

Atualmente, as cidades de madeira estão presentes na América do Norte e nos países escandinavos, como a Finlândia. De modo geral, as *wooden towns* norte-americanas se destinam a abrigar pólos turísticos tais como estações de ski e outros, onde se pode observar todo o aparato tecnológico que acompanha as soluções construtivas em madeira presentes (Figura 110).



Figura 110 – Cidade turística de Whistler, no Canadá, considerada um dos principais *ski resorts* (estação de esqui) da América do Norte, sendo totalmente construída em madeira. Fonte: MELLO (2000).

A Finlândia pode ser considerado o país mais avançado do mundo no tema das cidades de madeira. Graças a bem elaborados programas de governo em conjunto com a iniciativa privada, há inúmeras cidades planejadas e construídas dentro deste conceito.

O projeto Modernas Cidades de Madeira é um programa nacional iniciado em 1997 com o objetivo de criar novos e exemplares ambientes de se morar em várias regiões da Finlândia utilizando a madeira como material de construção (...) Um dos principais aspectos deste programa é o de estimular o desenvolvimento de casas e pequenos apartamentos urbanos e de reformar o planejamento da produção e construção de moradias (...) Tanto no planejamento quanto na construção, os esforços são no sentido de organizar um sistema aberto de construção em madeira que seja economicamente eficiente e com conceitos de desenvolvimento sustentável para a construção dos tempos modernos (PUUINFO, 2007 p.1).

Com este conceito foram planejadas e implantadas diversas cidades de madeira pelo país, embasadas em propostas contemporâneas de desenho e de qualidade ambiental para os ambientes construídos. As Figuras 111, 112, 113, 114 e 115 ilustram algumas cidades de madeira daquela região.



Figura 111 – Cidade de madeira de Porvoo, Finlândia. Fonte: PUUINFO (2007).



Figura 112 – Cidades de Oulu e Sodankyla, Finlândia. Fonte: PUUINFO (2007).



Figura 113 – Vistas de ruas internas nas cidades de madeira de Oulu e Tuusula, Finlândia. Fonte: PUUINFO (2007).



Figura 114 – Cidade com habitações coletivas de três pavimentos em madeira na periferia de Helsinque, Finlândia. Fonte: MELLO (2004).



Figura 115 – Cidade de Friisla, Finlândia, com habitações térreas em madeira. Fonte: MELLO (2004).

4.3. Técnicas construtivas em madeira no Brasil

A literatura nacional é bastante escassa no que se refere às técnicas construtivas em madeira, estando dispersa em publicações técnicas, dissertações e teses, em número bem inferior em relação à literatura sobre obras em concreto e alvenaria.

O desenvolvimento das técnicas construtivas em madeira no Brasil tem seu ponto de partida na arquitetura indígena, onde práticas milenares utilizavam estruturas leves de madeira com cobertura de palha, em composições muitas vezes arrojadas e que permitiam a construção de grandes ocas para o abrigo de várias famílias (Figura 116).



Figura 116 – Oca destinada a várias famílias da nação waimiri-atroari, na Amazônia.

Fonte: WAIMIRI-ATROARI (2007).

Estas tecnologias construtivas tiveram bastante influência nas raízes da arquitetura colonial brasileira, que misturou elementos da arquitetura de pedra portuguesa, que por sua vez foi fortemente influenciada pela tradição construtiva árabe em terra. Exemplos desta mescla são as técnicas da taipa de pilão e o pau-a-pique, onde a prática da construção em terra é associada à construção em madeira típica do estilo enxaimel.

De acordo com SERAPIÃO (2006), a taipa de pilão é a técnica que utiliza a terra umedecida prensada em uma fôrma de madeira, chamada taipal, sendo esta técnica decorrente da falta de madeira para se executar toda a parede, principalmente no planalto paulistano do período colonial, de onde se originou a arquitetura bandeirista (Figura 117).



Figura 117 – Casa bandeirista de meados do século 17 na cidade de São Paulo, num sistema misto alvenaria - madeira. Fonte: SERAPIÃO (2006).

Também a técnica do pau-a-pique utiliza a combinação entre terra e madeira, onde o barro cobre uma estrutura de madeira, sendo considerada um tipo de taipa de pilão com dimensões mais finas e uso das mãos na sua confecção. BITTENCOURT (1995) considera o pau-a-pique um tipo de construção em enxaimel, ou seja, a estrutura de madeira sustenta a edificação e também a sua vedação (enchimento).

A taipa de pilão e o pau-a-pique podem ser considerados vertentes da arquitetura em madeira no Brasil, sendo a eles aglutinada a técnica do enxaimel nos moldes europeus, que marcou presença na arquitetura dos imigrantes da Região Sul do Brasil (ver item 4.1.2.).

Também daí decorreu a técnica da “gaiola de madeira”, presente em regiões de imigração europeia na região Sudeste, como nas cidades de montanha do Rio de Janeiro (Petrópolis e Teresópolis) e São Paulo (Campos do Jordão), que sobreviveu graças ao apelo turístico destas regiões.

O termo “gaiola de madeira” também pode ser considerado como uma regionalização do sistema enxaimel, pois também parte do princípio de uma estrutura de madeira travada em várias direções (engradamento) com vedações em alvenaria, pedra, adobe ou qualquer outro material disponível.

Sua presença também pode ser observada na arquitetura colonial goiana, onde a maior disponibilidade de madeira permitiu o seu emprego em obras de grande porte como igrejas (Figura 118).



Figura 118 – Igreja Matriz de Pirenópolis (GO), onde se observa a gaiola com madeira de alta durabilidade (aroeira), que permitiu a sua reutilização estrutural em suas restaurações. Fonte: MATRIZDEPIRENÓPOLIS (2006).

Esta tecnologia construtiva atravessa os tempos e é defendida por Lúcio Costa num período de grandes transformações da arquitetura brasileira, a década de 1930, onde começa a se pronunciar a nossa arquitetura moderna. O arquiteto propõe resgatar e ao mesmo tempo avançar na nova linguagem da qual o arquiteto francês Le Corbusier é o porta-voz, em projetos onde o neocolonial e o moderno se fundem de forma original (Figura 119).

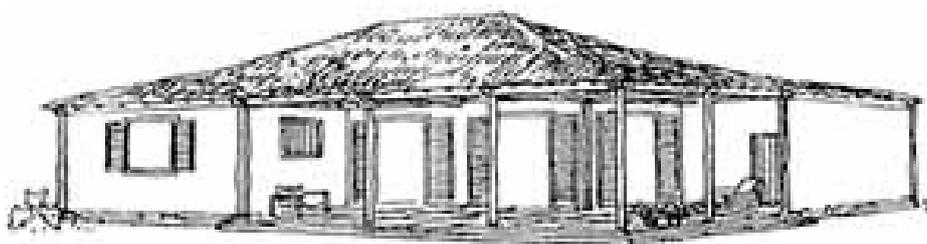


Figura 119– Projetos de Lúcio Costa da década de 1930, onde se observa a gaiola de madeira (figura no alto), a concepção neocolonial de alvenaria e madeira (foto), e a concepção moderna da gaiola de madeira inserida na estrutura de concreto armado.

Fonte: VITRUVIUS (2006).

Nos tempos atuais, a gaiola de madeira está presente em edificações diferenciadas, usualmente destinadas a residências, ao turismo e atividades afins (Figura 120). O aperfeiçoamento e a simplificação deste sistema construtivo resultaram no sistema pilar-viga, que é intensamente empregado nas edificações estruturadas em madeira no Brasil (Figura 121).



Figura 120– Gaiolas de madeira serrada no Centro de Visitantes do Jardim Botânico de Brasília (DF) e de madeira serrada e roliça na sede do Parque Estadual de Caldas Novas (GO). Fonte: MELLO (1995-2002).



Figura 121 – Estrutura de madeira de residência em Brasília, com concepção mista entre gaiola e sistema pilar-viga, devido à existência de paredes fixadas pela trama e também paredes portantes. Fonte: MELLO (1995).

Outro sistema construtivo em madeira que é considerado tradicional no Brasil é o chamado sistema tábua-e-sarrafo, onde a trama estrutural em pequenas peças (tarugos) é reforçada pelo material da vedação, normalmente tábuas verticais e sarrafos como mata-juntas. Esta trama reforçada pela vedação suporta a cobertura da edificação, sendo esta solução encontrada normalmente em habitações de baixo custo de norte a sul do país, podendo-se afirmar ser esta uma genuína arquitetura vernacular em madeira (Figura 122).



Figura 122 – Edificações em tábua e sarrafo em área rural no sul do Pará e na cidade de Florianópolis, em Santa Catarina. Fonte: MELLO (1999).

Diversos autores consideram que o sistema tábua-e-sarrafo é na verdade um sistema pilar-viga, onde há um esqueleto em madeira e as tábuas e sarrafos têm o papel de vedação. No entanto, devido à fragilidade da trama estrutural, muitas vezes executada com tarugos (peças com dimensões em torno de 6x6cm) as peças de vedação são essenciais à estabilidade da edificação, configurando um sistema misto.

A partir destes sistemas tradicionais, novas tecnologias foram sendo incorporadas no ramo de edificações de madeira no Brasil. Segundo PRECASA (2007), nos idos de 1950, com a execução de grandes obras de infraestrutura pelo país, criou-se um mercado de construções rápidas para canteiros de obras, tendo a madeira se tornado uma excelente opção pela relação resistência x peso.

A partir daí, este mercado se direcionou para as casas de veraneio ou lazer, e as exigências dos novos clientes resultaram no aperfeiçoamento dos sistemas construtivos. De acordo com PRECASA (2007), no final dos anos de 1970 e início de 1980, o mercado se baseava em dois sistemas construtivos: as casas de paredes duplas com chapas de madeira e as casas com paredes simples com peças maciças de madeira com encaixe (Figura 123).



Figura 123 – Casas de madeira com paredes em peças maciças com encaixe do tipo macho-e-fêmea. Fonte: CAMPER (2007).

Atualmente é possível se encontrar novas opções para este sistema construtivo, como o uso de paredes duplas de madeira maciça (Figura 124).

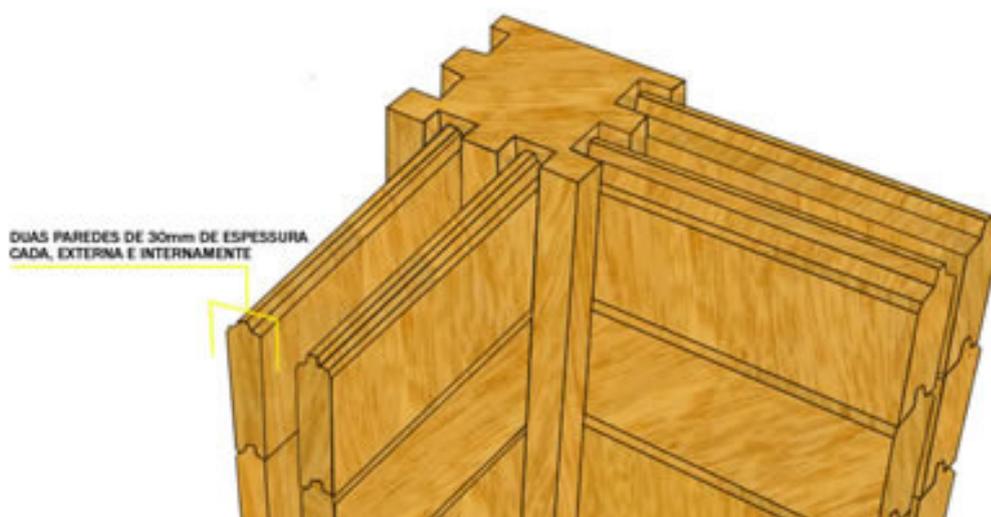


Figura 124 – Detalhe de sistema construtivo com parede dupla em peça maciça de madeira. Fonte: PRECASA (2007).

Em termos gerais, os sistemas construtivos em madeira existentes no Brasil estão relacionados às casas de madeira, de acordo com classificação sugerida por BITTENCOURT (1995) e INO (1992), que discrimina estes sistemas em pilar-viga e de painéis, de acordo com a Tabela 15:

TABELA 15 - Principais sistemas construtivos em madeira no Brasil.	
Realizador	Descrição
CASEMA - Empresa	- parede estrutural em pranchas de 4,5m com madeira verde (saturada)
FUNTAC – Governo do Acre	- painéis portantes com ligações pregadas e lambris macho-e-fêmea
IPT/Prefeitura de Campos do Jordão - SP	- painéis portantes em dupla face unidos com ligações metálicas
IPT/Secretaria de Habitação do Amazonas - AM	- painéis portantes de madeira tropical
UFSC/Empresa BATTISTELLA - SC	- painéis portantes tipo sanduíche em sistema construtivo do tipo plataforma
Salto Osório – PR (obra)	- painéis portantes desmontáveis
Construtora OCA - PR	- vedações com elementos industrializados
IBRAMEM/Prefeitura de Cuiabá - MT	- sistema pilar-viga com painéis de resíduos de madeira e tesouras pré-fabricadas
Fundação DAM/Arquiteto Zanine Caldas - DF	- sistema pilar-viga em madeira roliça e vedações em taipa de mão ou laje de pedra
Arquiteto Severiano Porto - AM	- sistema pilar-viga com tábuas ou chapas encaixadas
Instituto Florestal - SP	- sistema pilar-viga com tábuas encaixadas
INPA - AM	- sistema pilar-viga com tábuas verticais
EESC/SP	- estrutura pré-fabricada com painéis
Arquiteta Akemi Ino - SP	- estrutura pré-fabricada de madeira roliça
LPF/IBAMA - DF	- sistema pilar-viga com painéis de resíduos de madeira e piso elevado em madeira

Fonte: a partir de INO (1992) e BITTENCOURT (1995).

Ainda assim, manifestações de arquitetura em madeira ligadas ao passado da tradição indígena podem ser encontradas especialmente nas Regiões Norte e Centro-Oeste, onde os traços culturais dos nossos primeiros habitantes se fazem sentir mais forte. A estética destas edificações causa impacto extremamente positivo e estimula o uso estrutural da madeira (Figura 125).



Figura 125 – Cobertura de edificação no Parque do Mindu, em Manaus (AM), e em restaurante em Caldas Novas (GO); as estruturas de madeira sobre plantas circulares remetem à arquitetura indígena. Fonte: MELLO (1998-2003).

Também a tradição do fazer em madeira se realiza na cultura cabocla, do sertanejo, e no trabalho do arquiteto autodidata Zanine Caldas. Sua obra em madeira é referencial no país e atravessou fronteiras, mostrando arquitetura e design com uma linguagem única e influenciando gerações de profissionais com o elo entre tecnologias construtivas e recursos naturais (Figura 126).



Figura 126 – Maquete de residência e casa na árvore, do artista plástico Kracjberg em Nova Viçosa – BA, da autoria de Zanine Caldas. Fontes: VITRUVIUS (2004) e LANORE (2005).

Com presença bastante discreta no cenário da construção civil no Brasil, são observados outros sistemas construtivos especialmente na Região Sul, desde estruturas de madeira laminada colada até estruturas treliçadas em geral, que expõem as possibilidades do material e sua grande aptidão para soluções tecnologicamente arrojadas no país (Figuras 127 e 128).



Figura 127 – Estrutura de cobertura de piscina olímpica em madeira laminada colada com vão de 20m, em Porto Alegre. Fonte: MELLO (2000).



Figura 128 – Coberturas de teatro em Santa Catarina com madeira laminada colada e de hangar no Paraná com arcos treliçados de madeira. Fonte: EMADEL (2000).

CAPÍTULO V

5. O projeto de arquitetura em madeira

Neste capítulo é abordado o tema do projeto de arquitetura em madeira, sendo identificadas e analisadas as suas especificidades. Independentemente do material ou processo construtivo adotado, o projeto de arquitetura é o ponto de partida do processo que culmina com a obra pronta, contendo as proposições tecnológicas assumidas pelo arquiteto e que caracterizarão a edificação. Partindo do pressuposto que há grande falta de familiaridade dos projetistas com o material madeira no Brasil, que resultam em obras de baixa qualidade tecnológica e construtiva, são apresentados princípios básicos para se projetar em madeira, com estudo de caso que apresenta duas obras executadas em madeira e a importância da aplicação destes princípios.

5.1. Considerações sobre o projeto de arquitetura

Na literatura nacional e internacional há vários autores que abordam a questão do projeto de arquitetura, englobando desde a concepção arquitetônica até a sua representação. Desde os métodos tradicionais, dos quais o desenho é o principal exemplo, até os métodos contemporâneos com uso de maquetes e modelos eletrônicos, de modo geral quatro fases são ainda realizadas em um projeto: Estudo Preliminar, Anteprojeto, Projeto para Aprovação nos órgãos competentes e Projeto Executivo e Detalhado.

Segundo BITTENCOURT (1995), na arquitetura o desenho ainda é o método tradicional de projeto freqüentemente utilizado, sendo a própria idéia ou imagem em que se transforma o pensamento, surgindo daí a concepção arquitetônica da edificação.

De acordo com GRAEFF (1986), a arquitetura constitui uma atividade artística, mas não deixa de ser uma atividade comprometida com rigorosas exigências prático-funcionais formuladas fora do seu campo específico, sendo a realização de uma obra assim como do projeto previamente programados a partir da obediência a um Programa de Necessidades.

O Estudo Preliminar compreende a abordagem das soluções consideradas viáveis a partir das informações consolidadas no Programa de Necessidades, representando invariavelmente a síntese do produto final. As demais fases subseqüentes representam o desenvolvimento da concepção arquitetônica até se chegar às exigências necessárias à sua exeqüibilidade, englobando aí as soluções tecnológicas e construtivas propostas para a edificação.

Esta é uma característica intrínseca do projeto de arquitetura, que é justamente o de espelhar o que se deseja construir. STROETER (1986) afirma que a conhecida expressão “construir corretamente”, de Bruno Zevi, é um “projetar corretamente”, assinalando a importância de se “projetar corretamente a construção”. O mesmo autor considera, no entanto, que o fato de se empregar corretamente a técnica construtiva na concepção arquitetônica, ou seja, com praticidade e eficiência, não necessariamente é arquitetura. Nas palavras de um dos ícones da arquitetura brasileira:

Arquitetura é, antes de mais nada, construção; mas construção concebida com o propósito primordial de ordenar o espaço para determinada finalidade e visando determinada intenção. E nesse processo fundamental de ordenar e expressar-se ela se revela igualmente arte plástica, porquanto nos inumeráveis problemas com que se defronta o arquiteto desde a germinação do projeto até a conclusão efetiva da obra, há sempre, para cada caso específico, certa margem final de opção entre os limites máximo e mínimo determinados pelo cálculo, preconizados pela técnica condicionados pelo meio, reclamados pela função ou impostos pelo programa (...) A intenção plástica que semelhante escolha subentende é precisamente o que distingue a arquitetura da simples construção (Costa, citado por Graeff 1986 p.16).

Como afirma Lúcio Costa, reveste-se o projeto de arquitetura de uma importância maior, pois deve conter ao mesmo tempo uma intenção plástica associada à técnica. WILSON (1971) observa que a arquitetura combina forma externa e espaço interno, estrutura e material em uma única essência.

Ressalta-se, portanto, que o projeto de arquitetura é o de uma construção, mas o processo mental envolvido e o resultado final são o de uma arquitetura, estando este conceito sintetizado por STROETER (1986) quando diz que a arquitetura é uma arte que se realiza na construção.

Tendo como pano de fundo a escassa e limitada (tanto técnica quanto plasticamente) produção de edificações de madeira no Brasil, que não é mensurada na pouca produção bibliográfica sobre o tema, mas é reconhecida visualmente na paisagem das cidades brasileiras, retorna-se à questão do projeto e à produção da arquitetura.

Faz-se necessário reconhecer que esta pouca expressividade da “arquitetura em madeira” brasileira está obrigatoriamente assentada em princípios básicos, como a elaboração do projeto. Considerando que a nossa arquitetura em concreto armado é reverenciada mesmo fora do país, o que atesta a qualidade dos projetistas e construtores brasileiros, é de se supor que o projetar em madeira exija requisitos específicos que não são observados ou mesmo reconhecidos pelos profissionais.

Neste panorama, onde não há domínio sobre a(s) técnica(s) e não há intenção plástica que explore as características peculiares do material, tem-se o resultado que, com raras exceções, se observa em nossa realidade, ou seja, há “construções em madeira”, mas não “arquitetura em madeira”.

5.2. Especificidades do projeto em madeira

O tema do projeto de arquitetura em madeira é raramente abordado na bibliografia nacional. Segundo BITTENCOURT (1995), do ponto de vista da concepção arquitetural, as pesquisas são praticamente inexistentes no nível teórico, estando normalmente relacionadas a processos construtivos com critérios específicos que correspondem a determinadas solicitações.

Na pesquisa bibliográfica efetuada, apenas o relatório de pesquisa “La maison à ossature bois – une nouvelle pratique architecturale”, de BIGNON (1986), e a tese de doutorado “Concepção arquitetônica da habitação em madeira”, de BITTENCOURT (1995), abordam este tema sob a mesma ótica da presente dissertação.

Os princípios básicos peculiares à arquitetura e por conseqüência à construção em madeira defendidos por BIGNON (1986) e BITTENCOURT (1995) estão descritos na Tabela 16:

TABELA 16 - Princípios para a concepção e execução de edificações em madeira.	
Princípio	Descrição
PRINCÍPIO TÉCNICO BÁSICO	- A dissociação da estrutura, do fechamento e do paramento norteiam a concepção e a técnica construtiva em madeira.
TÉCNICA FLEXÍVEL E EVOLUTIVA	- a edificação em madeira não necessariamente tem que ter “ aspecto de madeira” ; a tecnologia construtiva permite variadas composições arquitetônicas
RIGOR CONSTRUTIVO	- é falsa a idéia da simplicidade da construção em madeira; são sistemas construtivos menos tolerantes, as ligações exigem rigor, “ a madeira não permite erro” .
O DETALHE	- os sistemas construtivos em madeira demandam cuidado na definição dos detalhes, da concepção à execução; é um ponto de partida e não uma conseqüência da execução da obra.

Fonte: a partir de BIGNON (1986) e BITTENCOURT (1995).

O princípio técnico básico da dissociação da estrutura, do fechamento e do paramento está presente em todas as técnicas construtivas em madeira, com exceção das construções de madeira maciça empilhada, onde a estrutura e as vedações são um único componente.

Segundo BITTENCOURT (1995), nas construções em alvenaria a parede é um elemento abstrato e as partes do edifício não possuem uma autonomia funcional claramente definida. As paredes monolíticas e paralelepipedais não apresentam problemas de fechamento, o que empobrece o detalhamento construtivo e a especificação dos acabamentos.

No caso da madeira, o princípio de dissociação das partes da construção obriga à concepção do fechamento (vedações) e do paramento (acabamento), adquirindo estes um valor que não existe nas obras em alvenaria.

O fio condutor de meus pensamentos sobre a estrutura de madeira, como um sistema aberto, é que nós poderíamos ter nesta técnica mais que um simples envelope, uma espécie de gabarito geral sobre o qual poderiam se fixar as vestimentas exteriores ou peles interiores. É a idéia do porta-casaca que desenvolvi há cinco anos (Watel, citado por Bignon, 1986 p.41).

A autonomia das partes da edificação em madeira também contribui para tornar os sistemas construtivos em madeira mais flexíveis, conforme será abordado adiante. Além disto, ela exige do profissional um conhecimento do material e derivados, seus detalhes construtivos e ligações. BITTENCOURT (1995) ressalta que, ao invés de estimular o desenvolvimento das tecnologias construtivas em madeira, esta autonomia desagrade ao profissional desabituaado a pensar e propor soluções para vedações e ligações.

No campo da teoria arquitetônica, BIGNON (1986) afirma que “a tecnologia da madeira é hoje um estímulo ao debate da *pós-modernidade* arquitetônica”, demonstrando que este princípio serve como mote e suporte para “vestir” o edifício, que foi “desnudado” e “desmaterializado” com a arquitetura moderna.

Com relação à técnica de concepção e realização da edificação em madeira ser flexível e evolutiva, isto pode ser facilmente observado especialmente na realidade norte-americana onde a profusão de soluções construtivas ressalta as qualidades inerentes do material.

Nos Estados Unidos são encontrados os melhores exemplos de como esta técnica construtiva é flexível, ou seja, nela quase tudo é permissível. Da Disneylândia às mansões californianas, é preciso um conhecimento apurado para distinguir atrás das construções os sistemas construtivos em madeira. Neste caso, os significados incorporados à madeira e a seus derivados são múltiplos, possibilitando à construção uma enorme gama de estilos, podendo até utilizar a mesma técnica construtiva (Bittencourt, 1995 p.177).

Esta flexibilidade permite à arquitetura americana em madeira ser extremamente diversificada, não se desconsiderando a qualificação adquirida ao longo do tempo em todos os estágios desta cadeia, que são a concepção, a execução, a manutenção e a apropriação com o uso adequado da edificação.

O conceito de técnica evolutiva também se aplica integralmente àquela realidade: estudos indicam que o usuário deve poder “personalizar” a sua edificação e também modifica-la gradativamente para o atendimento de suas próprias necessidades, tendo como melhor exemplo a casa norte-americana.

Toda a concepção e o processo construtivo da moradia são pensados para que o usuário possa alterá-lo com as próprias mãos, afirmando o conceito de “evolutividade construtiva” que não é novo na arquitetura e que é plenamente atendido por estes sistemas construtivos flexíveis em madeira.

BITTENCOURT (1995) ressalta que no Brasil este conceito está presente nas soluções construtivas para habitações de baixo custo, conhecidas como “embriões”, as quais permitem ao proprietário acabar ou ampliar a sua moradia. Porém, trata-se também de um recurso que permite aos empreendedores públicos utilizar propaganda enganosa e oferecer moradias de reduzidas dimensões aos beneficiados em programas sociais.

Os sistemas construtivos em madeira possuem como característica marcante o fato de serem definidos a partir de peças, o que conceitualmente os coloca na condição básica de sistemas pré-fabricados, pois em princípio as peças foram pré-fabricadas pela natureza.

Uma das peculiaridades dos sistemas pré-fabricados é a exigência de precisão, pois o erro em uma das peças compromete o conjunto. O mesmo se aplica aos sistemas construtivos em madeira, embora haja um senso comum de que estes sistemas possuem uma simplicidade construtiva.

A idéia de simplicidade da construção em madeira encontra-se também difundida na própria área madeira – construção, portanto este é mais um obstáculo a ser suplantado. Na expectativa de valorizar os sistemas construtivos em madeira, ao tentar provar que estes são facilmente construídos, os profissionais da área induzem à aplicação de soluções simplistas, as quais provavelmente não responderão adequadamente ao desempenho esperado pela edificação (Bittencourt, 1995 p.181).

A conseqüência imediata deste rigor da obra em madeira é a obrigação de que tudo seja desenhado e executado conforme o projeto de arquitetura, refletindo diretamente na sua concepção e impondo ao projetista o correto detalhamento e especificação das soluções construtivas em procedimentos semelhantes aos utilizados nas construções industrializadas.

O rigor executivo necessariamente tem que partir do detalhamento e especificação do projeto, o qual requer uma nova linguagem da prática arquitetônica (...) As dimensões de um elemento de uma ossatura de madeira devem ser perfeitas; pois se menor, esta será condenada, e se maior, dependerá dos serviços para redimensiona-la, com custos extras, para reincorpora-la ao conjunto (Bittencourt, 1995 p.182).

No entanto, isto não significa o enrijecimento da solução arquitetônica, pois o rigor técnico da execução é compensado pela flexibilidade inerente aos sistemas construtivos em madeira, abordada anteriormente.

O detalhe possui várias conotações quanto à sua função na concepção e execução da edificação em madeira, sendo que de modo geral participa ativamente da estética arquitetônica e possibilita verificar a harmonia da construção. É ponto de partida e não resultado da solução de problemas técnicos e construtivos da edificação.

Segundo BITTENCOURT (1995), o detalhe participa da definição do projeto arquitetônico em madeira, sendo uma ferramenta de trabalho na elaboração do projeto; através dele são questionados os pontos críticos, não somente para se responder aos problemas, mas também para tornar a edificação mais “eficiente” do ponto de vista construtivo.

No processo construtivo o detalhe expõe a sua racionalidade e economia, num contexto de variadas técnicas construtivas dos elementos e componentes que caracterizam a edificação em madeira. BITTENCOURT (1995) assinala que nos países com grande tradição em construções em madeira, os detalhes estão incorporados às habilidades dos profissionais nos canteiros de obras, o que permite aos profissionais de projeto uma maior atenção a questões estéticas e relacionadas ao desenvolvimento de novas tecnologias.

BIGNON (1986) ressalta as múltiplas finalidades do detalhe arquitetônico na edificação em madeira:

- **preenche os vazios existentes devidos à desqualificação dos profissionais, à transformação das técnicas e à formação de um novo “saber”**

- **afirma a necessidade do “saber-fazer” no papel (projeto) em função da ausência do “saber-fazer” no canteiro**

- **soluciona os problemas técnicos decorrentes da intervenção de diferentes profissionais**

- **especifica as tarefas do canteiro, evitando que os mesmos serviços e produtos sejam realizados por diferentes profissionais**

Fonte: a partir de BIGNON (1986).

5.3. Sobre a interação entre arquitetura e estrutura

A partir da análise dos quatro princípios básicos para se projetar em madeira, é possível se identificar com clareza que este processo possui diferenças conceituais em relação aos projetos de alvenaria e concreto, ao mesmo tempo em que possui grande similaridade com os procedimentos adotados para se projetar com outros materiais pré-fabricados, como o aço.

Complementando esta abordagem, há um aspecto essencial que permeia o projetar em madeira e que diz respeito à interação entre a concepção arquitetônica e estrutural do projeto.

O tema da relação entre arquitetura e estrutura é abordado por diversos autores e tem sido crescentemente estudado no meio acadêmico, especialmente nas escolas de arquitetura, onde tem se buscado oferecer um maior suporte aos estudantes nas questões da técnica e da tecnologia construtiva das edificações, visando suprir uma deficiência de formação que invariavelmente resulta em grande rejeição da matéria.

A importância do tema decorre do fato de que a estrutura é um componente essencial da arquitetura e contribui decisivamente para o enriquecimento da concepção arquitetônica, conforme se observa em edifícios referenciais construídos ao longo da história (Figura 129).



Figura 129 – Templo de Parthenon na Grécia, onde se observa a presença marcante da estrutura trilitica na concepção arquitetônica. Fonte: WIKIPEDIA (2007).

Embora a concepção estrutural esteja intrinsecamente ligada à execução da edificação, pode-se afirmar que o aspecto mais significativa da estrutura seja a sua contribuição para a forma arquitetônica. Da mesma forma, torna-se difícil dissociar a arquitetura da estrutura. Nas palavras de STROETER (1986):

Também a arquitetura possui estrutura. Tanto isso é verdade que, no linguajar dos que trabalham com computadores, por exemplo, constantemente faz-se referência à “arquitetura da máquina”, expressão que está no lugar de “estrutura interna do computador”. Arquitetura e estrutura aparecem freqüentemente como sinônimos. Ao dizer que “arquitetura é música congelada”, Friedrich von Schelling provavelmente pretendeu fazer uma comparação entre o que há de estrutural na arquitetura, representado pelo sistema físico que é o suporte do edifício, e a sua equivalência na música, representada por melodia, harmonia, timbre e ritmo (Stroeter, 1986 p.61-62).

Do ponto de vista estritamente técnico, a estrutura é definida a partir de qualquer elemento estrutural que suporta cargas além do seu peso próprio, e a estrutura em arquitetura é considerada como o conjunto de partes da edificação capaz de absorver esforços e transmitir cargas preservando a sua estabilidade, segurança e integridade.

Segundo WILSON (1971), o edifício é uma realização onde o arquiteto confronta as leis da estrutura com as leis da gravidade, sendo que devido a possibilidade de ação das cargas chamadas acidentais, cerca de 70% da resistência deste edifício é conferida a forças que talvez nunca lhe sejam aplicadas, ou se ocorrerem afetarão a construção por um curto período.

As soluções estruturais consideradas ideais são aquelas em que um mínimo de material é utilizado para se obter o máximo de resultados, num princípio chamado de otimização da estrutura.

No entanto, há um enfoque mais apurado que colocar a concepção estrutural como um elemento estratégico para a valorização da proposta arquitetônica, conforme CHARLESON (2005):

(...) estrutura é vertical, horizontal, ou uma combinação dos dois, onde o projetista pode intencionalmente reforçar ou realizar idéias. Neste contexto, colunas, paredes e vigas podem atender a conceitos de frequência, padrão, simplicidade, regularidade, e complexidade. Desta forma, a estrutura pode ser utilizada para definir espaços, criar unidades, articular circulações, sugerir movimentos ou desenvolver composições e modulações. Assim sendo, ela se torna intrinsecamente ligada aos variados elementos que criam a arquitetura, sua qualidade e excitação (Charleson, citando Clark, 2005 p.1).

Este enfoque é pouco observado pelos arquitetos, de modo que no processo de determinação da forma arquitetônica, geralmente variados aspectos como a adequação ao programa de necessidades e ao sítio são valorizados em detrimento da concepção estrutural.

A estrutura é o mais forte e poderoso elemento da forma, tanto que se esta não é considerada na longa lista de decisões que determinam a forma, acaba por distorcer ou modificar todos os outros determinantes do edifício (...) A estrutura direciona todos os outros aspectos do design. (Charleson, citando Erickson, 2005 p.21).

SALVATORI (1975) contrapõe esta visão ao salientar que uma correta concepção estrutural não necessariamente irá ditar a concepção arquitetônica, pois no caso do templo de Parthenon há uma incoerência estrutural que não inviabiliza aquele notável exemplar da arquitetura grega clássica: o sistema trilitico utiliza elementos horizontais de pedra, ou seja, vigas, que estão sujeitas a esforços de tração, e a pedra somente suporta esforços de compressão. Em sua função de viga esta só atende a pequenos vãos e deve ser suportada por pesados elementos verticais, como as colunatas do templo.

Este descompasso entre o material e sua função estrutural, que também resultam em uma obra arquitetônica, é plenamente superado na catedral gótica, onde, assim como na arquitetura do império romano, a pedra e demais elementos monolíticos trabalham na forma de arcos, portanto à compressão.

CHARLESON (2005) identifica três categorias de relação entre as formas arquitetônica e estrutural, com identificação dos respectivos sistemas estruturais que as exemplificam, de acordo com o exposto na Tabela 17:

TABELA 17 - Categorias de relação entre as formas arquitetônica e estrutural.	
Categoria	Exemplos de sistemas estruturais
SÍNTESE (a estrutura define a forma arquitetônica, e parcialmente as funções do edifício)	<ul style="list-style-type: none"> - estruturas em concha, consideradas a mais pura síntese entre arquitetura e estrutura; - estruturas em membrana ou tensionadas; - catenárias ou com vigas suspensas; - estruturas arqueadas e em pórticos; - estruturas nervuradas e em paredes portantes.
CONSONÂNCIA (a relação entre arquitetura e estrutura é discreta e relativamente integrada)	<ul style="list-style-type: none"> -diversos sistemas estruturais coexistem na mesma forma arquitetônica; - sistemas estruturais com materiais contrastantes; - sistemas sem hierarquia estrutural.
CONTRASTE (elementos da arquitetura como a geometria, materialidade, escala e textura se justapõem e a contrastam com a estrutura)	<ul style="list-style-type: none"> - sistemas construtivos apresentam falta de similaridade em sua geometria; - sistemas onde assimilação inicial da forma arquitetônica é radicalmente modificada com a visão do todo (“ elementos de surpresa”); - formas estruturais contrastantes bem concebidas resultam em inovativa e interessante arquitetura.

Fonte: a partir de CHARLESON (2005).

Na sua obra, CHARLESON (2005) também discorre sobre as diferentes contribuições da estrutura para aspectos da arquitetura, tais como elementos estruturais expostos nas fachadas (através de modulação, textura, efeitos de filtro e tela, grelhas e outros), organização espacial, função do edifício, articulação das circulações, exposição de estruturas internas, composição arquitetônica com detalhes estruturais, relação entre a estrutura e a luz na edificação, além da representação e do simbolismo da estrutura na arquitetura.

A estrutura não é um elemento neutro da arquitetura. Influencia o espaço à sua volta e sua presença intensa convida à leitura e análise arquitetônicas. Os arquitetos deveriam permitir que suas idéias de desenho pudessem “conduzir” o design estrutural. Deveriam considerar as estruturas como elementos arquitetônicos, começando com sua forma e layout para depois avivarem o seu design através do detalhamento estrutural. O “êxito” arquitetural de qualquer estrutura deveria ser mensurado pelo quanto que ela realiza como um conceito de design, ou em outras palavras, como ela enriquece o design. (...) A percepção da estrutura cria mais oportunidades do que restrições. Esta atitude positiva destaca a estrutura da prática convencional e dos pilares da exequibilidade e economia, liberando-a para desempenhar papéis funcionais e estéticos mais substanciais na arquitetura (Charleson, 2005 p.208).

Sobre os conceitos apresentados repousa grande parte do entendimento a respeito da concepção e execução da edificação de madeira; em verdade, aos quatro princípios básicos apresentados por BIGNON (1986) soma-se com intensidade esta estreita relação entre arquitetura e estrutura.

O primeiro princípio apresentado, da dissociação entre estrutura e vedações já aponta para a importância da solução estrutural na composição arquitetônica em madeira: a separação das partes da edificação evidencia cada uma delas e obriga o projetista a abordá-las com atenção, percebendo, além disso, que a estrutura do edifício é determinante sobre as demais partes.

O princípio da flexibilidade da obra em madeira também se apóia incontestavelmente sobre a sua concepção estrutural: a estrutura é o suporte para as adaptações e evoluções do processo construtivo, servindo quase sempre de guia para as transformações que serão processadas.

Quanto ao rigor construtivo e ao detalhe, também são conduzidos pela visão “estrutural” da concepção arquitetônica em madeira. De forma generalizada, em uma obra de madeira prevalecem os detalhes estruturais, que inclusive a enriquecem e a destacam, contrapondo-a de forma positiva em relação a obras executadas com outros materiais.

Ao contrário do projeto em alvenaria e concreto, onde o peso da concepção estrutural pode ser diluído na sua própria materialidade, ou seja, a arquitetura “camufla” a estrutura, no projeto em madeira ocorre o inverso. Na grande maioria das técnicas construtivas observadas, a exposição da madeira enquanto elemento estrutural é intensa, impondo ao projetista a resolução da relação entre a arquitetura e a estrutura.

Um exemplo clássico desta relação está estampado na obra do Clube Naval de Brasília, onde o arquiteto Sérgio Bernardes, um dos mais ilustres representantes da arquitetura moderna brasileira, propôs uma concepção inovadora com estrutura de madeira ainda no início dos anos de 1970.

Ao se analisar esta obra, pode-se identificar claramente como esta foi delineada a partir de uma proposição estrutural que se integrou à intenção plástica do arquiteto. Desde a representação gráfica do projeto de arquitetura que informa modulação estrutural, vãos e bitolas de peças, até o desenho da estrutura que expressa o conceito de horizontalidade pretendido pelo arquiteto para integrar o edifício à paisagem, observa-se uma grande simbiose que caracteriza as obras referenciais em madeira (Figura 130).



Figura 130 – Vistas interna e externa do Clube Naval de Brasília, onde a estrutura de madeira define espaços, confere imponência e contribui para integrar a obra arquitetônica à paisagem do lago. Fonte: MELLO (2005).

5.4. Estudo comparativo entre duas edificações de madeira

A seguir é apresentado um estudo comparativo entre duas obras de madeira executadas em períodos distintos na capital federal. O objetivo deste estudo é o de analisar as duas obras sob o ponto de vista do atendimento às especificidades do projeto e da obra em madeira descritas nos itens anteriores, observando-se a dissociação entre estrutura e vedações, aspectos da técnica empregada e sua flexibilidade/evolutividade, as implicações do rigor construtivo, a importância do detalhe e a interação entre a concepção arquitetônica e estrutural.

A ficha técnica das obras encontra-se descrita a seguir:

OBRA 1 – Centro de Visitantes do Jardim Botânico de Brasília

Local: Brasília – DF

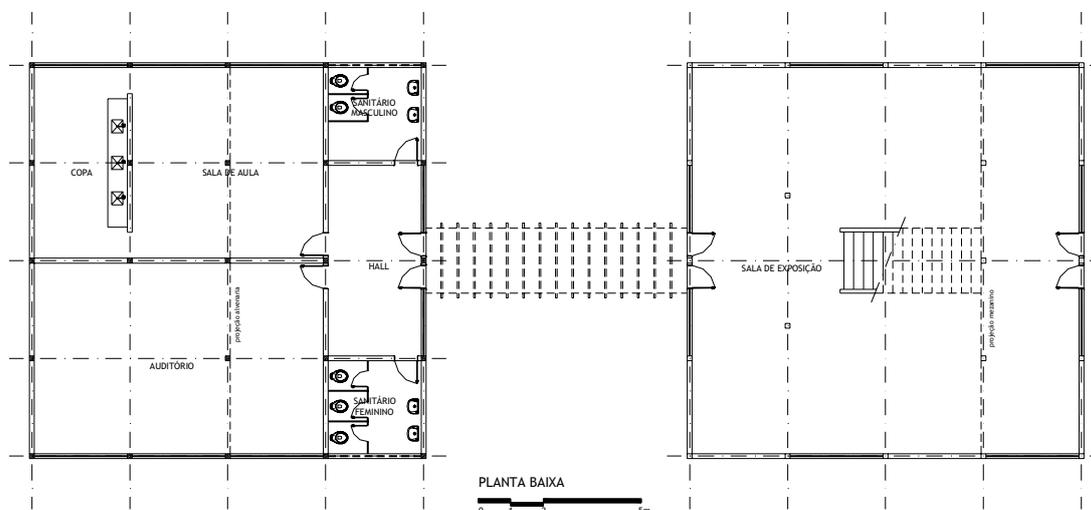
Data de construção: 1984

Área construída: 288,00m²

Sistema estrutural / construtivo: misto com gaiola de madeira e treliça metálica, vedações em alvenaria; modulação estrutural de 3,00 x 3,00m

Estrutura: pilares e vigas de 15x15cm em madeira tropical serrada

Planta baixa: dois blocos de 12,00 x 12,00m cada, interligados por pergolado, com mezaninos em tábua de madeira, acessados por escadas de madeira e metal.



OBRA 2 – Centro Nacional de Apoio ao Manejo Florestal (CENAFLOR)

Local: Brasília – DF

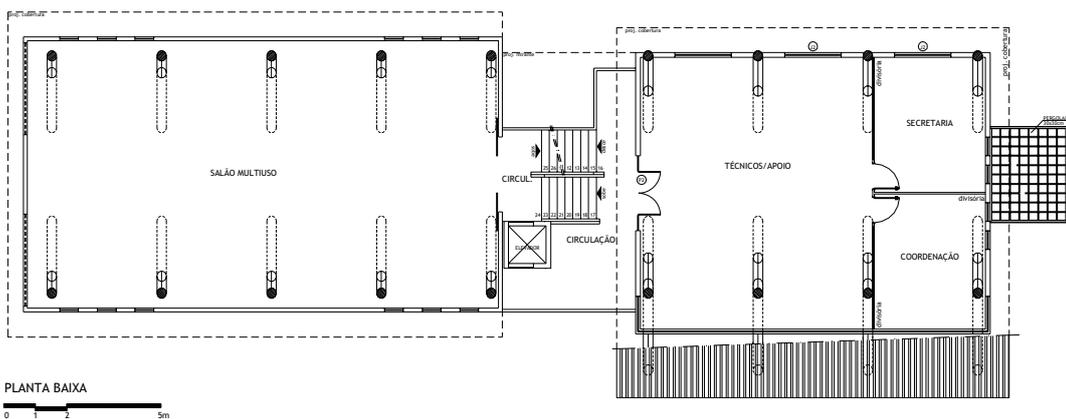
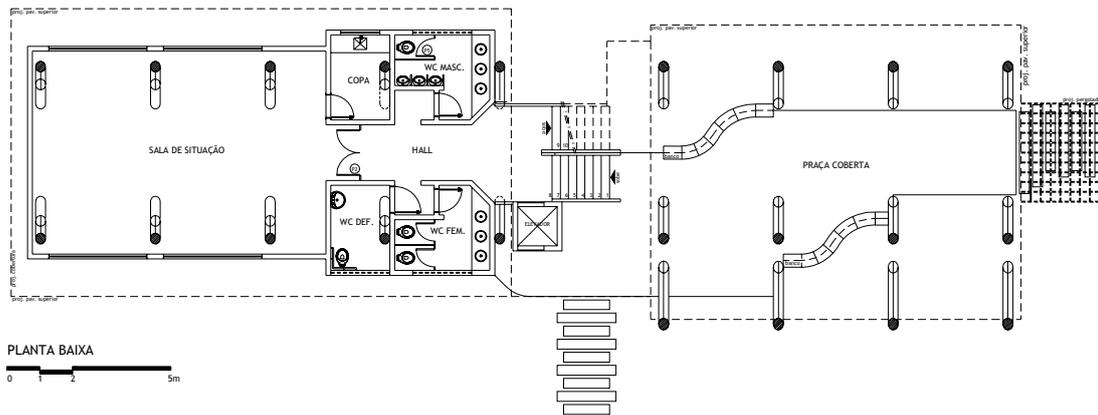
Data de construção: 2006

Área construída: 446,96m²

Sistema estrutural / construtivo: pilar-viga em madeira roliça, vedações em alvenaria e madeira; modulação estrutural de 3,50 x 3,50m

Estrutura: pilares e vigas de Ø 25 a 30cm em eucalipto roliço autoclavado

Plantas baixas: dois blocos com comprimento de 10,50m e 14,00m, em quatro níveis de pavimentos, sendo dois pavimentos em alvenaria e dois em madeira, todos apoiados sobre estrutura em vigas-duplas e pilares inclinados



O primeiro princípio relativo à concepção e execução da obra em madeira, de dissociação entre as partes do edifício (estrutura e vedações), é observado nas duas edificações, ainda que com abordagens diferenciadas.

No Centro de Visitantes do Jardim Botânico, as fachadas apresentam o sistema construtivo conhecido como gaiola de madeira, onde a estrutura se articula em várias direções e as vedações completam o vazio entre as peças estruturais, numa clara derivação do sistema enxaimel (Figura 131).



Figura 131 – Vistas externas do Centro de Visitantes do Jardim Botânico de Brasília, destacando o sistema construtivo em gaiola de madeira. Fonte: MELLO (2007).

A obra do CENAFLOR atende ao mesmo princípio com uma solução estrutural diferenciada, definida em um sistema pilar-viga em madeira roliça sobre o qual se apóiam os blocos de alvenaria e madeira (Figura 132).



Figura 132 – Vistas externas do CENAFLOR, com as “caixas” de alvenaria e madeira apoiadas sobre a estrutura de madeira roliça. Fonte: MELLO (2007).

Em relação ao segundo princípio avaliado, da técnica flexível e evolutiva, as duas edificações apresentam diferentes abordagens, que não necessariamente atendem a este preceito.

No Centro de Visitantes, o sistema da gaiola de madeira limita as possibilidades de expansão e mesmo de adaptação do edifício a novas necessidades. Trata-se de uma solução compartimentada, portanto definida pela modulação rígida expressa na fachada, com pilares a cada 3,00m em todas as direções, não atendendo a necessidade de se vencer vãos maiores. Como exemplo, no bloco destinado ao salão de exposições, o vão livre é vencido por estruturas treliçadas metálicas, que sugerem uma adaptação ao sistema estrutural em madeira (Figura 133).



Figura 133 – A presença da estrutura treliçada metálica demonstra a limitação do sistema construtivo em relação à necessidade de grandes vãos livres. Fonte: MELLO (2007).

Afora considerações estéticas sobre o sistema misto resultante, cabe considerar que a solução da gaiola de madeira é estruturalmente inadequada para a edificação, não apresenta flexibilidade e limita sua evolução e expansão.

O seu aspecto externo marcante, que exalta a presença da madeira e os panos de alvenaria, sinaliza para um sistema construtivo “de fachada”, que não corresponde ao que ocorre no seu interior. A favor da proposta ali apresentada, esta pode ser interpretada como uma contribuição do arquiteto à evolução da gaiola de madeira oriunda da arquitetura colonial brasileira.

A edificação do CENAFLOR apresenta algumas vantagens com relação à sua flexibilidade e evolução. A presença da modulação estrutural em uma direção orienta o crescimento do edifício, num raciocínio semelhante à estrutura em pórticos (Figura 134).

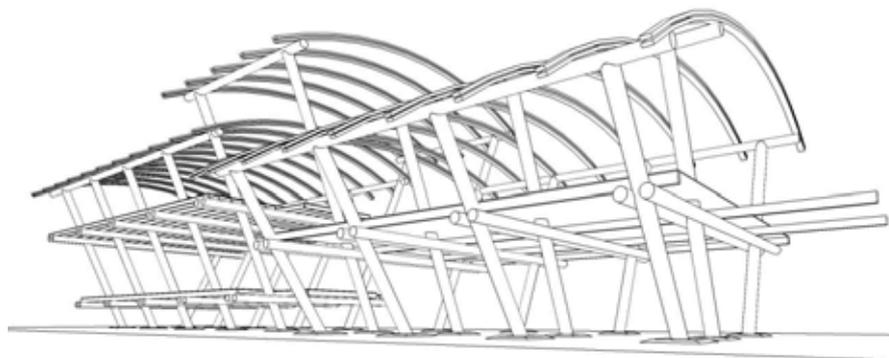


Figura 134 – Perspectiva estrutural do CENAFLOR, apresentando o sentido de orientação da estrutura principal em madeira roliça e a possibilidade de expansão em “pórticos” com pavimentos em diferentes níveis. Fonte: MELLO (2007).

Do ponto de vista da evolução do sistema construtivo, ele rompe com o conceito da obra com “aspecto de madeira”, uma vez que a estrutura se apresenta como suporte dos pavimentos e os elementos verticais aparecem e desaparecem nas fachadas sem estarem amarrados a ela (Figura 135).



Figura 135 – O sistema estrutural se apresenta de forma diversificada nas fachadas, sugerindo ou expondo a solução construtiva do CENAFLOR. Fonte: MELLO (2006).

O terceiro princípio avaliado, sobre o rigor construtivo, é parcialmente atendido nas edificações, tendo em vista que a falta de tradição na construção em madeira cria dificuldades de execução da obra, que acabam sendo minimizadas com adaptações nem sempre feitas com qualidade.

O Centro de Visitantes do Jardim Botânico tem em seu sistema construtivo predominante, a gaiola de madeira, uma exigência de rigor muito grande devida aos numerosos encaixes entre pilares e vigas (Figura 136). De modo geral, foi uma obra relativamente bem executada, embora apresentando situações de falta de precisão nos encontros de peças de madeira.



Figura 136 – Detalhe do encontro do pilar com peças do corrimão e passagem de tubulação sob o mezanino: o emprego do enxerto (“bacalhau”) demonstra a falta de observação do rigor exigido pela obra em madeira, que induz ao uso de soluções simplistas, resultando na desvalorização do edifício. Fonte: MELLO (2007).

Na edificação do CENAFLOR a exigência do rigor foi responsável por algumas adaptações no decorrer de sua execução. Um exemplo importante foi a substituição de trecho da parede de tábuas em escama por parede em alvenaria, conforme ilustra a Figura 137. Ali, devido à grande interferência de elementos estruturais não observada no projeto, e que exigiria muita precisão na execução do trecho de vedação idealizado, optou-se pela alteração.



Figura 137 – O rigor da execução em madeira determinou esta alteração: o trecho de vedação, inicialmente projetado em madeira, foi executado em alvenaria, que não exige tanta precisão e se “molda” no espaço disponível. Fonte: MELLO (2006).

Na avaliação do quarto princípio, do detalhe, este é considerado fundamental na concepção arquitetônica em madeira, sendo quase sempre estrutural ou construtivo e raramente sendo empregado apenas para acabamento. As duas edificações apresentam diferentes níveis de soluções ou mesmo falta de soluções adequadas pela ausência do detalhamento.

O Centro de Visitantes apresenta um problema recorrente na ligação entre estrutura e vedações, certamente devido à falta de detalhamento da solução construtiva: a inexistência de amarração entre as partes (Figura 138). O princípio de dissociação entre estrutura e vedações torna obrigatório o detalhamento deste encontro, sob pena de comprometimento da estética e segurança do edifício. Isto também decorre da falta de tradição da construção em madeira, ou seja, ao se empregar mão-de-obra qualificada, torna-se este detalhe uma desnecessária informação do projeto arquitetônico.



Figura 138 – Falta de detalhamento para soluções de amarração entre estrutura e vedações e de passagem de tubulações compromete e desvaloriza a edificação de madeira; no Centro de Visitantes as frestas permitem que a poeira e a água das chuvas invada os ambientes internos causando transtornos. Fonte: MELLO (2007).

No CENAFLOR o detalhe é percebido na composição estrutural, onde o desenho da estrutura se torna um detalhe também arquitetônico no contexto do edifício (Figura 139). Observa-se um trabalho conjunto entre arquiteto e engenheiro de estruturas, onde as possibilidades de composição são direcionadas pelo atendimento aos requisitos da obra arquitetônica e do sistema estrutural em madeira.



Figura 139 – Detalhe da estrutura de cobertura em arcos de madeira no CENAFLOR: o desenho resultante das exigências estruturais pode e deve ser explorado como um componente da estética arquitetônica. Fonte: MELLO (2006).

O último princípio avaliado no estudo comparativo das duas edificações de madeira diz respeito à relação entre as concepções arquitetônica e estrutural e o seu resultado nas obras construídas.

Os dois edifícios trazem estampadas em suas fachadas as soluções estruturais adotadas, embora com graus diferentes de fidelidade a este princípio. Internamente, também se observa a presença da estrutura, sendo que no caso do Centro de Visitantes, esta sofre adaptações que alteram o conceito original e resultam em uma solução estrutural mista.

A edificação do Centro de Visitantes expõe com grande vitalidade a estrutura de madeira maciça tropical e esteticamente remete à nossa arquitetura colonial, que ainda hoje causa grande repercussão nas cidades históricas de Minas Gerais e Goiás, mesmo sendo reproduzida como fachada.

A contemplação de sua arquitetura é também a observação de sua estrutura, demonstrando a inerência destes dois aspectos no edifício concebido e construído em madeira (Figura 140).



Figura 140 – Vistas do Centro de Visitantes, destacando a presença da estrutura de madeira na composição arquitetônica. Fonte: MELLO (2007).

No edifício destinado ao CENAFLOR a sua concepção traduz a estreita relação entre arquitetura e estrutura, de forma que se torna difícil definir onde começa uma e acaba a outra. Representa uma simbiose que resulta da necessidade de se expor a solução estrutural e buscar a sua contribuição para a composição arquitetônica.

As soluções ali encontradas são fruto de inúmeras experiências com sistemas estruturais em eucalipto roliço e de um desafio: conceber a desejada obra em alvenaria, que vai de encontro ao senso comum avesso à obra em madeira, mas suportada por uma estrutura de madeira. Coroando o conjunto, a parte do edifício totalmente em madeira, onde se pode perceber a qualidade do ambiente e verificar a sua exeqüibilidade (Figura 141).

Com a sua realização, buscou-se a atender aos conceitos que norteiam a obra em madeira, numa composição arrojada que pretende unir arquitetura e estrutura com, dentre outras finalidades, a de expor e promover as potencialidades da madeira enquanto material construtivo.



Figura 141 – Vistas externa e interna do CENAFLOR, onde se observa a integração entre arquitetura e estrutura que caracteriza e distingue as obras em madeira. Fonte: MELLO (2006).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A amplitude do tema da concepção e execução da edificação em madeira é inquestionável, proporcionando diferentes abordagens como a apresentada nesta dissertação.

Uma característica marcante dos temas relacionados à construção civil e que reflete exatamente o fato desta ser considerada uma das atividades econômicas que engloba o maior número de atividades, materiais e tecnologias, é justamente a sua diversidade e complexidade.

Não é diferente no caso da madeira: a sua trajetória como material construtivo remonta a mais de dois séculos de existência, e os desdobramentos do desenvolvimento tecnológico sobre o material são os mais variados possíveis, tornando a abordagem sobre o seu uso nos canteiros de obras cada vez mais sofisticada e detalhista.

Pretendeu-se nesta dissertação estabelecer uma ponte entre o amplo conhecimento produzido pelos países com tradição em madeira e a realidade do Brasil, onde o tema caminha a passos lentos, não obstante o imenso potencial aqui existente para o desenvolvimento de tecnologias tanto na produção quanto no uso racional do recurso florestal.

A bibliografia existente é um fator limitante para se abordar o tema sob o ponto de vista da realidade nacional, pois embora a nossa literatura técnica seja farta nos trabalhos que enfocam as propriedades físicas e mecânicas da madeira, ela praticamente inexistente em relação à madeira e a construção, os requisitos de projeto e concepção dos edifícios.

Desta forma, grande parte dos fundamentos teóricos referentes à concepção e execução de obras em madeira é extraída da literatura técnica internacional e adaptada à realidade brasileira, o que representa uma grande barreira à familiarização com o tema por parte dos profissionais. Resulta daí que, embora muitas vezes atuando na área de construção em madeira, estes profissionais não possuem o conhecimento satisfatório do material.

Este trabalho está direcionado aos profissionais de projeto, englobando arquitetos e projetistas, embora também possa ser avaliado por outros profissionais da construção. Este foco se justifica pela convicção do poder de transformação que o projeto de arquitetura possui em relação à obra construída, ou seja, uma vez que o tema do projeto e da obra em madeira seja debatido e estudado por estes profissionais, maiores as chances de contribuição para o uso racional e arrojado da madeira na construção civil.

Partindo do princípio da existência de especificidades referentes à concepção e execução da obra em madeira, se procurou identificar e analisar as conseqüências da sua adoção, e qual a sua contribuição positiva para o aprimoramento do projeto de arquitetura em madeira.

De modo sintético estes princípios podem colocados como diretrizes para se projetar em madeira atendendo aos aspectos que diferenciam a obra de madeira das obras executadas com outros materiais, e estão assim definidos:

- Dissociação entre estrutura, fechamentos (vedações) e paramentos (acabamentos) – princípio técnico básico de abordagem obrigatória na concepção arquitetônica, demandando a concepção e o detalhamento de fechamentos e paramentos, o que exige maior conhecimento sobre o material;
- Técnica flexível e evolutiva – a concepção arquitetônica não necessariamente deverá resultar em obra com “aspecto de madeira”: com um “sistema aberto”, a edificação em madeira permite diferentes composições com diferentes materiais que resultam no desenvolvimento de novas tecnologias; quanto à evolução a concepção arquitetônica deverá ponderar sobre a capacidade de expansão da proposta;
- Rigor construtivo – aspecto característico da construção em peças, deve ser considerado nas tomadas de decisões sobre soluções estruturais e construtivas que compõem a proposta arquitetônica;
- Detalhe – componente essencial da obra em madeira que interfere na solução de arquitetura na forma de detalhe estrutural ou

construtivo, sua abordagem inicial resulta em ganhos para a estética arquitetônica e para o processo construtivo;

- Interface entre arquitetura e estrutura - aspecto determinante e característico da obra em madeira, obriga a abordagem simultânea da solução estrutural com o projeto de arquitetura e exige conhecimento prévio do comportamento dos sistemas estruturais em geral; pode e deve ser atendido em trabalho conjunto com profissionais de cálculo de estruturas e da construção em madeira.

Este trabalho oferece subsídios para o estabelecimento de procedimentos de projeto por parte dos profissionais interessados no aprofundamento no rico tema da construção em madeira, que assim estarão aptos a contribuir para uma maior divulgação de suas potencialidades e para um maior aprimoramento deste setor em nosso país.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIMCI – Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente. **Panorama da indústria florestal e de madeira no Brasil.** Conteúdo: Formação da entidade, importância da sustentabilidade ambiental, adequação às normas internacionais e novos mercados. Disponível em: <http://www.abimci.com.br/noticias/noticias2006.html>. Acesso em: 18 abr. 2007.

AF&PA – American Forest & Paper Association. **Green Building Fact Sheet.** Wood and the greening of commercial and residential buildings. Washington: AF&PA, 2000. (Technical Publication)

ALVES, Marcus Vinícius da Silva; MENDES, Alfredo de Souza. **Biodegradação e Preservação da Madeira.** Brasília: LPF/IBAMA, 2002 (Apostila do programa Brasil Joga Limpo).

ATHENA. Sustainable Materials Institute. **Improving environmental performance in the building industry.** Merrickville: Athena, 1998.

BIGNON, J.C. **La maison à ossature bois – Une nouvelle pratique architecturale.** Nancy, Laboratoire Construction – École d'Architecture, 1986.

BITTENCOURT, Rosa Maria. **Concepção Arquitetônica da Habitação em Madeira.** 1995. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

BODIG, Jozsef & JAYNE, Benjamim A. **Mechanics of Wood and Wood Composites.** USA: New York. Ed. Van Nostrand Reinhold Company, 1982.

BORGES, Adélia. **Retorno à cena civil.** Jornal Gazeta Mercantil. São Paulo: Gazeta Mercantil, 2002. (Artigo)

BRITANNICA – Encyclopaedia Britannica. **Wood sensory characteristics.** Conteúdo: Introduction, Production and consumption of wood, Harvesting of wood, Utilization of wood, Wood as a material, Structure and composition, Properties of wood, Bark and bark products, Additional reading. Disponível em: <http://www.Britannica.com/article-21636/wood>. Acesso em: 26 mar. 2007.

BRITISH COLUMBIA. Ministry of Forests. **Sustainable Forest Management in British Columbia.** Victoria: FOR, 2004.

CALIL JR, Carlito; LAHR, Francisco Antônio Rocco; DIAS, Antônio Alves. **Dimensionamento de Elementos Estruturais de Madeira.** Barueri, SP: Editora Manole, 2003.

CANPLY – Canadian Plywood Association. **Plywood Design Fundamentals.** Vancouver: CANPLY, 1999. (Technical Publication)

CASEMA INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA. **Manual de construção.** Bom Jesus dos Perdões, s.d 32p.

CARVALHO, Benjamim de A. **Arquitetura no tempo e no espaço.** Rio de Janeiro, Livraria Freitas Bastos S.A., 1968.

CÉSAR, Sandro Fábio; PLETZ, Everaldo. Recomendações para estruturas de madeira. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 2, 1986, São Carlos. **Anais.** São Carlos, USP/EESC/SET/LaMEM, 1986. v.4, p.33-52.

CHARLESON, Andrew W. **Structure as architecture.** Burlington, Ed. Elsevier, 2005.

CWC – Canadian Wood Council. **Environmental effects of building materials.** Wood the renewable resource. Ottawa: CWC, 1995.

_____. **Four Storey Buildings.** Ottawa: CWC, 1999.

_____. **Green by design: renewable, durable, sustainable wood.** Ottawa: CWC, 2000.

_____. **Life cycle analysis for residential buildings.** A Case Study. Ottawa: CWC, 1999.

_____. **Managing Moisture and Wood.** Ottawa: CWC, n2004. (Building Performance Series N°6)

_____. **Wood-Frame Housing – A North American Marvel.** Ottawa: CWC, 2002. (Building Performance Series N°4)

DW-WORLD. **Baixa tecnologia alemã contra terremotos.** Europa&Mundo. Conteúdo: Técnica atual do enxaimel, detalhes construtivos. Disponível em: <http://www.dw-world.de/dw/article/0,2144,1744884,00.html>. Acesso em: 18 abr. 2007.

FERNÁNDEZ-VILLEGAS, Francisco Robles; ECHENIQUE-MANRIQUE, Ramón. **Estructuras de madera.** México: Editorial Limusa S.A., 1983.

FOREST PRODUCTS LABORATORY. **Wood handbook: wood as an engineering material.** Washington, Agriculture Handbook, n. 72, 1987.

FORINTEK. **Wood Opportunities in Non-Residential Buildings.** A Roadmap for the Wood Products Industry. Vancouver: UBC/FORINTEK CANADA CORP., 2003. (Special Publication NO.SP – 46)

FPAC – Forest Products Association of Canada. **Forest products and practices: The Canadian Difference.** Ottawa: FPAC, 2002. (Technical Publication)

GBI – Green Building Initiative. **Bringing green to the mainstream.** USA: THEGBI, 2006. (Technical Publication)

GOTZ, Karl-Heinz; HOOR, Dietr; MÖHLER, Karl; NATTERER, Julius. **Construire en bois** – choisir, concevoir, réaliser. Paris: Editions du Moniteur, 1983.

GRAEFF, Edgar Albuquerque. **Edifício**. Cadernos Brasileiros de Arquitetura. São Paulo, Projeto Editores Associados Ltda, 1986.

HELLMEISTER, João César. Madeiras e suas características. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 1, 1983, São Carlos. **Anais**. São Carlos, USP/EESC/SET/LaMEM, 1983. v.1, p.1-37.

_____. **Sobre a determinação das características físicas da madeira**. São Carlos: USP/EESC/SET/LaMEM, 1982 (Apostila de aula).

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Arquivo fotográfico**. Brasília, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL. **Madeiras da Amazônia: características e utilização: Floresta Nacional do Tapajós**. Amazonian timbers: characteristics and utilization: Tapajós National Forest. Brasília: CNPq, 1981. Vol. I.

_____. **Madeiras da Amazônia: características e utilização: Estação Experimental de Curuá - Una**. Amazonian timbers: characteristics and utilization: Curuá – Una Experimental Forest Station. Brasília: IBDF, 1988. Vol. II.

_____. **Madeiras da Amazônia: características e utilização: Amazônia Oriental**. Brasília: IBDF, 1997. Vol. III.

INO, Akemi. Habitação japonesa de madeira I: sistema construtivo usual. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 2, 1986, São Carlos. **Anais**. São Carlos, USP/EESC/SET/LaMEM, 1986. v.5, p.70-100.

_____ . Classificação de sistemas construtivos em madeira, alguns exemplos de construção de madeira para habitação no Brasil. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 4, 1992, São Carlos. **Anais**. São Carlos, USP/EESC/SET/LaMEM, 1992. v.5, p.13-28.

_____ ; SHIMBO, Ioshiaqui. Construções de edificações em madeira de eucalipto: experiências desenvolvidas. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 6, 1998, Florianópolis. **Anais**. Florianópolis, UFSC, 1998. v.4, p.249-257.

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Cobertura com estrutura de madeira e telhados com telhas cerâmicas**. Manual de execução. São Paulo, IPT, 1988.

_____ . **Madeira: Uso Sustentável na Construção Civil**. São Paulo, Sinduscon - SP, 2003.

JUNTA DEL ACORDO DE CARTAGENA. **Manual de diseño para maderas Del grupo andino**. Lima, PADT-REFORT, 1984.

LACITEMA. **Manual para diseño de estructuras de madera**. Seccion 2. Xalapa, Editorial Ortiz, 1991.

LAHR, Francisco Antônio Rocco. Aspectos históricos do emprego das estruturas de madeira para coberturas. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 1, 1983, São Carlos. **Anais**. São Carlos, USP/EESC/SET/LaMEM, 1983. v.4, p.1-16.

LIGNUM – UNION SUISSE EN FAVEUR DU BOIS. **Construction à ossature en planches**. Berne, PI BOIS, 1989.

_____ . **Constructions en bois: réalisations récentes en Suisse**. Lausanne, Editions André Delcourt & Cie, 1986.

_____ . **Dessin de construction en bois**. Berne, PI BOIS, 1988.

MELLO, Roberto Lecomte de. **Arquivo fotográfico**. Brasília, 1998-2006.

_____. Eucalyptus structural poles for medium cost houses in central Brazil In: World Conference on Timber Engineering, 9, 2006, Portland. **Proceedings of World Conference on Timber Engineering**, 2006.

_____. A arquitetura em Madeira de Sérgio Bernardes: Clube Naval de Brasília In: Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira, 10, 2006, São Pedro. **Anais**. São Pedro, CEVEMAD/UNESP/IBRAMEM, 2006. 1 CD-ROM.

_____ ; _____. Estruturas de madeira no edifício-sede do Centro Nacional de Apoio ao Manejo Florestal (CENAFLO) In: Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira, 10, 2006, São Pedro. **Anais**. São Pedro, CEVEMAD/UNESP/IBRAMEM, 2006. 1 CD-ROM.

_____ ; _____. Technical and economical viability study of low cost wooden house in Brazil In: World Conference on Timber Engineering, 9, 2006, Portland. **Proceedings of World Conference on Timber Engineering**, 2006.

_____ ; _____. Wood Pavillion: World Conference on Timber Engineering, 8, 2004, Lahti. **Proceedings of World Conference on Timber Engineering**, 2004.

_____ ; _____ ; ALVAREZ, Cristina Engel de. Use of wood from the national forests to build regional offices of IBAMA – Brazil In: World Conference on Timber Engineering, 6, 2000, Whistler. **Proceedings of World Conference on Timber Engineering**, 2000.

MELO, Júlio Eustáquio de. **Madeira: características e aplicações**. Brasília: LPF/IBAMA, 2002 (Apostila do programa Brasil Joga Limpo).

_____. **Sistemas Estruturais em madeira**. Brasília: Unb/FAU/TEC, 2004 (Apostila de aula).

_____ ; VALLE, Ivan Manoel Resende do; MELLO, Roberto Lecomte de; SOUZA, Mário Rabelo de. **Habitação popular em madeira**. Brasília: LPF, 2002.

MINISTÉRIO DO INTERIOR. **Dez alternativas tecnológicas para habitação.** Brasília: PNUD – Projeto BRA 85/005, 1989. 375p.

MITRAUD, Sylvia (coord). **Uso Recreativo no Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha:** um exemplo de planejamento e implementação. Brasília: WWF Brasil, vol.8, 2001.

MOURA, Jorge D. Melo. Determinantes para elaboração do projeto arquitetônico em madeira de baixa densidade. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 4, 1992, São Carlos. **Anais.** São Carlos, USP/EESC/SET/LaMEM, 1983. v.2, p.195-204.

OSU – Oregon State University. **Focus on Forestry.** College of Forestry. Corvallis: OSU, 2006. (Magazine)

PROFILE. **Living in wooden houses.** Porvoo: STORAENSO, 2004. (Stora Enso Timber Magazine)

PUUINFO. **Modern wooden town project.** Conteúdo: Building with Wood, Living with Wood, Wood Products, Sustainable Development. Disponível em: <http://www.puuinfo.fi/index.php?vr=912&mainmenu=1&anonymous=english>. Acesso em: 14 mai. 2007.

REMADE. **A expansão madeireira na Amazônia.** Revista da Madeira. Curitiba: Lettech Editora, n.98, p.5-7, 2006.

_____. **Respeito às normas valoriza a madeira.** Revista da Madeira. Curitiba: Lettech Editora, n.101, p.10-11, 2007.

SALVADORI, Mário; HELLER, Robert.. **Structure in Architecture.** Englewood cliffs: Prentice Hall, N.J., 1975.

SERAPIÃO, Fernando. **Paralelos (e transversais) na história da casa paulista**. Debate. Conteúdo: Casas de taipa, descrição da técnica, características das casas, Casas rurais nos limites da cidade, casas bandeiristas, Pombalino caipira e o açúcar, sobrados pombalinos, fim do período da taipa de pilão. Disponível em: <http://www.arcoweb.com.br/debate/debate62a.asp>. Acesso em: 23 mai. 2007.

SOUZA, Maria Helena. **Madeiras tropicais brasileiras**. Brasília: IBAMA – DPq – LPF, 1997. 152p.

SOUZA, Mário Rabelo de; TEIXEIRA, Divino Eterno. **Compostos à base de madeira**. Brasília: LPF/IBAMA, 2002 (Apostila do programa Brasil Joga Limpo).

STROETER, João Rodolfo. **Arquitetura & Teorias**. São Paulo: Ed. Nobel, 1986.

VOLKMER, José Albano. **Memória cultural e o patrimônio intangível**. Vitruvius – Portal de Arquitetura. Conteúdo do site: Arquitectos; Arquitetura Crítica; Minha Cidade; Documento; Institucional; Livraria Virtual; Drops; Entrevista; Resenhas On-Line, entre outros assuntos. Disponível em: http://www.vitruvius.com.Br/arquitectos/arq009_02.asp. Acesso em: 18 abr. 2007.

WILSON, Forest. **Structure: the essence of architecture**. London, Studio Vista, 1971.

WIKIPÉDIA. **Enxaimel**. Conteúdo: Descrição do sistema, características locais, histórico, utilização na região sul do Brasil. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Enxaimel>. Acesso em: 18 abr. 2007.

_____. **Pau-a-pique**. Conteúdo: Descrição do sistema, histórico de uso, detalhes técnicos, indicações de uso, utilização em construções modernas.

Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Taipa_de_pil%C3%A3o. Acesso em: 23 mai. 2007.

WOODFOCUS. **Puu Wood Holz Bois**. Helsinki: WOODFOCUS, 2004. (Technical Publication)

WOODWATCH. **Plywood**. On the wings of wind power. Helsinki: Hansaprint Oy, 2003. (Magazine)

ZANICHELLI, Nicola. **Pier Luigi Nervi**. Barcelona, Editorial Gustavo Gili S.A., 1979.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

AGEKA. **Kerto Lamibois LVL**. 2006. 1 fot.:col.: digital. Disponível em: <http://www.ageka.fr/LVL>. Acesso em: 03 mai. 2007.

AJASMITH. **Glulam frame**. 2006. 1 fot.:col.: digital. Disponível em: http://www.ajasmith.clara.net/glulam_frame.html. Acesso em: 03 mai. 2007.

AKZONOBEL. **Versáteis aglomerados**. 2007. 1 fot.:col.: digital. Disponível em: <http://www.akzonobel-ti.com.br/artigos/aglomerado/images/aglomerado.jpg>. Acesso em: 03 mai. 2007.

AUBURN. **Figure in wood**. 2007. 1 fot.:col.: digital. Disponível em: <http://www.ag.auburn.edu/aaes/communications/bulletins/figureinwood/images/fig2web.jpg>. Acesso em: 03 mai. 2007.

ARCHIMAGAZINE. **Domes**. 2004. 1 fot.:col.: digital. Disponível em: <http://www.archimagazine.com/awood1.jpg>. Acesso em: 12 mai. 2007.

ARTEC-USA. **Concert Halls**. 2006. 1 fot.:col.: digital. Disponível em: http://www.artec-usa.com/03_projects/performing_arts_venues/congress. Acesso em: 10 mai. 2007.

BANDEIRANTE. **Cidade Livre**. 2007. 3 fot.:col.: digital. Disponível em: <http://www.bandeirante.df.gov.br/sites/100/200/Fotos%20Historico/Colorado.jpg>
[http://www.bandeirante.df.gov.br/sites/100/200/Fotos%20Historico/Cruzeiro do Sul.jpg](http://www.bandeirante.df.gov.br/sites/100/200/Fotos%20Historico/Cruzeiro_do_Sul.jpg);
http://www.bandeirante.df.gov.br/sites/100/200/Fotos%20Historico/foto_catetinho.jpg. Acesso em: 12 mai. 2007.

BAUSATZMOEBEL. **Production of glulam wood.** 2006. 6 fot.:col.: digital.

Disponível em:

<http://www.bausatzmoebel.de/imagemanager/images/brettschichtholz/herstellung/1-technische->;

<http://www.bausatzmoebel.de/imagemanager/images/brettschichtholz/herstellung/3-fehlstellen.jpg>;

<http://www.bausatzmoebel.de/imagemanager/images/brettschichtholz/herstellung/4-hobeln-der->;

<http://www.bausatzmoebel.de/imagemanager/images/brettschichtholz/herstellung/5-leimauftrag.jpg>;

<http://www.bausatzmoebel.de/imagemanager/images/brettschichtholz/herstellung/6-verpressen-der->;

<http://www.bausatzmoebel.de/imagemanager/images/brettschichtholz/herstellung/8-abgebundenes->. Acesso em: 03 mai. 2007.

BLUMENAU. **Arquitetura.** 2005. 1 fot.:col.: digital. Disponível em:

http://www.blumenauonline.com.br/imagens/conhecablumenau/acervofotografico/normal/Casa_Enxaimel. Acesso em: 06 mai. 2007.

BOIS-CONSTRUCTION. **Étude de cas.** 2007. 5 fot.:col.: digital. Disponível em:

http://www.bois-construction.org/images/realisation_du_mois/Ravoire;

http://www.bois-construction.org/images/etude_cas/logement_individuel;

http://www.boisconstruction.org/images/etude_cas/logement_individuel_social/salles_xonrupt/frise1.jpg;

http://www.boisconstruction.org/images/etude_cas/logement_individuel_social/salles_xonrupt/coupe.jpg;

http://www.bois-construction.org/images/etude_cas/gymnases/albertville.

Acesso em: 08 mai. 2007.

CAMPER. **Casas pré-fabricadas.** 2007. 2 fot.:col.: digital. Disponível em:

http://farm1.static.flickr.com/73/205717427_b713ffc78e_m.jpg;

http://farm1.static.flickr.com/67/205716810_b4109bca0f_m.jpg. Acesso em: 12 mai. 2007.

CANADIANLOGHOUSE. **Post&Beam**. 2006. 1 fot.:col.: digital. Disponível em:
<http://www.canadianloghouse.com/images/postbeam3.jpg>;
<http://www.canadianloghouse.com/images/postandbeam.jpg>. Acesso em 08 mai. 2007.

CEDARMILLLOGHOMES. **Loghomes**. 2004. 7 fot.:col.: digital. Disponível em:
<http://www.cedarmillloghomes.com/images/kidd1.jpg>;
<http://www.cedarmillloghomes.com/images/log%20options%20cs2.jpg>;
<http://www.cedarmillloghomes.com/images/log%20options%20cs3.jpg>;
<http://www.cedarmillloghomes.com/images/log%20options%20cs4.jpg>;
<http://www.cedarmillloghomes.com/images/log%20options%20cs6.jpg>;
<http://www.cedarmillloghomes.com/images/log%20options%20cs8.jpg>;
<http://www.cedarmillloghomes.com/images/log%20options%20cs9.jpg>. Acesso em: 19 mai. 2007.

CONSTRULINK. **Galeria Serpentine**. 2007. 2 fot.:col.: digital. Disponível em:.
<http://www.construlink.com/Homepage/imagemDestaqueArquitettura.php?id=4&posicao=1.5>;
<http://www.construlink.com/Homepage/imagemDestaqueArquitettura.php?id=4&posicao=2.5>. Acesso em: 10 mai. 2007.

CRIT. **Images**. 2007. 12 fot.:col.: digital. Disponível em:
<http://www.crit.archi.fr/Web%20Folder/bois/Bois/1.Decouverte/La%20machine%20a%20bois>;
<http://www.crit.archi.fr/Web%20Folder/bois/Bois/6.LibresExpressions/BoisenForme>. Acesso em: 12 mai. 2007.

CWTA. **Wood trusses**. 2007. 3 fot.:col.: digital. Disponível em:
http://www.cwta.net/images/truss_manufacture_sm.gif;
http://www.cwta.net/images/parallel_truss.jpg;
http://www.cwta.net/images/bowstring_truss.jpg;

http://www.cwta.net/images/pitched_truss.jpg. Acesso em: 10 mai. 2007.

DIXIELINE. **Engineered Wood Products**. 2007. 2 fot.:col.: digital. Disponível em: <http://www.dixieline.com/images/ewp/joists2.jpg>.; <http://www.dixieline.com/images/ewp/timberstrand2.jpg>. Acesso em: 10 mai. 2007.

EMADEL. **Estruturas de madeira**. 2000. 2 fot.:col.: digital. Disponível em: <http://www.emadel.com.br/emadel/jsp/imgobras/02.jpg>.; <http://www.emadel.com.br/emadel/jsp/imgobras/04.jpg>. Acesso em: 18 mai. 2007.

ETEC. **Medidores de umidade**. 2007. 2 fot.:col.: digital. Disponível em: <http://www.etec.com.br/327.jpg>. ; <http://www.etec.com.br/hm530wc.jpg>. Acesso em: 10 mai. 2007.

EURO STAMOK. **CBPB (Cement Bonded Particle Board)**. 2006. 1 fot.:col.: digital. Disponível em: http://www.euro_stamok.ru/catalog. Acesso em: 03 mai. 2007.

FACHWERK. **Fachwerk**. 2006. 1 fot.:col.: digital. Disponível em: http://www.fachwerk.de/upload/image/l113_162_200481913521.jpg. Acesso em: 06 mai. 2007.

FACHWERKHAUS. **Fachwerkbau**. 2004. 1 fot.:col.: digital. Disponível em: <http://devel.pw-internet.de/images/fachwerkhaus/cms/fachwerk1.jpg>. Acesso em: 06 mai. 2007.

FINNFOREST. **What wood can do**. 2007. 12 fot.:col.: digital. Disponível em: <http://www.finnforest.com/binary.asp?guid=5C00402A-4159-4DAE-BA47-B6B054543480&field=image>.;

[http://www.finnforest.com/binary.asp?guid=70F58EA1-7048-40CC-AD47-0A45C0C6C10A&field=image.](http://www.finnforest.com/binary.asp?guid=70F58EA1-7048-40CC-AD47-0A45C0C6C10A&field=image.;);

[http://www.finnforest.com/binary.asp?guid=FBAE2990-072D-4DFC-B034-C383179F7E35&field=image.](http://www.finnforest.com/binary.asp?guid=FBAE2990-072D-4DFC-B034-C383179F7E35&field=image.;);

[http://www.finnforest.com/binary.asp?guid=E0231CAC-B519-4168-B0DB-86BD46BFE770&field=image.](http://www.finnforest.com/binary.asp?guid=E0231CAC-B519-4168-B0DB-86BD46BFE770&field=image.;);

[http://www.finnforest.com/binary.asp?guid=C490468C-7995-434A-AD83-E6A1998EDBC5&field=image.](http://www.finnforest.com/binary.asp?guid=C490468C-7995-434A-AD83-E6A1998EDBC5&field=image.;);

[http://www.finnforest.com/binary.asp?guid=A1B896AE-179A-447B-BEA7-99F6058D2777&field=image.](http://www.finnforest.com/binary.asp?guid=A1B896AE-179A-447B-BEA7-99F6058D2777&field=image.;);

[http://www.finnforest.com/binary.asp?guid=2DB12C7D-D444-48B1-8382-89A5A24C181D&field=image.](http://www.finnforest.com/binary.asp?guid=2DB12C7D-D444-48B1-8382-89A5A24C181D&field=image.;);

[http://www.finnforest.com/binary.asp?guid=2B1013C3-17BA-41A9-9339-C3C81D980FC3&field=image.](http://www.finnforest.com/binary.asp?guid=2B1013C3-17BA-41A9-9339-C3C81D980FC3&field=image.;);

[http://www.finnforest.com/binary.asp?guid=FFC9EB88-CCA7-44D7-A605-10E0476F9510&field=image.](http://www.finnforest.com/binary.asp?guid=FFC9EB88-CCA7-44D7-A605-10E0476F9510&field=image.;);

[http://www.finnforest.com/binary.asp?guid=B57A53AC-6C90-4D79-960F-888E9047FBE4&field=image.](http://www.finnforest.com/binary.asp?guid=B57A53AC-6C90-4D79-960F-888E9047FBE4&field=image.;);

[http://www.finnforest.com/binary.asp?guid=31BDC29C-5E8D-4F04-A289-0FAC1E13292E&field=image.](http://www.finnforest.com/binary.asp?guid=31BDC29C-5E8D-4F04-A289-0FAC1E13292E&field=image.;);

<http://www.finnforest.com/binary.asp?guid=1D509F33-0A0C-414C-A037-8F75B94D55E7&field=image.> Acesso em: 10 mai. 2007.

GLOBAL WHOSALE SUPPLY. **Oriented Strand Board (OSB)**. 2006. 1 fot.:col.: digital. Disponível em: <http://www.globalwholesalesupply.com/images/osb2.jpg>. Acesso em: 03 mai. 2007.

GREATBUILDINGS. **Fachwerk**. 2006. 1 fot.:col.: digital. Disponível em: http://www.fachwerk.de/upload/image/l113_162_200481913521.jpg. Acesso em: 06 mai. 2007.

HOLZING-MAEDER. **Holzbau projekte**. 2004. 1 fot.:col.: digital. Disponível em:

http://www.holzing-maeder.ch/images/osz_2.jpg. Acesso em: 10 mai. 2007.

HUGHESBROS. **Parallam bridges**. 2005. 1 fot.:col.: digital. Disponível em: <http://www.hughesbros.com/brdg>. Acesso em: 10 mai. 2007.

HYTTELIV. **Lafteprodusenter**. 2006. 1 fot.:col.: digital. Disponível em: <http://www.hytteliv.com/bilder/laftevattbilde.jpg>. Acesso em: 19 mai. 2007.

HORTONDOME. **Domes**. 2007. 5 fot.:col.: digital. Disponível em: <http://hortondome.com/dome/pics/HORTBASE.JPG>.; <http://hortondome.com/dome/pics/STUD1.JPG>.; <http://hortondome.com/dome/pics/PLYWOOD.JPG>.; <http://hortondome.com/dome/pics/dome1a.jpg>.; <http://hortondome.com/dome/pics/outsid11.jpg>. Acesso em: 10 mai. 2007.

IDEESMAISON. **Bois massif**. 2007. 1 fot.:col.: digital. Disponível em: <http://www.ideesmaison.com/upload/Image/construc/gros/bmassif.jpg>. Acesso em: 08 mai. 2007.

JULAR. **Pórticos**. 2004. 1 fot.:col.: digital. Disponível em: http://www.jular.pt/design/estruturas_porticos_fotos.jpg. Acesso em: 12 mai. 2007.

LIGNATUR. **Lignatur Elemente**. 2007. 2 fot.:col.: digital. Disponível em: http://www.lignatur.ch/uploads/pics/lfe01_02.jpg.; <http://www.lignatur.ch/uploads/pics/lse01.jpg>. Acesso em: 10 mai. 2007.

MADFLOOR. **Piso laminado de madeira**. 2006. 1 fot.:col.: digital. Disponível em: http://www.madfloor.com.br/imagens/det_piso.jpg. Acesso em: 25 mar.2007.

MAINE-DECK. **Wood composite deck**. 2004. 1 fot.:col.: digital. Disponível em: <http://www.maine-deck.co.uk/images/portfolio/jazzascot01.jpg>. Acesso em: 10 mai. 2007.

MAISON. **Passivhaus**. 2007. 2 fot.:col.: digital. Disponível em: http://maison.passive.free.fr/images/lignotrend_upsi.jpg.; http://maison.passive.free.fr/images/construction_steico.jpg. Acesso em: 08 mai. 2007.

MASISA. **MDF: Características físico-mecânicas**. 2007. 1 fot.:col.: digital. Disponível em: <http://www.masisa.com/menuimages/mdf.jpg>. Acesso em: 03 mai. 2007.

MATRIZDEPIRENOPOLIS. **Igreja matriz**. 2006. 2 fot.:col.: digital. Disponível em: http://www.matrizdepirenopolis.com.br/imgs/home_05.jpg.; http://www.matrizdepirenopolis.com.br/imgs/sistema_09.jpg. Acesso em: 12 mai. 2007.

NATTERER-BCN. **Suspended shell**. 2007. 1 fot.:col.: digital. Disponível em: <http://www.natterer-bcn.com/pics/vortrag/Image44.gif>.; <http://www.natterer-bcn.com/pics/vortrag/Image45.gif>. Acesso em: 10 mai. 2007.

ORIENTALARCHITECTURE. **Horyuji Temple**. 2007. 2 fot.:col.: digital. Disponíveis em: <http://www.orientalarchitecture.com/nara/horyuji07thumb.jpg>; <http://www.orientalarchitecture.com/nara/horyuji20thumb.jpg>. Acesso em: 19 mar. 2007.

PHOTOGRAPHY-ON-THE-NET. **Sibelius Hall lobby**. People, All, Architecture. 2006. 1 fot.:col.: digital. Disponível em: http://photography-on-the.net/gallery/D30_photos/small/CRW_3694_00001. Acesso em: 03 mai. 2007.

POBI. **Le concept porteur**. 2007. 3 fot.:col.: digital. Disponível em:
http://www.pobi.fr/upload/element4/vignette/GP_006v.jpg.;
http://www.pobi.fr/upload/element4/vignette/GP_009v.jpg.;
http://www.pobi.fr/upload/element4/vignette/GP_005v.jpg. Acesso em: 14 mai.
2007.

POSTAL. **Compensado de pinus**. 2006. 1 fot.:col.: digital. Disponível em:
<http://www.postalcompensados.com.br/imgs/processo.jpg>. Acesso em: 03 mai.
2007.

PUUINFO. **Modern wooden towns**. 2007. 6 fot.:col.: digital. Disponíveis em:
http://www.puuinfo.fi/download.php/download/document_data/3599/oulu1.jpg;
http://www.puuinfo.fi/download.php/download/document_data/3600/oulu2.jpg;
http://www.puuinfo.fi/download.php/download/document_data/3601/porvoo3.jpg
http://www.puuinfo.fi/download.php/download/document_data/3602/porvoo4.jpg
http://www.puuinfo.fi/download.php/download/document_data/3604/tuusula1.jpg
http://www.puuinfo.fi/download.php/download/document_data/3608/sodankyla1.jpg. Acesso em: 14 mai. 2007.

PUUINFO. **Plattform frame**. 2007. 2 fot.:col.: digital. Disponível em:
http://www.puuinfo.fi/download.php/download/document_data/3922/kuva1.jpg.;
http://www.puuinfo.fi/download.php/download/document_data/3923/kuva2.jpg.
Acesso em: 12 mai. 2007.

SBA – Structural Board Association. **Visual Tour of the OSB Manufacturing Process**. 2006. 11 fot.:col.: digital. Disponível em:
<http://www.osbguide.com/images/tour/Step1.gif>.;
<http://www.osbguide.com/images/tour/Step2.gif>.;
<http://www.osbguide.com/images/tour/Step3.gif>.;
<http://www.osbguide.com/images/tour/Step4.gif>.;
<http://www.osbguide.com/images/tour/Step5.gif>.;
<http://www.osbguide.com/images/tour/Step6.gif>.;

<http://www.osbguide.com/images/tour/Step7.gif>.;
<http://www.osbguide.com/images/tour/Step8.gif>.;
<http://www.osbguide.com/images/tour/Step9.gif>.;
<http://www.osbguide.com/images/tour/Step10.gif>.;
<http://www.osbguide.com/images/tour/Step11.gif>. Acesso em: 03 mai. 2007.

SERAPIÃO, Fernando. **Casa bandeirista**. 2007. 1 fot.:p&b.: digital. Disponível em: http://www.arcoweb.com.br/debate/fotos/62/casa_bandeirista.jpg. Acesso em: 23 mai. 2007.

SHAW. **Wood properties**. 2007. 3 fot.:p&b.: digital. Disponível em:
<http://members.shaw.ca/strings/images/woodprop2.jpg>.;
<http://members.shaw.ca/strings/images/woodprop3.jpg>.;
<http://members.shaw.ca/strings/images/woodprop4.jpg>. Acesso em: 10 mai. 2007.

SIPBUILDLTD. **Glulam**. 2006. 1 fot.:col.: digital. Disponível em:
<http://www.sipbuildltd.co.uk/manufacture.html>. Acesso em: 03 mai. 2007.

SKYLINEHOMES. **Mobile homes**. 2007. 2 fot.:col.: digital. Disponível em:
http://www.skylinehomes.com/factorytour/images/thumbs/ft_132.jpg.;
http://www.skylinehomes.com/factorytour/images/thumbs/ft_145.jpg. Acesso em: 12 mai. 2007.

SMAATOM. **Lafteteknikk**. 2006. 4 fot.:col.: digital. Disponível em:
http://www.smaatom.no/bilder/stabbur_1.gif.;
http://www.smaatom.no/bilder/stabbur_2.gif.;
http://www.smaatom.no/bilder/stabbur_3.gif.;
http://www.smaatom.no/bilder/stabbur_4.gif. Acesso em: 19 mai. 2007.

SSSALES. **CBPB components**. 2007. 1 fot.:col.: digital. Disponível em:
<http://www.sssales.com/architecture/viroc.html>. Acesso em: 03 mai. 2007.

TIMBERTRUSS. **Manufactured lumber.** 2005. 2 fot.:col.: digital. Disponível em: <http://www.timbertruss.com/images/beamcross.jpg>.;
<http://www.timbertruss.com/images/parallambeam.jpg>. Acesso em: 10 mai. 2007.

TIMBERWELD. **Open frame.** 2006. 1 fot.:col.: digital. Disponível em:
<http://www.timberweld.com/Pictures/OpenFrameForTrace04.jpg>. Acesso em: 12 mai. 2007.

VANNPLASTIC. **Composite deck.** 2007. 1 fot.:col.: digital. Disponível em:
http://www.vannplastic.co.uk/media/DIR_109/websamples1.JPG. Acesso em: 10 mai. 2007.

WAIMIRI-ATROARI. **Waimiri-atroari.** 2007. 1 fot.:col.: digital. Disponível em:
<http://www.waimiriatroari.org.br/Oca.gif>. Acesso em: 12 mai. 2007.

WIKIPÉDIA. **Fachwerkhaus.** 2006. 1 fot.:col.: digital. Disponível em:
<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/11/L-Fachwerkwand.png/526px-L->. Acesso em: 06 mai. 2007.

WISD. **Plywood layers.** 2007. 1 fot.:col.: digital. Disponível em:
<http://www.wisd.net/industrialtechnology/plywood.html>. Acesso em: 21 mar. 2007.

WOODTRUSSSYSTEMS. **Wood trusses.** 2007. 2 fot.:col.: digital. Disponível em: http://www.omnisaw.com/images/products/omnimiser_sm.jpg.;
http://www.woodtrussystems.com/images/home_image2.jpg. Acesso em: 10 mai. 2007.

XS4ALL. **Cement bonded particle board.** 2007. 1 fot.:col.: digital. Disponível em: <http://www.xs4all.nl/images/img28>. Acesso em: 03 mai. 2007.