nutrientes. Ao mesmo tempo, poços de monitoramento demonstram que

o lençol freático mantém-se estável a uma profundidade que varia de 16 a 25 metros. Segundo Auro Campi de Almeida, agrônomo da Aracruz responsável pelas pesquisas, essas duas constatações provam que as raízes do eucalipto não têm como sugar a água do subsolo, como se pensa comumente.

Nos próximos anos, a pesquisa visa estabelecer com precisão o ciclo hidrológico do eucalipto, ou seja, pretende-se indicar tudo o que acontece com a água da chuva na área. A conclusão a que a empresa chegou no primeiro ano da pesquisa é que o balanço hídrico da área com eucalipto é equivalente ao da área de floresta nativa.

Nada de novo debaixo do sol: um ensaio de competição entre eucaliptos e vegetais nativos do Brasil realizado em 1958 na Esalq - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, em Piracicaba, SP, indicou que uma variedade nacional de cedro consumia mais água do que a árvore australiana.

Por Geraldo Hasse e Gabriela Piccolo/Fotos Ernesto de Souza.

Copyright 2000 © Editora Globo S.A.

<http://revistagloborural.globo.com/>

Consultada em 17 de outubro de 05.

12.3. Anexo 3:

O OSB

Introdução

O OSB é um painel estrutural, considerado como uma Segunda geração dos painéis WAFERBOARD, produzido a partir de partículas (strands) de madeira, sendo que a camada interna pode estar disposta aleatoriamente ou perpendicular as camadas externas. A diferenciação em relação aos aglomerados tradicionais se refere a impossibilidade de utilização de resíduos de serraria na sua fabricação. Além disso, possuem um baixo custo, e as suas propriedades, e as suas propriedades mecânicas assemelham-se às da madeira sólida, podendo substituir plenamente os compensados estruturais. Consiste num segmento de destacado crescimento no rol de produtos transformados de madeira.

Os painéis OSB são produtos utilizados para aplicações estruturais, como paredes, forros, pisos, componentes de vigas estruturais, embalagens, etc., tendo em vista suas características de resistência mecânica e boa estabilidade dimensional, competindo diretamente com o mercado de compensados.

Usos do OSB

O OSB pode ser usado para quase todos os usos de chapas de partículas e compensados. Deve-se levar em consideração o fato de que, chapas OSB, se expandem quando são expostos diretamente à chuva forte, ou alta umidade relativa por longos períodos. Por conseguinte, o uso se limitaria a construções protegidas e interiores.

Contudo, é um produto construído a base de madeira que pode ser destinado a qualquer uso final pelos produtores, e estes estarão providos de uma demanda de produto sustentável. No estágio inicial de desenvolvimento de mercado, a Structural Board Association recomenda que importadores formem grupos de usuários potenciais, a fim de trabalharem com um ou dois produtores, obtendo a vantagem em relação a volume e baixo custo. Ressalva-se que o OSB pode ser desenvolvido para reunir um grande número de especificações. Atualmente, os usos do OSB são:

- Forro para telhados;
- Base para paredes e pisos em construções residenciais;
- Empacotamento e engradamento;

- Pallets para estocagem a seco;
- Estandes para exibição;
- Armações para mobília;
- Assento e encosto de cadeira;
- Tampo de mesa industriais;
- Painéis de paredes decorativas;
 - Miolo para composto destinado a piso de madeiras nobres;
- Piso acabado;
- Base para tampo de escrivaninha;
- Para construção de depósitos e tanques;
- Tapumes e divisórias;
- Formas descartáveis para concreto;
- *Decks* e plataformas;
- Paredes de carroceria de caminhões;
- Chalés rústicos;
- Cercas e janelas;
- Prateleiras e estantes;
- Alma para vigas em I;
- Painéis de apoio estrutural;
- Painéis estruturais isolantes (miolo de espuma);
- Garagens e barracões de ferramentas;

OSB é principalmente usado como telhado, parede e base para pisos. É considerado, pelas normas de construção Canadenses e Americanas, como material equivalente ao compensado em aplicações estruturais, e o está substituindo em tais aplicações. Várias razões explicam a assimilação da produção crescente de OSB pelo mercado em relação ao compensado:

- A disponibilidade de toras para lâminas de qualidade tem decrescido substancialmente;
- OSB pode ser feito com espécies baixo custo e toras de baixa qualidade;
- A largura do painel de OSB é determinada pela tecnologia de produção, e não pelo comprimento das toras, como é o caso dos compensados.

A performance do OSB é agora reconhecido pelos grupos normativos, construtores e consumidores. OSB, normalmente é produzido em espessuras que variam de 6,0 a 19,0 mm, mas também pode ser produzido até a espessura de 38,0 mm. São produzidos em chapas de 1220 x 2440 mm (4 x 8 pol.) para usos estruturais, mas também podem ser produzidos em dimensões de até 3600 x 7320 mm para usos industriais.

Outro uso importante, e crescente, de OSB, é como um componente de produto composto de madeira, principalmente vigas tipo I (ljoists) para pavimentos e outros componentes estruturais.

OSB e o Compensado

OSB é um produto único, que muitas vezes é confundido com as chapas de partículas convencionais, ou chapas papelão. Normalmente, esta comparação é feita por pessoas que desejam defender o uso dos compensados. A diferença significativa, é que OSB é um painel estrutural que usa adesivos à prova d'água e fervura na junção das partículas (strands). A chapa OSB é um painel multilaminar, com as partículas da superfície alinhadas no comprimento do painel. Estas chapas são produzidas a partir de toras de baixo custo, em plantas industriais com alto grau de automação, o que leva a um custo de produção inferior ao do compensado, considerando o uso de mesma resina como compensado para uso exterior.

Vantagens do OSB

Alto valor em relação ao custo do painel:

- OSB é um painel de qualidade e versátil, podendo ser usado para diversas aplicações. Ele possui uma excelente resistência em relação ao peso e, ainda, é de fácil manuseio e instalação usando ferramentas convencionais de construção;
- Não apresenta delaminação, espaços internos vazios ou buraco de nó. O processo de manufatura não permite a formação de vazios ou buracos de nós. Modernas técnicas de prensagem e resinas evitam as causas da delaminação. Além disso, os painéis devem apresentar boas ligações internas nos testes de tensão;
- OSB apresenta resistência similar ao compensado: Baseado em exaustivos testes, OSB apresenta resistências equivalentes ao compensado, como propriedades de resistência a flexão, tração e compressão. O OSB possui uma maior resistência ao

cisalhamento em relação ao compensado, devido a sua formação homogênea (eles não se desfazem sob tensão de cisalhamento). A resistência do painel não é afetada pela umidade em função de sua exposição ao ambiente, em decorrência de uma construção demorada ou atrasada. Contudo, pode haver um aumento nas dimensões das bordas;

- OSB causa pouco impacto ao meio ambiente: OSB, comparado com o compensado, é produzido a partir de toras de pequeno diâmetro, espécies de rápido crescimento, ou de árvores de baixo valor comercial. As modernas fábricas são auto-suficientes na produção de energia para aquecimento, e são equipadas para atingir as mais exigentes especificações de controle de poluição do ar;
- O painel é de construção uniforme: O painel OSB é produzido para ter a mesma qualidade das faces em ambos os lados. As fábricas norte americanas produzem um painel com um fundo de tela, que deixa o painel com uma textura áspera em um dos lados, mais apropriado para condições úmidas de trabalho. Além disso, a superfície do painel pode ser lixada;
- Painéis OSB são mais eficientes do que o compensado: O OSB é feito em grandes prensas, de até 3,6 x 7,2m, e portanto pode fornecer uma grande faixa de dimensões de produtos para satisfazer vários usos finais;
- OSB é produzido numa ampla faixa de espessuras: A espessura mínima padrão é de 6mm, e a máxima de 38mm. Contudo, as espessuras mais comuns são 9,5 mm, 11mm, 12mm, 15mm e 18mm. Espessuras de 15mm ou maiores podem ser produzidas com bordas quadradas ou perfis macho e fêmea;
- OSB é usinável: OSB pode ser usinado com ferramentas normais de usinagem da madeira. Entretanto, as superfícies devem ser recobertas após a usinagem, por causa da aspereza da superfície entre as partículas *strands* requererem preenchimento. OSB pode ser também perfurado, escavado e acabado com bordas alisadas;
- OSB não tem emissão de gases mensuráveis: As resinas tanto fenólicas quanto as isocianatos são completamente curadas durante o processo de prensagem, contudo, não há emissão de formaldeído livre do painel acabado. O odor associado ao OSB se restringe somente ao cheiro de madeira recém cortada.

Conclusão

Diante deste panorama mundial em relação ao OSB, não restam dúvidas em relação ao potencial produtivo e de mercado que o Brasil representa. Se considerarmos que, até o presente, não foi dada a importância devida à construção

habitacional à base de madeira, como casas e prédios de até 4 pavimentos, incluindo as populares, os custos e o tempo de construção seriam inferiores. Portanto, o potencial é enorme, e o OSB se insere na área habitacional, principalmente na popular, como uma opção excelente. Na América do Norte, assim como na Europa, apresentam inúmeros exemplos que comprovam a eficiência e o baixo custo da construção baseada no OSB e, além disso, esta opção poderia gerar muitos empregos, pois implicaria num complexo desenvolvimento de atividades em cadeia, envolvendo desde a silvicultura, passando pela fábrica de OSB, até chegar ao marceneiro ou montador final.

Carlos Eduardo Camargo de Albuquerque
Prof. Assist., M. Sc.
DPF-IF-UFRRJ
Lourival Marin Mendes
Prof. Assist., M. Sc.
DCF-UFLA

Fonte: http://www.remade.com.br/madeiras/paineis_osb.php

12.4. Anexo 4:

Preservação da madeira

A madeira, por ser material de origem orgânica, dependendo das condições ambientais a que seja submetida, irá sofrer deterioração por agentes biológicos como microrganismos (bactérias e fungos), insetos (coleópteros e térmitas) e brocas marinhas (moluscos e crustáceos). Quando a situação de uso da madeira envolve a possibilidade de ocorrer a degradação biológica, torna-se necessário o uso de espécies de alta durabilidade natural ou de baixa durabilidade submetidas a tratamento preservante.

Considerando que as espécies de alta durabilidade natural são provenientes da floresta tropical, a utilização das espécies vindas de florestas plantadas e que possam ser submetidas ao tratamento preservante torna-se uma alternativa promissora. A madeira do gênero *Pinus* possui características que permitem variada gama de aplicações, mas a carência de conhecimento e tradição no uso da madeira preservada, bem como a falta de especificações técnicas e informações sobre o comportamento em serviço, restringem sua utilização.

Dentre os produtos de madeira sólida, a ABIMCI (Associação Brasileira de Madeira Processada Mecanicamente) estimou, para o ano de 2001, uma produção de 2.250.000 m³ de compensados, 20.000.000 m³ de madeira serrada, 1.100.000 m³ de PMVA (produtos de maior valor agregado), 254.000 m³ de portas e 12.000.000 m³ de pisos. A produção de madeira tratada em autoclave está estimada na ordem de 560.000 m³ para o ano de 2001.

A madeira de *Pinus* é a principal matéria-prima na produção dos PMVA, e representa cerca de 40% na produção de compensados e de 35% na produção de madeira serrada. Já na produção de madeira preservada, o gênero *Pinus* corresponda a apenas 3% do total produzido.

Na década passada se intensificou as pesquisas tecnológicas visando utilizar com maior intensidade as madeiras de reflorestamento em substituição às nativas. Como ponto favorável na utilização de espécies do gênero *Pinus*, se consagrou no mercado interno, principalmente no setor de manufaturados (móveis) e a exportação

para países industrializados. Por outro lado, esta madeira apresenta baixa resistência natural ao ataque de organismos xilófagos.

Uma forma de agregar valor à madeira serrada do gênero *Pinus* é através do tratamento químico preservante adequado, que irá conferir a madeira maior durabilidade em uso. Comparando-se os volumes de madeira serrada e painéis compensados de *Pinus* com o volume que é submetido a tratamento em autoclave, e considerando que a indústria da construção civil é um dos principais segmentos consumidores de madeira serrada e de compensados no mercado interno; pode-se inferir que é grande o potencial de crescimento no uso da madeira de *Pinus* submetida a tratamento preservante.

Adicionalmente, a crescimento constante do segmento agrícola no Brasil favorece o uso da madeira preservada para aplicações rurais, tais como tutores, moirões e construções rurais, dentre outras. Para que a indústria de preservação de madeiras se desenvolva, são necessárias mudanças no enfoque de utilização da madeira tratada no Brasil. É importante conscientizar os consumidores e propiciar base técnica para incrementar o uso da madeira tratada, tanto na construção habitacional como em aplicações rurais.

Preservantes para Madeira

Dentre as diferentes alternativas de preservação da madeira, a preservação química tem por base a impregnação da madeira com produtos químicos visando torná-la tóxica aos organismos que a utilizam como fonte de alimento.

Apesar dos possíveis riscos no manuseio e uso de biocidas, a preservação química ainda é a forma mais usual na prevenção do ataque biológico. Os métodos mais eficientes para aplicação do preservante na madeira incluem o uso de pressão superior ao do ambiente (autoclave) como auxiliar da impregnação, resultando em melhor distribuição e penetração do preservante na peça tratada.

Os principais preservantes para evitar a degradação biológica da madeira são o creosoto (preservante oleoso), o CCA e o CCB, ambos preservantes hidrossolúveis.

Os ingredientes ativos do preservante CCA (arsenato de cobre cromatado) são o CrO_3 (cromo), o CuO (cobre) e o As_2O_5 (arsênio). Ao longo dos anos, as

porcentagens desses ingredientes foram alteradas, resultando na existência de três formulações básicas atualmente disponíveis no mercado: o tipo A, o tipo B e o tipo C (Lepage, 1986). Cerca de 80% de toda a madeira tratada no mundo é impregnada com este produto. O CCB (borato de cobre cromatado) ou sais de Wolman, tem como ingredientes ativos o CrO_3 (cromo) , o CuO (cobre) e o B (boro).

A quantidade de preservante a ser impregnada na madeira é definida como retenção, expressa em kg de ingredientes ativos do preservante por metro cúbico de madeira tratada (kg/m^3). Tanto para o CCA como para o CCB, o nível adequado de retenção dependerá do risco de degradação biológica da madeira. Para madeira sem contato direto com o solo (madeiramento aéreo, estruturas de telhados, beirais) é recomendada uma retenção de $4,0 \text{ kg/m}^3$; enquanto que para postes a retenção normatizada é da ordem de $9,6 \text{ kg/m}^3$.

Durabilidade

A forma mais usual para se determinar a durabilidade da madeira tratada é através dos ensaios de campo, conhecidos como campos de apodrecimento. Neste tipo de ensaio, a madeira é exposta ao solo, às intempéries do ambiente e a uma vasta gama de microorganismos e insetos xilófagos. Avaliando as condições da madeira durante o período de teste, podem-se verificar os organismos que estão deteriorando o material e estimar a vida média em serviço. Apesar dos altos custos envolvidos nos ensaios de campo, este é o único método onde é possível prever o desempenho que a madeira apresentará em serviço e o potencial de utilização da madeira natural ou preservada.

Os campos de apodrecimento podem ser instalados com moirões ou com estacas. O campo com estacas é um método padronizado pela IUFRO (União Internacional das Instituições de Pesquisa Florestal) e muito utilizado para avaliar a durabilidade da madeira tratada.

Campo de apodrecimento com estacas segundo o padrão IUFRO.

Neste tipo de ensaio, estacas com 2,5 cm de espessura; 5,0 cm de largura e 50,0 cm de comprimento são parcialmente enterradas no solo e permanecem expostas aos agentes causadores da degradação biológica ao longo do tempo. Periodicamente as estacas são examinadas e avaliadas quanto ao estado de sanidade

(intensidade do ataque biológico), atribuindo-se notas de 0 (degradada, sem condições de uso) a 100 (em perfeitas condições, sem evidências de ataque biológico) ou de 0 a 10 (com a mesma interpretação). O resultado final das notas é denominado Índice de Comportamento (IC), Valores do IC próximos a 100 significam que a madeira está sadia, enquanto que valores iguais ou menores que 40 indicam degradação acentuada.

Durabilidade da Madeira de Pinus

A madeira de Pinus, sem tratamento preservante, quando exposta em contato direto com o solo tem durabilidade inferior a um ano. Por outro lado, quando submetida a um tratamento adequado, pode permanecer em contato direto com o solo por 20 anos ou mais, sem indícios de apodrecimento ou ataque de insetos.

Moirões de *Pinus elliottii*, *Pinus kesiya* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, tratados em autoclave com CCA tipo A e CCB, apresentaram durabilidade média em uso superior a 10 anos ; e moirões de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, tratados por processos sem pressão, apresentavam perfeitas condições de uso após 4,5 anos em serviço.

Um experimento bastante abrangente foi relatado por Barillari (2002), que analisou o estado de sanidade em um campo de estacas envolvendo 4 espécies (*Pinus elliottii*, *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *Pinus oocarpa* e *Pinus kesiya*) tratadas em autoclave com CCB e CCA tipos A, B e C em 5 diferentes níveis de retenção; após 21 anos de exposição em campo. Na avaliação geral dos resultados ficou demonstrado que o Índice de Comportamento médio da madeira tratada com CCB foi inferior ao da madeira tratada com os três tipos de CCA. A expectativa de vida média para os tratamentos menos eficientes, tanto para o CCA como para o CCB, é de 32 anos; comprovando a importância do tratamento preservativo para aumentar a durabilidade da madeira de Pinus.

Restrições ao uso do CCA

Embora o CCA seja o preservante hidrossolúvel mais utilizado no tratamento da madeira e existam inúmeros registros comprovando a sua eficiência e a sua segurança, tem aumentado as restrições quanto ao uso da madeira tratada com o CCA. Essas restrições têm sido impostas principalmente na Comunidade Européia, e

tem como base a perda dos componentes do CCA ao longo do tempo, por lixiviação ou volatilização, e que poderiam trazer riscos de contaminação do ser humano e do meio ambiente.

O cromo, quando empregado sozinho, não tem êxito como preservante da madeira. Porém, funciona como agente fixador do arsênio e do cobre, o que torna estes componentes resistentes à lixiviação. Já o cobre age como fungicida, através da precipitação de proteínas e causando interferências no metabolismo dos fungos, por meio de reações enzimáticas. Porém determinados fungos, particularmente os de podridão parda e mole, são relativamente tolerantes na presença de cobre e elevadas quantidades são requeridas para efeito de fungicida. O arsênio apresenta elevada toxicidade a muitos fungos e insetos. Assim como ocorre com o cobre, alguns fungos apresentam tolerância a dosagens maiores desse elemento. Um inconveniente apresentado pelo arsênio é o fato de sua alta toxicidade ao homem. Alguns trabalhos de investigação têm demonstrado que o cobre e o arsênio são os componentes mais lixiviados da madeira tratada com CCA, e que a lixiviação é mais acentuada em solos úmidos do que em solos secos. A liberação do arsênio para o ambiente tem sido o principal motivo para fundamentar as restrições ao uso da madeira impregnada com o CCA. Os fatores que influenciam a quantidade de componentes lixiviados da madeira tratada dependem do grau de absorção e da distribuição do preservante, concentração na madeira, permeabilidade da madeira e parâmetros tecnológicos do processo de impregnação. Adicionalmente, o meio a que a madeira estará exposta quando em serviço (temperatura, pluviosidade, tipo de solo, entre outros fatores) também irá afetar a taxa e a intensidade da lixiviação dos componentes do CCA.

Até o presente momento são poucas as informações que permitam estabelecer, com precisão, a intensidade da lixiviação e o conseqüente risco de contaminação ambiental.

Freitas (2002) estudou a perda de CCA e seus componentes em diferentes espécies de Pinus, após 21 anos em serviço. Os resultados mostram que a quantidade de CCA lixiviada da madeira ao longo do tempo está diretamente relacionada com a retenção inicial do produto. Dentre os componentes do CCA tipo A, as maiores perdas foram verificadas para o cobre e as menores para o cromo. O arsênio apresentou comportamento intermediário, com perdas mais acentuadas no

Pinus caribaea var. *hondurensis* em relação ao *Pinus elliottii*. Embora tenha sido comprovada a perda (por lixiviação ou volatilização) do CCA ao longo do tempo em uso, não foi observada redução significativa na durabilidade da madeira tratada.

Com base nos resultados e nas análises constantes dos artigos técnicos citados é possível listar as seguintes conclusões:

- A durabilidade da madeira de *Pinus* sem tratamento e em contato direto com o solo é inferior a 1 ano;
- O tratamento com preservantes do tipo CCA ou CCB aumenta significativamente a durabilidade da madeira de *Pinus*;
- Na faixa de retenção relatada, a expectativa de vida média da madeira tratada está diretamente relacionada com o nível de retenção obtido na impregnação; ou seja, quanto maior a retenção maior a expectativa de vida média;
- Para retenções entre 2,0 e 4,0 kg/m³ tem-se uma expectativa de vida média superior a 8 anos para madeira impregnada por processos sem pressão e superior a 12 anos para madeira impregnada em autoclave;
- Para retenções entre 5,0 e 7,5 kg/m³ tem-se uma expectativa de vida média superior a 30 anos para madeira impregnada em autoclave; até presente momento, para as espécies avaliadas experimentalmente, a durabilidade da madeira *Pinus* está relacionada com nível de retenção e o produto usado no tratamento, independentemente da espécie;
- Para níveis de retenção entre 6,0 e 10,0 kg/m³, o Índice de Comportamento da madeira tratada com CCA tipo A foi de 4,0 a 23,0% superior ao da madeira tratada com CCB com retenção similar;
- Verificou-se uma perda dos componentes do CCA tipo A ao longo do tempo, principalmente do cobre (CuO), mas essa perda não foi suficiente para alterar a durabilidade da madeira tratada.

Cristiane T. BARILLARI (crisb@ipt.br)

Viviane de Paula e FREITAS (vpfreitas@faef.br)

Fonte: <http://www.remade.com.br/revista/materia.php?edicao=68&id=264>

12.5. Anexo 5:

A Revolução Industrial

A Revolução Industrial aconteceu no Século XVIII, mas suas origens recuam para os Séculos XVI e XVII a partir da política de incentivos ao comércio adotado pelos países absolutistas que com a abertura dos mercados aumentam o fluxo do comércio marítimo proporcionando à emergente burguesia comercial um acúmulo de capitais. Essa dinâmica leva a cada vez maior demanda por produtos em maior quantidade e menores preços. Nessa época, também, registra-se um acentuado aumento populacional tanto na Inglaterra quanto na Europa continental. Este crescimento demográfico também exercerá forte pressão para a expansão dos mercados consumidores, em especial por vestuários.

A Inglaterra do Século XVIII era uma forte consumidora de tecidos de lã, cujo mercado era atendido pela produção local. No entanto, havia uma oferta de tecidos em algodão mais barato procedente da Índia. Para proteger a indústria de tecido de lã local, o Parlamento Inglês criou pesadas tarifas sobre a importação de tecidos de algodão indiano, o que acabou, também, por incentivar a produção desse produto localmente.

Nesse mesmo período a aristocracia inglesa empreende esforço de modernização da agricultura no intuito de aumentar a renda de suas propriedades, seguindo os passos da burguesia comercial urbana, que cada vez mais enriquecia com as atividades comerciais e financeiras. A adoção de novas técnicas e métodos de

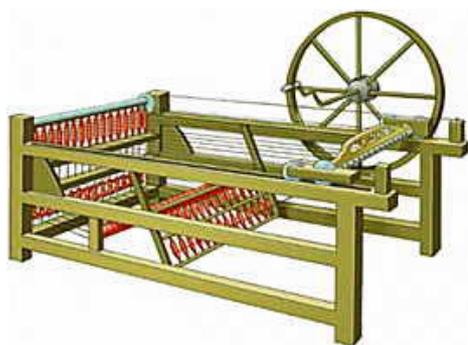


Fig. 55: A Spinning Jenny de James Hargreaves foi um marco da indústria têxtil que impulsionou a revolução industrial. (Fonte: www.tiscale.co.uk)

produção são acompanhados por medidas que alteram profundamente o modelo de exploração das terras. A lei do “Cercamentos de Terras” ou *Enclosures*, que consistia na unificação dos lotes de terras num só campo cercado para a criação intensiva de gados e carneiros ou para plantação de interesses dos proprietários, determinou o fim do uso comum das terras, transformando famílias inteiras de camponeses em “trabalhadores livres”. Esses eram nada mais do que pessoas desprovidas de qualquer

propriedade que, sem a autoridade de um senhor de terras, migraram para as cidades passando a consistir-se como farta mão-de-obra para a nascente indústria.

O Século XVIII caracterizou-se pelo grande salto tecnológico. Até meados de 1760, tanto a fiação de lã quanto a de algodão eram feitas manualmente em rudimentares Rocas, cujo rendimento era muito baixo. Com a invenção, em 1763 da máquina a vapor por James Watts, e a partir de 1764 com a invenção da máquina de fiar “*Spinning Jenny*” de James Hargreaves, uma série de outras invenções de máquinas de tecelagem que se combinam tem início. Esses equipamentos eram relativamente baratos e conseqüentemente acessíveis aos fiadeiros, que de início passaram a produzir em suas próprias casas. Mas à medida que a produção aumentava, passaram a estabelecer-se em oficinas ou em pequenas fábricas próximas aos cursos d’água, pois em 1768 o inventor inglês Richard Arkwright criou a máquina de tear que usava a água como força motriz. Mas foi a combinação desses equipamentos com a máquina a vapor de Watts, e a invenção da locomotiva a vapor, que caracterizaram e promoveram a grande Revolução Industrial.

As máquinas de tear a vapor que se, por um lado extinguiram milhares de pequenos artesanatos promovendo o surgimento de médias e grandes fábricas que empregavam alguns milhares de migrantes, por outro lado aumentavam a oferta de produtos com preços mais baixos. Na área de transporte, a locomotiva a vapor viabilizava o transporte em grande quantidade de pessoas e de produtos a longas distâncias a custos e tempo mais baixos.

Porém, em contra-ponto a toda esta evolução, as condições ambientais e humanas das fábricas do início da Revolução Industrial não acompanhavam esse progresso técnico. Os ambientes de trabalho eram péssimos e o tratamento dado aos primeiros trabalhadores da indústria era desumano. As longas jornadas de trabalho, em geral de 12h às 14h diárias, os

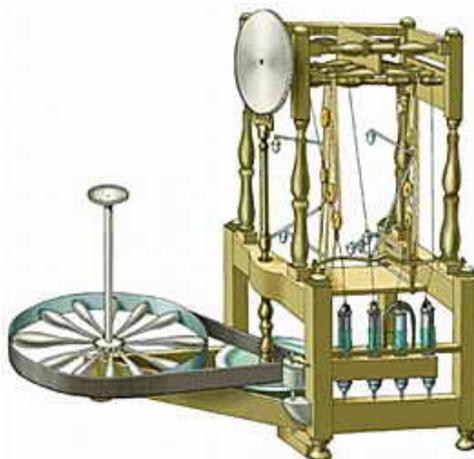


Fig. 56: A Water Frame para fiação de lã criada pelo inglês Richard Arkwright, era inicialmente movida por mulas. (Fonte: www.tiscale.co.uk)

castigos físicos e a insalubridade dos locais de produção eram acompanhados pelos baixíssimos salários.

Apesar dos avanços tecnológicos da industrialização e da maior oferta de produtos que caracterizaram a Revolução Industrial e em particular o Século XVIII, registrou-se também nas últimas décadas daquela época na Europa, uma série de eventos que viriam promover uma outra importante Revolução. Os problemas relacionados às péssimas condições de vida dos trabalhadores, ao êxodo do campo para as cidades, ao desemprego e a miséria, foram acrescidos por uma sucessão de más colheitas que resultaram na redução da oferta de alimentos e, conseqüente aumento de preços, gerando a revolta popular que levou à Revolução Francesa.

A Revolução Francesa na sua conseqüência provocou enormes agitações políticas por toda a Europa. Idéias socialistas vão tomando corpo contra o “capitalismo selvagem”, por meio da organização de sindicatos. Na Inglaterra houve dois tipos de movimentos trabalhistas que se contrapunham entre si na forma de alcançar seus objetivos.

O Ludismo, conhecidos como “quebradores de máquinas” adotavam a prática invasão das fábricas para destruição dos seus equipamentos como forma de protesto às condições de trabalho.

O Cartismo (Carta do Povo), era o mais brando e adotaram a via política como meio de reivindicar e obter seus direitos legais e políticos, obtendo a primeira lei de proteção ao trabalho da criança e das mulheres, assim como a limitação da jornada de trabalho para 10h diárias.

A Revolução Industrial foi responsável por fortes mudanças que alteraram de vez o quadro político e social da humanidade. No campo das idéias possibilitou



*Fig. 57: Trabalho infantil em uma fábrica têxtil na Inglaterra no final do Século XIX.
(Fonte: www.learnhistory.org.uk)*

o desenvolvimento do liberalismo econômico defendido no final do século XVIII pelos economistas Adam Smith, David Ricardo, Jean Batista Say e John Stuart Mill, confrontado por ideais socialistas que se materializaria pelo Manifesto Comunista de Karl Marx e Friedrich Engels. No campo socioeconômico proporcionou uma a elevação do comércio em escala mundial sem precedentes na história, enterrando de vez o modelo Feudal agrário e rudimentar por um capitalismo burguês industrial.

Demetrius Vasques Cruz

12.6. Anexo 6:

Palestra IAB – 31/08/2004

Arquitetura e Racionalização da Construção

Arqº Arnaldo Martino

O Projeto de Arquitetura para uma Construção Industrializada – O Metaprojeto.

Introdução:

A democratização dos benefícios gerados pela inclusão econômica e social é uma meta sempre perseguida, mas infelizmente com ainda poucos e lentos resultados. Mas a integração mais ampla, da nossa sociedade, nas modernas formas de vida e cidadania, é um processo irreversível.

Como consequência, a elevação deste padrão de qualidade de vida e dos seus custos sociais, conduzem a um progressivo aumento dos custos da construção relativamente à mão de obra utilizada de forma ineficaz e intensiva.

A este fator, devem-se somar os altíssimos custos financeiros, que tornam obrigatórios, para a viabilização dos empreendimentos, cada vez menores prazos.

Portanto, visando reduzir custos e aumentar a eficiência, é necessário obter-se drásticas reduções nos cronogramas das obras, inclusive pelo rebalanceamento dos componentes: mão de obra e materiais, com a introdução de métodos e processos racionais, que levem à agilização das operações construtivas.

Nestas condições, parece ser um caminho futuro inevitável, a substituição em ritmo cada vez mais intenso, dos métodos tradicionais de construção, por processos cuja capacidade de produção – sobretudo em termos de produtividade, irá valer-se da organização do tipo industrial, e das suas metodologias e premissas como: economia de escala; produção seriada; repetitividade; intercambiabilidade, modularidade e compatibilidade dimensional; controle de qualidade; sustentabilidade ambiental, etc.

Assim espera-se que esta forma de organização, à semelhança de seus resultados com outros bens de consumo produzidos em larga escala industrial, leve à uma também larga escala de produção de elementos construtivos ou componentes, e a estocá-los para a sua imediata aplicação, com a transferência para o canteiro de obras, onde serão montados e executadas suas juntas.

À esta nova maneira de construir deve corresponder uma diferente forma de pensar a Arquitetura.

Uma consideração crítica inicial, nos leva à ponderar, que embora conscientes de que a técnica produtiva contemporânea é a técnica industrial, devemos todavia verificar, de qual maneira esta técnica de construir efetivamente resulta em economias de custo e ambientais, e quais níveis intermediários de industrialização são adequados e compatíveis com a conjuntura de cada economia e lugar, para otimizar a produtividade e a qualidade do espaço construído.

Nesta avaliação, há que se considerar o custo do capital investido, as condições de trabalho e a energia humana consumidas no processo, estabelecendo-se uma equação na qual os fatores: inteligência, habilidade, precisão e previsibilidade se sobreponham à força física, à casualidade e improvisação, para resultar em um considerável aumento na produtividade.

O objetivo do método industrial é produzir sempre um melhor produto com um menor custo, atingindo, ou atendendo a um amplo mercado, e conseqüentemente obtendo sua viabilidade.

É a economia de escala um dos fundamentos básicos para atingir este objetivo.

O Método Integrado de Projetar

A arquitetura na apropriação dos métodos industriais, visando à racionalização da sua produção, deve, como sempre, integrar seus fundamentos básicos: a Técnica, a Função e a Forma, para atender às necessidades dos usuários deste habitat – novo objeto/espço - como produto industrial.

Fundamentos estes, agora acrescidos de pré-requisitos inerentes à modernidade, ou seja:

A Técnica: correspondente ao modo mais eficiente, rápido, econômico e sustentável de construir o espaço imaginado;

A Função: atendendo aos programas de necessidades, mas, com os indispensáveis requisitos de modernidade relativos à flexibilidade e expansibilidade, no tempo e no espaço;

A Forma: como um sistema de informação e comunicação integrado à cultura de massa, e expressão da Técnica e da Função, e cuja intenção plástica e interação com suas extensões na paisagem, sejam suas condições necessárias.

É preciso reconhecer, porém, que na questão estética do projeto de arquitetura com técnicas industriais, tem sido freqüente uma falta de entendimento deste processo necessariamente integrado, entre Técnica, Forma e Função, pois é usual a consideração da solução construtiva industrializada, como mero suporte de arquiteturas previamente concebidas em técnicas tradicionais, não expressando sua verdadeira natureza construtiva, e limitando as potencialidades técnicas e econômicas do próprio sistema. Outras vezes ainda, um equívoco metodológico recorrente, é assumir-se a premissa ou a referência semântica correspondente à técnica anterior de produção – ou produtos industrializados com sua referência morfológica baseada nos produtos feitos à mão, de mesma função, que os antecederam.

Por exemplo, os primeiros automóveis fabricados em série, tinham o mesmo desenho das carroças, substituindo apenas os cavalos pelo motor, ou seja, foram separadamente assumidas no projeto: a Forma; a Técnica e a Função.

Ou ainda, na Arquitetura, tentativas obviamente frustradas quanto aos seus resultados, de colocar sistemas pré-fabricados (concreto, metal) contingenciando-os nas formas de edifícios, previamente projetados para técnicas convencionais.

Projeto Sistêmico e Pré-fabricação Aberta

No projeto de arquitetura que objetiva sua produção racionalizada, dois conceitos devem ser considerados como fundamentais:

O primeiro refere-se à sua necessária condição sistêmica de projeto, que leva à normalização e ordenamento de suas partes e o estabelecimento de sub-sistemas, por sua vez, entre si coordenados. E o outro conceito fundamental, deve dirigir a concepção do projeto para a utilização ou criação de sistemas abertos de fabricação,

que podem gerar inúmeras soluções, a partir de coleções restritas de componentes, viabilizando a economia de escala.

Por consequência o projeto deve eliminar as casualidades e particularidades, dirigindo seu desenho em função de uma redução de tipos de componentes, voltados para uma larga variedade de produtos, resultantes da composição destes poucos componentes, que serão por sua vez produzidos em larga escala, viabilizando os custos industriais.

O Metaprojeto

O pensamento teórico que embasa esta forma sistêmica de projetar e leva às pré-fabricações abertas, é o Metadesign (A. Van Onck) ou Metaprojeto (M. Oliveri) que organiza e coordena os sistemas e sub-sistemas, estabelecendo as regras de posição, movimentação, interfaces, etc.

Para compreender melhor o conceito de Metaprojeto vamos compará-lo com um conceito análogo mais conhecido – O Estilo.

O Estilo corresponde á forma tradicional de produzir Arquitetura – o Estilo Construtivo é o conjunto de regras estabelecidas dentro do qual a construção dispõe, de época em época, e de lugar em lugar, de uma liberdade controlada, à fim de formalizá-la (linguagem coletiva que contem expressões próprias da linguagem individual) ou seja, dispor de um estilo, significa pré-organizar uma linguagem para poder convertê-la em uma morfologia regulada, onde um sistema de signos se enquadra e coordena em uma série de normas que resultam em um instrumento de formação que é o Tratado (ou ainda os estilos espontâneos que em geral derivam de expressões não codificadas de tradições adquiridas).

O Metaprojeto Construtivo é o embasamento conceitual, no qual a construção industrializada dispõe no tempo e no espaço de determinadas possibilidades programadas para a sua própria formalização, ou seja, dispor de um Metaprojeto significa estruturar previsões normalizadoras de comportamento do projeto, capazes de gerar, indiretamente infinitas soluções morfológicas homogêneas.

O Metaprojeto Construtivo, ao aplicar os critérios de sistemas abertos, é um instrumento característico da construção pré-fabricada – ou enquanto o Projeto é uma

ação direta de desenho, que se materializa em uma forma, através de parâmetros do estilo, o Metaprojeto é uma ação indireta de desenho, que se cria como estrutura para ser reproduzida e aberta a futuros e possíveis desenhos “únicos”, na consideração de parâmetros amplamente interdisciplinares.

Assim o Projeto da Arquitetura e do seu sistema construtivo pode ser dividido em duas fases autônomas e complementares – o Metaprojeto que se baseia no momento teórico, crítico e organizativo; e o Projeto que desenvolve o momento criativo de formalização específica de cada edifício em particular.

Portanto, para um Projeto de Arquitetura voltado para sua produção com recursos industriais, a metodologia recomendada, é antes dispor-se de um sistema (ou projetar um), e em seguida, com a sua aplicação, desenvolver-se os projetos específicos, em função de cada programa, lugar, etc.

O Metaprojeto, antes de ser uma idealização simplesmente teórica, é de fato um instrumento ou estrutura reprodutiva, com uma ação operacional de solução direta, para resolver uma das necessidades mais urgentes da humanidade, qual seja, a metodologia da criação do habitat e seus equipamentos, para as sociedades do nosso tempo.

Metaprojeto: - Oliveri, G. Mario – Pré-fabricacion o Metaproyecto Constructivo, Editora Gustavo Gili
(revisão: 02/09/2004)

12.7. Anexo 7:

Questionário Tecnológico
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO
Programa de Pós-graduação em Arquitetura

As informações obtidas por esta pesquisa são de caráter confidencial, estando vetada a divulgação para qualquer empresa, órgão público ou pessoa física.

Dados Gerais

Razão social:*

Nome Fantasia:*

Endereço:

Bairro

CEP:

UR

E-mail

Tel.:

Fax:

Entrevistado:*

As informações respondidas nesse questionário podem ser inseridas no corpo da minha Dissertação de Mestrado?

SIM NÃO

Quantos tipos de modelos diferentes de casa sua empresa fabrica?

Matéria-prima

A madeira que sua empresa usa é de reflorestamento? SIM NÃO

Se Sim, qual a espécie?

A sua empresa compra madeira já beneficiada e pré-cortadas em dimensões específicas por cada tipo de aplicação? SIM NÃO

Se Sim, de onde?

Madeireira Serraria outros: _____

Se Sim, o fornecedor é empresa especializada em fornecimento de madeira para construção de casas? SIM NÃO

Se Não, tem conhecimento da existência de empresas daquele tipo no ramo?
 SIM NÃO

Se Não, a sua empresa possui instalações próprias para beneficiamento, (corte, desempenho, desengrosso etc.) das madeiras, ou terceiriza esse serviço com marcenarias ou carpintarias?
 PRÓPRIA TERCEIRIZADA

Dos elementos abaixo, quais a sua empresa manufatura?

- Pilares
- Vigas
- Madeiramentos estruturais em geral para piso e telhado
- Janelas
- Portas
- Caixonetes
- Adornos
- Molduras
- Madeiras de fechamento (lambris)
- Piso (tábuas corridas, parquet etc.)

Outros. Descreva, por favor:

Que tipo de material é usado no fechamento das paredes externas? Pranchas horizontais, com encaixes, tipo macho-fêmea, com 4,5 cm de espessura.

OSB MDF compensado madeira maciça

Outros _____

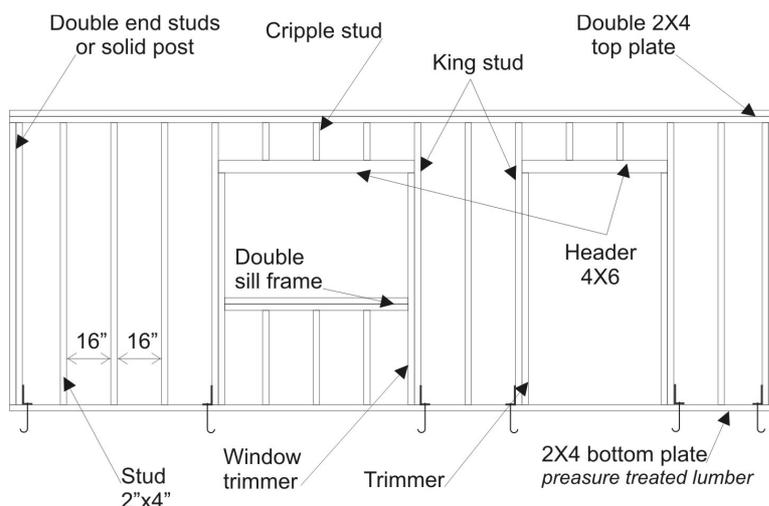
Que tipo de material é usado no fechamento das paredes internas?

OSB MDF compensado madeira maciça

Outros _____

Processo

Nos EUA existe um padrão normatizado de construção dos montantes das paredes que é seguido pelos diversos construtores, inclusive pelos fornecedores de madeiramento, ferragens e assessórios. (ver figura).



Assim sendo, nas suas construções existe um padrão de dimensão dos montantes, (espessuras e distancias entre si), e demais elementos da parede para todos os modelos de casa? SIM NÃO

Se sim, qual é esse padrão? Esse padrão segue alguma norma da ABNT ou estrangeira ou é um padrão particular, desenvolvido pela sua própria empresa?

Se não segue uma norma externa, por quê? _____

Tem conhecimento de um modelo de norma universal que possa ser adotado por todas as empresas? SIM NÃO

O que você acha da possibilidade de adotar um padrão universal normatizado de medidas dos componentes e dos processos?

Quais são as medidas das peças abaixo:

- Espessura das colunas p/ um pavimento: _____
 - Espessura das colunas p/ dois pavimentos: _____
 - Vão entre colunas p/ um pavimento: _____
 - Vão entre colunas / dois pavimentos: _____
 - Espessura da madeira de fechamento, (no caso de madeira maciça): _____
-

Produto

Recorre a arquitetos terceirizados ou próprios para desenvolvimento de seus produtos? SIM NÃO

Você acha que pode existir diferencial competitivo nas empresas, no caso de ser adotada uma norma universal para padronizar as medidas de componentes de montagem e de suas conexões? SIM NÃO

Você considera que a sua casa é construída ou montada?

Como é feita a montagem e fixação dos componentes na construção/montagem de suas casas?

Por meio de ferragens e acessórios específicos encontrado no mercado.

Por meio de ferragens e acessórios específicos feitos sob-medida, por mim ou terceiros, para o meu caso.

Considerando que as casas de madeira partem da concepção de pré-fabricação, em que nível de pré – fabricação insere-se o seu produto: Plena parcial

No caso de parcial, em quais elementos existe a pré-fabricação apenas?

A maior demanda é por produtos tipo Kit padrão ou por projetos especiais?

O setor de construção de casas de madeira é organizado por meio de sindicato próprio ou associação?

SIM NÃO DESCONHECE

Espaço destinado a comentários ou observações em geral que o entrevistado deseja fazer.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS E BIBLIOGRAFIAS

- A REVOLUÇÃO INDUSTRIAL E O CAPITALISMO. <http://www.hystoria.hpg.ig.com.br/rindus01.html>; consultada em 12/05/2005.
- ABIMCI – Estudo setorial 2003. Produtos de Madeira Sólida; ABIMCI, Curitiba, PR; 2003.
- ABIMCI – Estudo setorial 2004. Industria de madeira processada mecanicamente; ABIMCI, Curitiba,PR;2004.
- ANDERSON, L. O. – Wood-frame house construction / by L. O Anderson; revised and updated by William Oberschulte; Craftsman Book Company; Carlsbad, USA; 2001.
- BERNARDI, Renato. Uso de painéis de madeira reconstituída. Bento Gonçalves, Centro Tecnológico do Mobiliário SENAI-CETEMO, 2003.
- CAMPOS, Vicente Falconi; TQC, Controle da Qualidade Total (no estilo japonês), Belo Horizonte, MG: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1999.
- CARPORIONI, Garlatti. La coordination modular. Editora Gustavo Gili S.A., Barcelona, 1971.
- Creative Homeowner. The Ultimate Book of Home Plans. Creative Homeowner. Upper Saddle River, NJ, USA. 2004.
- FLORES, Bruna. Quantum: Boletim educativo do Núcleo de Comunicação do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, Centro Tecnológico da UFSC, 2003;
- Forest Product Laboratory. Wood Handbook – Wood as an engineering material. Madison, WI: US Department of Agriculture, Forest Service, Forest Product Laboratory, 1999.
- GALVÊAS, Elias Celso. A revolução industrial e suas conseqüências: Da corporação de artesãos e manufaturas locais à produção em escala internacional, http://maxpages.com/elias/A_revolucao_Industrial; consultada em 12/05/2005.
- GORINI, Ana Paula Fontenelle – A indústria de móveis no Brasil; Leitura moveleira 2 – Estudos. Alternativa Editorial, Curitiba, 2000.
- <http://www.casascuritiba.com.br> – Consultada em 5 de janeiro de 2006;
- <http://home.ism.com.br/~sr2/> - Consultada em 4 de janeiro de 2006.
- <http://home.uniemp.org.br/seminarios/>, consultada em 12/05/05.

- <http://pt.wikipedia.org/wiki/Angiosperma>, consultada em 29/05/05
- <http://revistagloborural.globo.com> - Consultada em 17 de outubro de 05.
- <http://www.abimci.com.br> - Consultada em 10 de maio de 2005.
- <http://www.casascondor.com.br> – Consultada em 5 de janeiro de 2006;
- <http://www.casasparana.com.br> – Consultada em 5 de janeiro de 2006;
- <http://www.casema.com.br> – Consultada em 5 de janeiro de 2006;
- <http://www.housekit.com.br> – Consultada em 5 de janeiro de 2006;
- http://www.iabsp.org.br/PALESTRA%20IAB_ArnaldoMartino.pdf - Consultada em 30 de agosto de 2005;
- http://www.irsp.com.br/produtos_tanques_especiais.php - Consultada em 4 de janeiro de 2006.
- http://www.remade.com.br/madeiras/paineis_osb.php - Consultada em 29 de maio de 2006;
- <http://www.remade.com.br/revista/materia.php?edicao=68&id=264> – Consultada em 4 de janeiro de 2006.
- <http://www.sbs.org.br> - Consultada em 10 de maio de 2005.
- <http://www.ultimateplans.com> – Consultada em 5 de janeiro de 2006;
- LAROCA, Christine. A madeira como alternativa na construção de unidades habitacionais “ecologicamente corretas”; Revista da Madeira V61.128p.p. 88-94,.nov. 2001.
- LAROCA, Christine. Gerenciamento da inovação tecnológica – Indicadores de performance na indústria da construção civil; Trabalho apresentado como requisito parcial da disciplina de Inovação tecnológica do Doutorado em Engenharia Florestal, UFPR, Curitiba, 2004.
- LAROCA, Christine. Habitação social em madeira: Uma alternativa viável; Dissertação de Mestrado, UFPR, Curitiba, 2002.
- LAROCA, Christine. Habitação social utilizando painéis de madeira reconstituída: Um roteiro para o gerenciamento de projetos de produto e processos produtivos; Trabalho apresentado à disciplina de Planejamento Industrial, do curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal, UFPR, Curitiba, 2003.
- LAROCA, Christine; MATTOS, J.L.M. Desenvolvendo novos mercados (oportunidade) para produtos de madeira, UFPR, Curitiba, S/D.

- LEPAGE, Ennio Silva; OLIVEIRA, Antonio Marco Franca; LELIS, Antonio Tadeu de; LOPEZ, Gonzalo Antonio Carballeira; CHIMELO, João Peres; OLIVEIRA, Luiz Carlos Samopaio; CAÑEDA, Maria Dolores; CAVALCANTE, Messias Soares; IELO, Paula Kaori Yamamura; ZANOTTO, Pedro Antonio; MILANO, Sidney. Manual de preservação de madeiras. Volumes I e II. São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S A – IPT, 1986.
- MANDOLESÍ, Enrico. Edificación. El proceso de edificación – La edificación industrializada. La edificación Del futuro. Ediciones CEAC / Barcelona, Espana, 1981.
- MARTINO, Arnaldo; Arquitetura e Racionalização da Construção, Palestra IAB, 31/08/2004.
- MICHALKA, Camilo. A coordenação modular. Material didático de aula, UFRJ / PROARQ / FAU, 2004.
- MORETT, Henrique Thomaz - A Importância da Inserção dos Sistemas Construtivos de Solo-Cimento no Processo de Industrialização da Construção. FAU/UFRJ – Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro, 2003.
- OBERG, Erik; JONES, Franklin D.; HORTON, Holbrook L. – Manual Universal da Técnica Mecânica; Hemus; SP; SD.
- Protagonistas do design. Artigo sobre Michel Thonet; Portugal, 2004. (Apostila de aula);
- REVOLUÇÃO INDUSTRIAL – História. <http://www.suapesquisa.com/industrial/> ; consultada em 12/05/2005.
- RIBEIRO, Marcellus Serejo - A industrialização como requisito para a racionalização da construção. FAU/UFRJ – Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro, 2002.
- ROSSO, Teodoro. Racionalização da construção. FAU/USP. São Paulo, 1980.
- SENAI-RJ, Área de Tecnologia – Metrologia e Lubrificação Industrial – Sistemas de tolerância e ajustes; SENAI-RJ; RJ, 2003.
- THALLON, Rob – Graphic guide to Frame Construction, The ultimate book of home plans. The Taunton Press; Newtown, USA, 2002.
- WILSON, J. Douglas. Practical house carpentry. Simplified methods for building. McGraw-Hill Book Company, Inc. New York, Toronto, London, 1957.

- ZENHA, Ros Mari. Catalogo de processos e sistemas construtivos para habitação. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1998.