

CONSERVAÇÃO E RESTAURAÇÃO DE MADEIRA
NA ARQUITETURA BRASILEIRA

autora: Clarice Futuro Mühlbauer
co-autor: Philipe Sidartha Razeira

PARTE I

Nesta primeira parte do texto é feita uma introdução ao tema do uso da madeira no Brasil. Veremos seu histórico e suas principais formas de utilização. Em seguida é dada uma atenção especial ao uso da madeira na arquitetura brasileira da fase pré-modernista, foco principal em todo esse trabalho. O período escolhido se dá, principalmente, por serem desta fase a maioria dos edifícios que vem sendo restaurados no Brasil.

1 - BREVE HISTÓRICO

Dos mais antigos materiais de construção, a madeira nunca deixou de estar presente nas artes, e na grande maioria das obras de arquitetura e engenharia, e pode-se afirmar isto em quase todo o globo. Em muitas culturas as árvores, objetos e construções de madeira são também cultuados como elementos sagrados.

A palavra 'madeira' do português, segundo o dicionário Houaiss tem sua origem no vocábulo latino '*materia*' que significa: matéria, madeira de construção, assunto, objeto. Ao invés de difundir o vocábulo 'lenha' (tal qual o italiano *legno*), o jargão dos carpinteiros fez com que para a língua portuguesa 'madeira' fosse o termo de uso corrente para sua matéria-prima dando-lhe o sentido de '*materia*' e consagrando-a como material de construção por excelência.

Este sentido da palavra não podia ser mais adequado ao uso em terras brasileiras. Quando da chegada dos portugueses, o território que hoje constitui o Brasil era coberto por vastas florestas, conseqüentemente repleto de madeira, que já era utilizada pelos povos nativos em suas construções, ocas e paliçadas, e em suas obras de arte.

Não por acaso a primeira riqueza desta terra foi um tipo de madeira, que foi encontrado de imediato junto ao litoral: o pau-brasil. Madeira esta que era usada para fabricação de tinturas de cor avermelhada (ou de brasa, como o nome já diz). As posses portuguesas de onde vinha a tal madeira ficaram conhecidas como Terra do Brasil, depois Brasil.

Num país que acabou batizado com nome de árvore a importância da madeira não poderia ser menor do que em outros cantos do mundo. Por sua abundância e variedade o material foi usado, ao longo da trajetória do país, para os mais diversos fins, desde construções a tinturas, remédios e borracha (já nos fins do século XIX). Esta grande profusão de aplicações da madeira faz com que inevitavelmente nos deparemos com ela ao trabalharmos no campo do restauro.

1.1. - PRINCIPAIS APLICAÇÕES DA MADEIRA AO LONGO DA HISTÓRIA DO BRASIL

Usada em inúmeros segmentos da vida, desde o início da colonização portuguesa, a madeira foi um recurso fartamente explorado, na grande maioria das vezes desmedidamente. Deste modo a grande extensão florestal litorânea do Brasil (a mata atlântica) foi quase totalmente arrasada. Assim, já no período colonial, encontramos regulamentações de controle sobre a exploração de certos tipos de madeira. Por exemplo, na Ilha de Santa Catarina no final do século XVIII quem abatesse uma árvore de pau-brasil sofria severas penas, mesmo que esta estivesse em seu próprio terreno. Segundo LEMOS (1985:36) a história do uso da madeira nas

construções brasileiras *“Seria a história do desperdício. Ia-se buscar no mato o pau para toda a obra, sem se cogitar de secções mínimas apropriadas e algumas madeiras eram classificadas empiricamente como boas para estrutura porque resistiam bem à umidade nos segmentos enterrados no chão, porque possuíam grande resistência à flexão, porque eram “duras”, de talhe difícil e pesadas. Madeira boa era o que afundava na água. E boa antes de tudo porque resistia ao cupim, à broca, ao caruncho. Os carpinteiros e marceneiros vindos de fora ficavam espantados com a vulnerabilidade das madeiras leves de fácil corte; praticamente todas, tirando uma ou outra, como o cedro, por exemplo, eram presas rápidas daqueles insetos xilófagos. Não havia, portanto, uma racional escolha de madeiras – praticamente a esmo eram derrubadas, na lua certa, as árvores, que se sabia de boa qualidade dentro dos critérios vigentes e as peças falquejadas recebiam dimensões exageradas ‘por garantia’, já que não havia o problema de custo.”*

Somava-se ao descomedimento na coleta e no dimensionamento, o armazenamento precário e sem nenhum cuidado que muitas vezes danificava, encurtando a vida útil das peças de madeira. Além disso, em certas épocas aconteceram outros paradoxos, como, por exemplo, a importação de madeiras, como o Pinho de Riga para construções e fabricação de mobiliário.

Tendo como interesse a restauração segue-se uma listagem dos principais empregos da madeira nos primeiros séculos da história do Brasil.

ARQUITETURA:

Nos primeiros anos de colonização os portugueses não dispunham de recursos, ferramentas, nem artesãos especializados. Suas posses na América não lhes despertavam tanto interesse quanto o Oriente e suas riquezas. Conseqüentemente a ocupação inicial do território foi além de escassa, precária. Entrepostos de pau-brasil, e alguns povoados eram os núcleos de europeus no Brasil dos primeiros anos, servindo de parada para abastecimento das naus que faziam a Carreira das Índias e de tentativas de adaptação a esta nova terra.

Nesta época a abundância de madeira e a também inexistência de boas pedreiras para construção resultam nas primeiras experiências de edificações onde a madeira era extensamente utilizada. Esta arquitetura era um misto de modelos portugueses de habitação, com os materiais locais e as técnicas aprendidas junto aos indígenas.

Estas construções eram choupanas com estrutura de madeira (muitas vezes paus roliços) tendo vedação em taipa ou pau-a-pique e cobertas com palha, sapê ou folhas de palmeiras. Surgidos da incapacidade técnica e falta de recursos, além da pressa em abrigar-se, este sistema construtivo simples perdura até os nossos dias nas áreas pobres, principalmente nas zonas rurais do Nordeste, onde são conhecidos por mocambos.

Com o crescimento e a fundação de novos núcleos a situação não mudou muito. Mesmo nas maiores cidades, como Salvador, as primeiras igrejas e casas eram erguidas com estrutura de madeira e telhados de palha. Um exemplo era os jesuítas que erguiam uma edificação que funcionava como residência, escola e igreja, só posteriormente erguiam suas edificações em pedra e cal. Era esta a regra como relata Nestor Goulart REIS (1964: 158)

“Substituíam-se aos poucos as construções iniciais por outras, de material mais durável e de melhor acabamento à medida que o número de oficiais mecânicos e sobretudo o número de escravos índios e negros viesse simplificar essas tarefas de construção. As casas mais ricas seriam de pedra e cal, com as partes mais em evidência aparelhadas. As mais pobres seriam de palha e barro, como a dos indígenas e dos primeiros povoadores. Mais comuns seriam as mistas.”

Este quadro permanece quase o mesmo durante todo o período colonial, onde com o aumento do fluxo de riquezas na colônia aperfeiçoam-se as construções oficiais, religiosas e dos grandes senhores (que constituem grande parte do patrimônio colonial brasileiro), nunca deixando de existirem as camadas mais pobres e rurais que se serviam da madeira, palha e barro para construção de suas moradas.

Com acontecimentos como a vinda da Família Real, a abertura dos portos e a proximidade da independência, houve um afluxo de novas técnicas e estilos, além da ânsia pela modernização de nossas maiores cidades, em especial a então capital Rio de Janeiro. Neste período as construções das classes ricas tornam-se mais sofisticadas, proliferam as chácaras e solares, com novos mobiliários e soluções construtivas, onde a madeira nunca deixa de ter um papel, que seja na cobertura ou nos ornamentos e acabamentos.

A partir de meados do século XIX com a vinda em massa de colonos europeus, principalmente alemães e italianos, para a Região Sul, o uso da madeira como elemento estrutural ganha novo impulso. Os colonos alemães transplantam para cá seu sistema construtivo de *‘enxaimel’*, que consiste em casas com estrutura autônoma de madeira, (que freqüentemente ficavam aparentes) vedadas com alvenaria de tijolos. Muitos exemplares destas construções, com pouco mais de um século ainda encontram-se de pé. A madeira ainda foi usada por outros imigrantes, principalmente os poloneses, e por italianos, também como elemento de vedação, resultando então em edificações feitas totalmente em madeira.

NAVEGAÇÃO:

Atividade indispensável para a existência e manutenção da colônia, comércio, defesa, enfim, toda e qualquer relação com a metrópole. A navegação oceânica, bem como a fluvial, foram responsáveis pela expansão portuguesa no território que hoje é o Brasil. Por isso a destinação de boas madeiras para a construção naval era primordial para os interesses de Portugal no Brasil. Foi este um dos grandes motivos que levou com que a Coroa baixasse normas regulamentando o corte de certas espécies de

madeira, que ficaram conhecidas como *Madeiras de Lei*. Nossas florestas continham espécimes excepcionais que possibilitavam a construção de grandes 'canoas de um pau só', ou de mastros sem emendas para os navios.

Estas madeiras usadas na construção naval tinham seu corte controlado até em propriedades particulares como nos mostra CABRAL (1951:67) neste ofício publicado pelo governo da Capitania de Santa Catarina em 1798 relacionando as madeiras com corte proibido:

“Madeiras da Ilha de Santa Catarina que servem para a construção: LOURO PRETO: - especial para taboados de costado, alcaxas, convezes e forros, aduelas para tonéis e pipas; CEDRO VERMELHO: - costado, alcaxa, convez, figuras de naus e obras mortas; ÓLIO VERMELHO, idem; ARARIBA: - costado, alcaxa, convez, cavernas e braços, aposturas e curvas; CANELA PRETA: - cavernas e braços, aposturas, curvas e busardas; CABORÉ: - idem a mais mãos de cintas; CABRIÚNA: - idem; IPÉ: - superior a tôdas elas e também para costados; ALICURANA: - deve ser vermelha. Para cavernas, etc. ..., PEROBA: - Serve para tudo; CANELA BURRA: - taboado de fôrro e costado; MASSARANDUBA: - Cavernas e braços, etc. ...”

Além desta destinação oficial para a construção naval, inúmeros outros tipos de embarcações menores eram (e são) construídos ao longo da costa. Vestígios e tradições que vêm desaparecendo e não podem ser deixados de lado por também constituírem um foco de interesse da preservação do patrimônio cultural.

TALHAS E ESCULTURAS:

Como esculturas isoladas (imagens) ou talhas ornamentais, os entalhes de madeira aparecem no Brasil pelo mesmo motivo, eram destinadas ao culto religioso. Obras de arte-sacra executadas sobre a supervisão do clero, em sua grande maioria.

Com o crescimento das primeiras cidades, chegam levas de artesãos e oficiais mecânicos (pintores, escultores, entalhadores, canteiros, marceneiros, etc...), que apesar da diferença entre seus ofícios, freqüentemente realizavam o trabalho um do outro.

- Esculturas:

As primeiras esculturas feitas no Brasil foram de barro, material que junto com a madeira, fora dos mais usados na produção de imagens para o culto católico, tanto para sua adoração em igrejas, quanto nos lares. Supõe-se que as primeiras imagens sacras em madeira foram encomendadas e trazidas de Portugal, mas tão logo estabelecem-se aqui os artesãos, passaram a ser realizadas em terra e com madeiras brasileiras. Posteriormente tanto a madeira quanto a mão-de-obra foram exportadas para a região do Prata.

Outros materiais como a pedra (sabão) e o marfim também foram utilizados em uma fase posterior, mas a madeira, em especial o cedro, preponderou na confecção de imagens entalhadas. O declínio no apelo popular de tais imagens só acontece no século XIX quando seu comércio se torna banal.

- Talhas:

Ornamentos entalhados em madeira comumente usados para o revestimento da arquitetura. No Brasil, tal qual a estatuária, as talhas surgiram e se difundiram como ornamentos, altares e retábulos nas igrejas. A arte do entalhe em madeira já era, na época da colonização, muito desenvolvida, com sofisticação e originalidade em Portugal. Conforme iam chegando mais artesãos e a igreja adquiria mais recurso financeiros, a talharia se desenvolvia tanto quantitativa quanto qualitativamente. Como já foi dito, os ofícios de entalhador, escultor, marceneiro, carpinteiro e às vezes arquiteto confundiam-se na época colonial, como é o caso de Aleijadinho, que traçou plantas, entalhou imagens e altares em Minas Gerais.

As mudanças quanto ao uso da madeira ao longo do tempo para a produção de peças entalhadas foram apenas devido aos estilos vigentes em cada época, ou à maior oferta e refinamento das ferramentas. Às imagens e talhas estáticas e duras do século XVI que seguiam o estilo maneirista vão se seguindo outras mais ricas em detalhes e movimentos, já de inspiração barroca, nos séculos XVII e XVIII. O rococó do século XVIII foi o último estilo onde se verificou uma riqueza e sofisticação nos entalhes de talhas e imagens, já que nos séculos XIX e XX esta arte foi gradativamente entrando em decadência. De qualquer modo permanece até os dias de hoje, mas atualmente muito mais devido à produção de artistas populares, principalmente na Região Nordeste do Brasil.

Outra mudança que podemos verificar na arte do entalhe foi a utilização de pedra (sabão) e marfim, mas mesmo assim manteve-se a preponderância da madeira como material mais usado para este fim. Novamente alia-se disponibilidade à facilidade e afinidade em seu trabalho para eleger a madeira como material mais difundido para o entalhe. Diferente da Itália onde o barroco usou muito mármore em seus altares e retábulos, Portugal e o Brasil entalharam quase que exclusivamente em madeira, que muitas vezes recebia pintura que simulava o próprio mármore. Apesar de serem custosas, por muitas vezes preferiu-se fazer uma nova a se reparar uma talha danificada, dado o baixo custo com que se conseguia madeira no Brasil. Outro diferencial é o de as talhas passarem a ser policromadas ou revestidas a ouro assim que as condições permitissem.

O processo de produção de uma talha era praticamente o seguinte: risco (projeto); plantas; perfis; maquetes; moldes em tamanho natural. Em seguida: desbaste; a peça era esculpida; e reunida. Seguindo-se a isso a talha recebia policromia ou ouro. O detalhe é que nesta época o salário de um executor dos trabalhos manuais como maquete, e o próprio entalhe, era maior que o do autor dos riscos.

MOBILIÁRIO:

Antes do contato com a Índia e o Brasil, o mobiliário português era similar ao do restante da Europa, passando então a ter técnicas e modos próprios de execução, inclusive com influência dos materiais destas regiões (marfim, madeiras, etc.).

Mesmo assim desde o período colonial até o início do século XIX o mobiliário básico das casas brasileiras foi em geral muito exíguo. Compunha-se de esteiras, redes para sentar e deitar-se; caixotes que eram ao mesmo tempo armário e assento; mesa e tamboretes, todos rústicos e pesados. Camas e cadeiras eram bem mais raras, sendo deixadas em testamento, mesmo que avariadas.

O mobiliário das casas abastadas não diferia muito em variedade, podendo contar sim com papelarias e oratórios, ou alguns tipos de banco-arca. Segundo ALGRANTI (1997:110) *“A precariedade do mobiliário doméstico, que tanto causa estranheza ao nosso olhar contemporâneo, pode até ser justificada nos primeiros tempos pela falta de recursos financeiros e mesmo pela ausência de artesãos competentes. Mas não se pode explicá-la nos séculos seguintes, quando chegam ao Brasil oficiais mecânicos de todos os tipos que, aliando-se à abundância da madeira e de outros materiais disponíveis, poderiam ter suprido as necessidades dos colonos(...) Talvez essa falta de conforto doméstico esteja ligada ao próprio modo de vida dos colonos, que assumia muitas vezes certo caráter passageiro, típico nas colônias, aonde se ia para voltar o mais breve possível.”*

Diferente desta situação era a do mobiliário das igrejas, mais precisamente os arcazes das sacristias, cujo esmero no trabalho faz com que possam ser considerados obras de arte de talha, tais quais os altares e outros ornamentos. O uso do jacarandá conferia a muitos destes arcazes além de beleza, durabilidade, que os fez chegarem até nossos dias.

Durante o século XIX, com a abertura dos portos e a modernização do país, agora Vice-Reino, houve a oportunidade para importação de novos móveis, como as marquizes e materiais como o Pinho de Riga, além de toda a sorte de metais e motivos decorativos.

ENGENHOS E OUTROS ARTEFATOS:

Como objetos confeccionados com madeira de importância histórica, não se pode deixar de mencionar os engenhos. Eram o ápice da tecnologia de sua época e de certo modo, influenciaram em muito nossa história. Desde os engenhos de cana-de-açúcar, até engenhos de farinha e rodas d'água, os exemplares restantes merecem um olhar atento dos profissionais do restauro.

A grande importância que tiveram no passado o arado de madeira e o carro-de-boi, junto com os engenhos, servem para salientar uma vez mais o quanto a madeira esteve e está indissociada da vida cotidiana deste país.

2 - A MADEIRA NA ARQUITETURA LUSO-BRASILEIRA

A seguir vemos em destaque os principais empregos da madeira na arquitetura brasileira tradicional (pré-modernismo).

2.1. - ESTRUTURAS:

A madeira foi, geralmente, parte de um sistema estrutural autônomo onde as cargas do edifício são distribuídas ao solo por peças, funcionando as paredes somente como vedação. Paredes estas que devem então ser leves (pau-a-pique, adobe, estuque ou taipa de pilão).

Largamente empregada em construções deste tipo em todo o território brasileiro, por ser mais fácil e econômica de se trabalhar, do que as estruturas autônomas de pedra.

Os tipos de madeira empregadas neste sistema construtivo variam muito de região para região, mas todas eram preferencialmente cortadas nas estações e fases da lua que proporcionassem uma madeira mais seca.

- **Peças Estruturais (esteios, frechais, madres e baldrames):**

As estruturas eram armações de peças verticais de madeira chamadas de 'esteios', de seção quadrada apoiados em alicerces ou fincados diretamente no solo. Frequentemente sua parte enterrada tinha seção cilíndrica e eram levemente carbonizados, para assim estarem impermeáveis à umidade do solo. Chamava-se 'nabo' esta parte cilíndrica do esteio.

Os quadros formados por estes esteios fechavam o perímetro da construção, que eram amarrados entre si na parte superior com peças horizontais chamadas 'frechais', que por sua vez anulam os esforços de empuxo da cobertura. Os esteios ainda recebiam junto ao nível do solo outras peças horizontais, os 'baldrames', que recebiam o peso das paredes. Outra peça horizontal podia ainda aliviar os esforços a que estavam submetidos os baldrames, eram as 'madres', usadas geralmente com paredes mais altas.

Além dos esteios como peças verticais e dos frechais, madres e baldrames horizontais podiam ainda receber as construções peças diagonais, denominadas 'cruz de Santo André' ou 'aspas francesas', que estabilizavam toda a armação e ainda aliviavam as solicitações do baldrame, transmitindo parte da carga da parede diretamente aos esteios. Soluções deste tipo assemelham-se à arquitetura enxaimel que foi posteriormente trazida ao Brasil.

2.2. - VEDAÇÕES:

São as paredes que não tem função estrutural no edifício, servindo assim apenas para fechar os ambientes. Podem ser as paredes internas de um edifício com estrutura auto-portante, ou todas as paredes de um sistema

estrutural autônomo. Neste caso destacamos os tipos de vedações que empregam a madeira, sendo eles o pau-a-pique, o estuque e o tabuado ou tabique.

- **Pau-a-pique:**

Consiste em uma trama de paus verticais e horizontais coberta por barro. Os paus maiores, verticais são fixados em cima e em baixo nos frechais e baldrames. Estes paus normalmente são roliços, e não muito grossos já que devem ser compatíveis com a espessura que se deseja da parede. Em sentido horizontal são colocados paus mais finos ou taquaras em ambos os lados dos paus verticais, e nestes amarrados (podendo ser pregados). Esta armação recebe e sustenta o barro que é jogado e depois apertado sobre ela com as mãos. Pelo fato de prescindir de ferramentas tanto para a confecção da trama quanto para a aplicação, aliado à oferta de madeira e taquara, fez deste tipo de vedação uma alternativa barata e difundida em todo o país, inclusive nos dias de hoje (em áreas mais pobres) sendo leve e de rápida confecção.

- **Estuque:**

Similar ao pau-a-pique (ou taipa de mão), difere-se deste por ser sua trama composta apenas dos paus verticais, ou, em certos casos, de esteira de taquara. Resulta numa parede mais fina e é mais freqüente na parte interna dos edifícios.

- **Tabiques:**

Usada para dividir internamente os edifícios consiste em um tapume de tábuas de madeira.

2.3. - VÃOS:

Os espaços abertos nas paredes de um edifício, podem ser portas, janelas ou óculos e seteiras. Destes os que podem ter suas peças compostas de madeira, são as portas e janelas, em todas as suas variedades. O emprego de madeira é quase que total quando se trata dos fechamentos, já os marcos eram tanto de madeira quanto de pedra. Além destas duas partes, podem ser de madeira também as partes componentes de um balcão.

- **Marcos:**

São as peças fixas que definem o vão em uma parede. Um marco é composto de 'verga', 'ombreiras' e 'peitoril' (quando se trata de uma janela rasgada o peitoril confunde-se com a soleira). Ocorreram tanto em paredes de estrutura auto-portante quanto em estruturas autônomas. Quase sempre eram executados em madeira maciça, sendo que no século XIX começaram a ser usados quadros em caixão, peças de madeira que apenas envolvem a alvenaria.

As madeiras usadas para sua confecção eram normalmente as mesmas dos esteios da estrutura, por sua dureza e resistência.

As vergas são as peças horizontais superiores de um marco, podem ser retas ou em arco, e, quando as paredes são maciças, sobre a verga era geralmente feito um arco de descarga, executado na própria alvenaria, para diminuir o esforço sobre a peça.

As ombreiras são as peças verticais que definem os limites laterais de um vão. Em paredes maciças tem apenas a altura entre verga e peitoril, mas nas estruturas autônomas vão do frechal ao baldrame, auxiliando assim à estabilidade do vão e da construção como um todo.

Os peitoris são as peças horizontais inferiores das janelas, ou a própria soleira nos casos de janelas rasgadas e portas.

- Balcões

Plataformas salientes nos andares superiores das construções. Podiam ou não ser feitos com partes de madeira. Tanto as bacias, quanto os guarda-corpos também podiam ser executados em madeira (além de outros materiais).

- Fechamentos

Quando executados em madeira os fechamentos de vãos podiam ser feitos de diferentes maneiras.

Os fechamentos de tabuado, como o nome já diz eram compostos por tábuas colocadas lado a lado e unidas por travessas. A junção das tábuas também era executada de modos diferentes, com juntas secas (lado a lado), de meio fio ou macho e fêmea.

Pode ser também o fechamento executado almofadado em quadros, geralmente em residências mais ricas, igrejas e prédios oficiais. Algumas destas almofadas eram móveis, constituindo um *postigo*.

Existem ainda as treliças como forma de fechamento de janelas, os famosos *muxarabis* e as *rótulas* e *gelosias*. Amplamente utilizados no passado, poucos exemplares restaram.

2.4. - PISOS:

Executados de diversas maneiras e com diversos materiais, não faltaram os pisos de madeira na história da arquitetura brasileira.

Os pisos de tabuado corrido são relativamente simples, tábuas de madeira corrida fixadas sobre os barrotes assentados sobre *baldrames*. As junções entre tábuas variavam de tipo, como as 'juntas secas', em 'meia madeira' e 'macho e fêmea'. Existem ainda nas igrejas as 'campas' que nada mais são as tampas das sepulturas que existem embaixo do piso.

Mais sofisticados e recentes são os pisos em 'parquetes' ou 'tacos', pequenas peças de madeira que podem ser encaixadas formando diversas composições, inclusive com peças de tonalidades diferentes.

2.5. - FORROS:

Do mesmo modo que os pisos os forros eram feitos em uma variedade de formas e materiais. No caso dos forros é comum que se usasse uma madeira mais macia e de fácil trabalho do que as empregadas nos pisos.

Um dos tipos de forro mais simples é o de 'taquara' (fibra vegetal), nada mais são que as próprias taquaras trançadas formando alguns desenhos e constituindo o forro.

Outra forma de forro simples e muito usada é o 'forro de tabuado', que do mesmo modo que o piso é formado por tábuas colocadas lado a lado no forro, também com variações nos modos de se fazer junção entre estas. Além das junções em 'junta seca', 'meio fio' e 'macho e fêmea' existe também nos forros de tabuado a 'saia e camisa', onde as tábuas são fixadas sobrepondo-se alternadamente, ficando uma ressaltada e outra rebaixada.

Os forros em 'caixotão' são mais sofisticados, também conhecidos como 'painéis emoldurados' formam várias saliências que geralmente recebem pinturas artísticas. São freqüentes em igrejas e outros edifícios mais ricos.

Os forros abobadados aparecem, sobretudo, na arquitetura religiosa, recebendo também, com frequência, pinturas artísticas.

Como acabamento os forros em tabuado e em caixotão tem em toda a sua volta uma cimalha que os une às paredes. Estas cimalthas também variam em complexidade de trabalhos, podendo ser simples ou com ricos trabalhos em relevo e douramento.

2.6. - COBERTURAS:

Os tipos de coberturas encontrados nas edificações antigas no Brasil apresentam alguma variação quanto ao seu número de águas, complexidade estrutural e entelhamento.

O modelo mais simples de cobertura é o de 'uma água', também conhecido vulgarmente por "meia-água". Tendo somente um plano foi usado em construções simples e pequenas como os anexos. Os telhados de 'duas águas' eram os mais comuns, com dois planos que podem ter seu caimento para as laterais do edifício (como nas igrejas, por exemplo), ou para a parte frontal e traseira (como ocorre na maioria das casas urbanas antigas do Brasil). Para armar um telhado de duas águas já torna-se necessário o uso de estruturas mais elaboradas. Os telhados em 'três águas' ocorriam em edificações de esquinas ou em copiares, os de 'quatro águas' apareciam em edificações isoladas, geralmente nos âmbitos rural ou público.

De início os colonizadores portugueses não arriscaram muito na confecção de tesouras, preferindo vãos menores cobertos por estruturas simples. Com o passar do tempo surgiram algumas variações, com isso encontramos algumas soluções diferentes nos telhados das edificações antigas, como a

'asna sem pendural', o 'caibro armado', a 'canga de porco', a 'tesoura de Palladio', a 'asna francesa', 'asna vulgar', 'cruz de Santo André', 'asna a Mansard', 'asna com lanternim', entre outras. Apesar de variarem em complexidade algumas de suas peças são basicamente as mesmas.

- **Cumeeira:**

Peça localizada na parte mais alta do telhado, no encontro dos panos. Sua seção era quase sempre de um palmo, do mesmo modo que os frechais (e até mesmo os esteios). Esta medida para seções das peças mais solicitadas era de certo modo uma convenção que derivava das unidades adotadas na época. Posteriormente adotou-se a polegada já que a madeira passou a ser beneficiada em máquinas importadas.

- **Frechais:**

Eram parte da estrutura autônoma quando era este o sistema, ou eram apoiados e amarrados nas paredes maciças. Junto com a cumeeira era onde se apoiavam os caibros do telhado. Se houvessem 'terças' como peças intermediárias entre a cumeeira e os frechais elas podiam ser de paus roliços e nem sempre esquadriadas como as demais peças.

- **Caibros:**

Peças apoiadas na cumeeira e nos frechais ou terças, que recebem as ripas, onde se apóiam as telhas. Podem também ser de pau roliço.

- **Ripas:**

São réguas de madeira ou varas colocadas bem próximas uma das outras e paralelas à cumeeira.

- **Beirais:**

Contam com várias soluções que variavam com o tipo de edifício e de telhado onde eram feitos. Muito importantes no escoamento de águas em locais de alta pluviosidade e em épocas onde as calhas eram raras ou inexistentes.

O 'beiral de cachorrada' deve ser destacado, pois seu princípio adota peças de madeira chamadas de 'cachorros'. Estas normalmente são apoiadas nos frechais e partem da parede até a extremidade do telhado, nesse intervalo são assentadas as primeiras fiadas de telhas.

A 'cimalha' também é outra forma de arremate entre o telhado e o topo da parede, que entre outros materiais era também executada em madeira. Neste caso consistia em um perfil de madeira fixado entre a cabeça dos cachorros e a parede. Além de serem um fator de embelezamento do edifício, impedem que as águas da chuva escorressem pelas paredes.

2.7. - ESCADAS:

Quanto aos materiais empregados em sua construção, as escadas na arquitetura brasileira antiga eram usualmente de pedra, em cantaria ou alvenaria, ou de madeira. É mais fácil que encontremos escadas feitas de

madeira no interior dos edifícios, ou para acessar as torres de igrejas, já que as executadas em pedra eram mais apropriadas para resistir às condições externas. Com a sofisticação das técnicas as escadas internas de madeira passaram a ter também um fim ornamental, e por este valor muitas restaram até nossos dias.

PARTE II

Como vimos até agora, a madeira se presta para o uso tanto em grandes estruturas, quanto em peças pequenas e delicadas; possui um preço relativamente baixo; é uma fonte renovável (se explorada racionalmente). É também reaproveitável; resiste bem aos esforços de tração, compressão, torção e cisalhamento; é um bom isolamento térmico e acústico; oferece uma grande variedade de cor e textura. Em contrapartida o uso desse material apresenta algumas desvantagens, mas que uma vez conhecidas podem ser contornadas. A heterogeneidade e anisotropia¹ são características inerentes a madeira, que pode apresentar ao longo de uma mesma peça variações em suas propriedades físicas. Também é um material sujeito a ações externas, como clima (variação da umidade) e a ataques biológicos de insetos xilófagos, bactérias, fungos, cracas, etc., além de ser altamente combustível.

Para fazer uso adequado do material é preciso ter um conhecimento básico de suas características principais. Veremos a seguir os tipos de classificação da madeira, formas de crescimento, estrutura, e outros fatores relacionados a esta propriamente e aos modos de manipulação.

Mais à frente encontraremos um guia de procedimentos para auxiliar na identificação dos possíveis problemas, com recomendações para documentação e projeto de intervenção, possíveis causas de degradação e procedimentos indicados para cada caso.

Por último temos um roteiro para o canteiro de obras, com os procedimentos desde a armazenagem das peças até o tratamento final.

¹ Anisotropia: característica de um meio, ou de um material, em que certas propriedades físicas serão diferentes conforme as diferentes direções. (Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa)

1 - CLASSIFICAÇÃO:

1.1. - BOTÂNICA:

- Madeira: lenho dos vegetais superiores.
- Vegetais Superiores: do ramo dos *fanerógamos* ou *espermatófitos* - são completos, possuem raízes, caule, copa, folhas, flores e sementes.

1.2. - QUANTO À GERMINAÇÃO:

- Endógenas:

De germinação interna. Seu caule se desenvolve de dentro para fora, ficando assim a parte mais antiga e mais dura na face externa. São pouco utilizadas como material de construção aqui no Brasil.

Exemplos: Árvores tropicais monocotiledôneas como as palmeiras e bambus.

- Exógenas:

De germinação externa. Constituem o grupo de árvores que são vastamente empregadas na extração da madeira para construção civil. Seu caule desenvolve-se de fora para dentro, com adição de sucessivas camadas de célula, formando anéis de crescimento, como veremos mais à frente. São divididas em dois grandes grupos:

- *Gimnospermas* ou coníferas ou resinosas:

Características de climas tropicais, não produzem frutos e suas sementes são descobertas. Possuem folhas em formato de agulha, ou aciculares. Seu lenho é, geralmente, de madeira branda, também chamada de *mole* ou *softwood*.

Exemplos: pinho, eucalipto, cedrinho.

- *Angiospermas* ou frondosas ou folhosas:

Suas folhas são largas e achatadas, com a característica de se desprenderem no inverno (caducas). Produzem madeiras com maior resistência *madeira dura* ou *hardwood*. Esse grupo abrange cerca de 65% das espécies conhecidas com aproximadamente 1.500 espécies úteis. 50% são frondosas tropicais e os outros 15% de zonas temperadas.

Exemplos: cedro, peroba, jacarandá, carvalho, imbuia.

OBS: Esse texto se concentrará principalmente na classe das exógenas, por serem desta classe as madeiras mais utilizadas no Brasil.

1.3. - QUANTO A TRABALHABILIDADE:

- Madeiras finas:

Permitem um bom acabamento, tem como característica principal não lascar. Muito utilizadas para confecção de móveis, esquadrias e outros produtos de marcenaria.

Exemplos: louro, ipê, vinhático, cedro.

- Madeiras duras ou de lei:

Muito resistentes ao apodrecimento e ao ataque biológico, são geralmente destinadas ao emprego definitivo na construção civil e mobiliário.

Eram as madeiras que na época da colônia tinham o abate controlado pela Coroa Portuguesa, chamadas '*madeiras do rei*'.

Exemplos: angico, freijó, massaranduba, mogno.

- Madeiras resinosas:

Utilizadas em construções temporárias e escoramentos.

Exemplo: pinho.

- Madeiras brandas:

De pouca durabilidade, essas madeiras são mais utilizadas em rápidos escoramentos.

Exemplo: timbaúva.

OBS: Pode haver variações na nomenclatura de acordo com a região, pois não se trata de uma definição científica.

2 - CRESCIMENTO:(exógenas)

Como já foi visto anteriormente as árvores da classe exógena crescem através do acréscimo sucessivo de anéis, que nas regiões de climas temperados e frios correspondem às estações do ano.

Na primavera e início do verão o crescimento é mais intenso, são então formadas as células de parede fina, que correspondem à madeira clara, tecido branco. No final do verão e outono o crescimento é menor, quando são formadas as células pequenas de paredes grossas, onde a madeira é escura e o tecido mais resistente.

Nesses casos é possível, através da dendrocronologia², determinar o período de formação de uma árvore, mas se estivermos numa zona tropical, onde as estações do ano não são bem definidas, os anéis podem estar relacionados com períodos de seca e outros fatores que não podem ser atribuídos espaços de tempo determinados.

2.1. - CASCA:

Proteção externa. Possui uma camada morta (externa) de espessura variável e uma camada fina (interna) de tecido vivo e macio que cumpre a função de levar alimento para outras partes em crescimento. Em geral é descartada, mas em alguns casos específicos é utilizada.

Exemplos: sobreiro – cortiça, angico - tanino.

2.2. - CÂMBIO:

Tecido meristemático. É a zona que se encontra em crescimento, onde estão os anéis. Casos de zonas temperadas: um anel por ano. Se houverem doenças ou períodos de seca podem aparecer falsos anéis.

Os anéis definem o crescimento, mas também indicam as direções diferenciais de anisotropia, que podem determinar algumas alterações no comportamento das peças de madeira.

2.3. - LENHO:

• Cerne:

Composto de células mortas, mais escuras. É o suporte do vegetal, mais resistente e compacto. Por não ter mais seiva circulando é menos suscetível ao ataque de insetos.

• Alburno:

Composto de células vivas. Possui propriedades mecânicas inferiores ao cerne, é mais higroscópico, mais sensível à ataques biológicos, mas recebe melhor tratamento com produtos imunizantes, pois apresenta maior porosidade que o cerne.

² Datação baseada na contagem dos anéis do tronco de uma árvore.

2.4. - MEDULA:

Localizada no centro da árvore. Material esponjoso que não apresenta resistência.

2.5. - RAIOS MEDULARES:

Ligam todas as camadas. Transportam e armazenam resina.

3 - ESTRUTURA:(exógenas)

Constituídas por células de forma alongada e dimensões variadas, as espécies vegetais podem apresentar diferentes conformações, respondendo às diversas exigências, tanto de circulação, quanto de sustentação da árvore.

3.1. - ANGIOSPERMAS OU FRONDOSAS (duras):

Compostas de vasos, fibras, células parenquimáticas e raios medulares.

- Vasos:

Células abertas justapostas para circulação da seiva nas folhas onde as substâncias são sintetizadas e transformadas em seiva elaborada.

- Fibra:

Dispostas em posição longitudinal ao caule possuem diâmetro irregular e fino, seu aglomerado é que proporciona resistência ao conjunto dependendo do tipo de fibra (células ocas, alongadas fechadas nas extremidades).

- Parênquima:

Conjunto de células semelhantes às fibras que servem como reserva nutritiva.

- Raios Medulares:

Células parenquimáticas dispostas do centro à periferia, transversalmente ao caule. Podem ser *uni*, com apenas uma fiada, ou *multisseriados*.

3.2. - GIMNOSPERMAS OU CONÍFERAS:

Formadas por elementos mais simples, apresentam apenas traqueídeos e raios medulares.

- Traqueídeos:

Cumprem a função de raios e fibras. De diâmetro regular com brusco estreitamento nas pontas.

- Raios Medulares

4 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA:

A madeira é formada por compostos orgânicos: 60% celulose, 28% lignina, 12% outras substâncias (resinas, óleos, ceras).

Os principais elementos constituintes são: 49% Carbono, 44% Oxigênio, 6% Hidrogênio e 1% de sais minerais.

5 - MÉTODOS DE IDENTIFICAÇÃO:

A identificação do tipo de madeira com o qual se está trabalhando facilita muito a sua conservação e recuperação. Por isso, são utilizados alguns procedimentos, uns expeditos outros científicos.

5.1. - VULGAR (procedimento expedito – sem valor científico):

Alguns especialistas e outros conhecedores conseguem identificar através da cor, da própria casca, da textura e dureza do material. Deve-se tomar cuidado com as denominações vulgares, pois podem variar de uma região para outra.

5.2. - BOTÂNICA:

Método mais complexo, de difícil operacionalização, mas que garante maior precisão na identificação da espécie. Feito através da coleta de flores, frutos, folhas e sementes. A terminologia utilizada na identificação é científica.

Exemplo: *Araucária brasiliensis* (pinho do Paraná)

5.3. - MICROSCÓPICO E MICROGRÁFICO:

Deve ser retirada uma amostra localizada em trecho da peça pouco visível de aproximadamente 1 x 1 x 4 cm de onde são extraídas 3 lâminas de 10 a 60 μ com o micrótomo. As lâminas devem ser desidratadas e coloridas e comparadas, em um microscópio de 50x, com o atlas chave (no Brasil, o do IPT³ em São Paulo).

³ Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A

6 - PRODUÇÃO:

6.1. - CORTE:

É feito geralmente no inverno, (no Brasil, meses sem “r”) e na lua minguante (como os antigos faziam).

6.2. - TORAGEM:

Divisão da árvore em cilindros de 5 a 6 m para facilitar o transporte.

6.3. - FALQUEJO:

Remoção da casca.

6.4. - DESDOBRAMENTO:

Feito nas serrarias com serras alternativas, que se movimentam de cima para baixo, ou serras de disco. Pode ser feito um desdobramento normal, em pranchas paralelas tangencial aos anéis; radial ou em quartos, no plano de normal aos anéis; e também pode ser feito um desdobro misto.

6.5. - APARELHAMENTO:

Quando a madeira é aplainada. De onde são extraídas as peças comerciais: pranchão, prancha, tábua, viga, vigota, barrote, caibro, ripa, etc. (Nomenclatura PB-5R).

7 - PROPRIEDADES FÍSICAS:

Os principais fatores de influência das propriedades são a espécie a qual o vegetal pertence, massa unitária, umidade, densidade basal, defeitos, entre outros.

7.1. - CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (Norma Brasileira MB-26)

- **Umidade:**

É um dos principais fatores de influência sobre as propriedades da madeira. Para verificar a quantidade de água na peça pode-se fazer provas em laboratório com auxílio de uma estufa e um balança de precisão, utilizando a fórmula:

U = umidade
Mu = Massa úmida
Ms = Massa seca

$$U = \frac{Mu - Ms}{Ms} \times 100$$

A água contida na madeira pode ser proveniente de sua própria constituição (90% não seca) ou pode a chamada água de adesão, que penetra nos canais do tecido lenhoso.

MADEIRA	UMIDADE %
Verde	>30
Semi - seca	23
Comercialmente seca	18-23
Seca ao ar	12-18
Dessecada	0-12
Anidra	0

Por convenção a umidade média da madeira é considerada 15%, pois o nível de umidade em equilíbrio com o ambiente é em torno de 12 a 18%.

- **Retratilidade:**

É a propriedade que a madeira tem de, sob ação da umidade, mudar de dimensões, retraindo ou inchando.

- *Contração Volumétrica total:* perda percentual em volume.

Ct = Contração total
Vv = Volume saturado
Vo = Volume seco

$$Ct = \frac{Vv - Vo}{Vo} \times 100$$

- *Contração Volumétrica parcial:* relativa à umidade percentual existente.

Ch = Contração volumétrica parcial
Vh = Volume a determinado percentual de umidade
Vo = Volume seco

$$Ch = \frac{Vh - Vo}{Vo} \times 100$$

- *Coeficiente de retratibilidade*: variação de volume por mudança de 1% de umidade. Umidade com a Umidade Relativa do ambiente.

- Massa unitária ou específica aparente:
É a massa por unidade de volume aparente em um determinado teor de umidade.

$$\rho_h = \frac{M_h}{V_h}$$

MADEIRA	RESINOSAS (t/m ³)	FRONDOSAS (t/m ³)
Muito leves	0,4	0,5
Leves	0,4-0,5	0,5-0,65
Semi-pesadas	0,5-0,6	0,65-0,8
Pesadas	0,6-0,7	0,8-1,0
Muito pesadas	>0,7	>1,0

- Dilatação térmica:
A 0° C e a 0% de umidade.

Eixo	coeficiente
Axial	0,06 x 10 ⁻⁴
Transversal	0,515 x 10 ⁻⁴

- Condutibilidade térmica:
A madeira é um mal condutor, mas sua maior ou menor condutibilidade dependerá da umidade e da direção de suas fibras.

- Condutibilidade elétrica:
A madeira seca é praticamente um isolante de corrente elétrica, mas essa característica também pode variar segundo a direção de suas fibras.

- Durabilidade:
Capacidade de resistir aos ataques, fator que depende de sua densidade, da umidade ambiente, do desseivamento, e da natureza das essências e materiais tóxicos.

- Anisotropia:
Deve-se à orientação de suas fibras, deformando –se de acordo com 3 eixos principais, transversal, longitudinal radial e longitudinal tangencial.

-*Transversal*: Perpendicular às fibras e ao eixo maior.

-Londitudinal radial: Paralelo aos raios, perpendicular aos anéis de crescimento passando pelo centro.

-Londitudinal tangencial: Paralelo ao eixo maior do tronco, perpendicular aos raios. Tangencial aos anéis de crescimento sem passar pela medula.

8 - PROPRIEDADES MECÂNICAS:

Dizem respeito à capacidade de resistir aos esforços principais (no sentido das fibras): compressão, tração, flexão estática e dinâmica, e cisalhamento; e secundários (transversal às fibras): compressão, torsão e fendilhamento.

8.1. - COTAS DE QUALIDADE:

Qualificação da espécie e qualificação para um fim determinado.

$\sigma_{15} / \cdot 15^2$ Relação aproximadamente constante numa mesma espécie.

$$C_q = \frac{\sigma_{15}}{100 \cdot 15^2}$$

Variação de valores	
10-20	Resinosas
12,5-20	Fronosas duras
9-12	Fronosas moles

8.2. - COTAS ESTÁTICAS:

Relação com a mesma espécie.

$$C_{est} = \frac{\sigma_{15}}{100 \cdot 15}$$

Variação sistemática crescendo com a massa unitária

Valores mínimos	
8	Resinosas
7	Fronosas brandas
6	Fronosas duras

8.3. - COMPRESSÃO AXIAL (peças curtas): conforme MB-26

$$C_{cor} = \frac{\sigma_{10} - \sigma_{20}}{10} \times 100 \text{kgf/cm}^2 / 1\%h$$

Fórmula de correção:

$$\sigma_{15} = \sigma_h + C_{cor} (h-15)$$

8.4. - MÓDULO DE ELASTICIDADE:

É uma medida da resistência do material (isotrópico e homogêneo) à deformação elástica. É definido através da Lei de Hooke, válida no campo elástico:

σ = Tensão de deformação nominal

E = Módulo de elasticidade

e = deformação nominal

$$\sigma = Ee$$

8.5. - COMPRESSÃO AXIAL (peças longas):

Ao comprimir peças longas é preciso estar atento ao risco de flambagem.

8.6. - TRAÇÃO AXIAL:

Raramente uma peça rompe por uma tração pura, mas sim através de esforços combinados.

8.7. - FLEXÃO ESTÁTICA:

- Coeficiente de qualidade:

Verificação da capacidade da peça de trabalhar como viga

$$C_{af} = \frac{\sigma_{f15}}{100 \cdot f_{15}}$$

20-25	Apta para vigamento
15-20	Pouco apta
10-15	Não apta

- Modulo de elasticidade à flexão:

$$E = \frac{L^3 P}{4fbh^3} \text{ kgf/cm}^2$$

8.8. - FLEXÃO DINÂMICA, RISILIÊNCIA:

Em madeiras normais: risiliência e flexão estática tem valores próximos

8.9. - COMPRESSÃO TRANSVERSAL:

Sentido normal às fibras da madeira varia em função da direção do esforço, tangencial ou radial.

8.10. - TRAÇÃO NORMAL ÀS FIBRAS:

Aderência das fibras.

8.11. - FENDILHAMENTO:

Esforço de lascas a madeira a partir de um lado para descolar a fibra.

8.12. - CISALHAMENTO:

Pode ocorrer paralelamente, obliquamente ou normalmente às fibras, mas o que oferece menor resistência é o cisalhamento paralelo, sendo assim o mais comum.

11.13. - DUREZA SUPERFICIAL

Resistência a uma penetração localizada.

9 - DEFEITOS:

Os defeitos encontrados na madeira podem ser de diferentes origens. Devem ser avaliados no momento da escolha de um novo material para execução de próteses ou de novas peças.

9.1. - DE CRESCIMENTO:

- Nós:

Anéis que envolvem os ramos das árvores. Podem ser nós vivos, mortos, secos e viciados. É importante avaliar a presença de nós na peça, principalmente ao se tratar de uma peça estrutural, pois eles reduzem a resistência do material.

- Desvio do veio, fibras torcidas ou reversas

- Ventas ou gretas:

Deslocamentos entre fibras ou anéis.

- Esmoada ou quina morta:

Canto arredondado formado pela própria curvatura do tronco com proporção elevada de alburno (madeira branca).

9.2. - DE PRODUÇÃO:

As peças podem apresentar defeitos causados no momento do abate das árvores, por um corte mal feito ou por um desdobro inadequado.

9.3. - DEFEITOS DE SECAGEM:

Durante o processo de secagem o material pode ser danificado, por um retração excessiva por perda de água, causando rachaduras ou fendas ou causando abaulamento (encurvamento no sentido da largura da peça) ou arqueamento (no sentido do seu comprimento), os dois últimos geralmente ocorrem em peças de espessura bem inferior às outras dimensões (pranchões, pranchas).

10 - LEVANTAMENTOS E DIAGNÓSTICO

Etapa fundamental na aproximação ao objeto de estudo. Quando deve ser elaborada uma série de documentos que embasarão as decisões do projeto.

10.1. - LEVANTAMENTO CADASTRAL:

Documentação das características do terreno e do objeto de estudo, com as medidas precisas e localização de todos os elementos do conjunto.

10.2. - DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA:

Registro dos elementos que compõe o conjunto através de fichas com datas e locação das fotos.

10.3. - INVENTÁRIO DE ELEMENTOS ARTÍSTICOS MÓVEIS E INTEGRADOS:

Deverá ser preenchida ficha de inventário constando informações como categoria, iconografia, época provável de fatura, material empregado, dimensões, localização.

10.4. - PESQUISA HISTÓRICA:

Contemplando o processo de transformação do bem através do tempo e contando com auxílio de pesquisa iconográfica, para ajudar a entender as possíveis intervenções anteriores e/ou quais os tipos de danos foram ocasionados ao longo da história do bem.

10.5. - PROSPECÇÕES:

Devem ser realizadas para esclarecimentos quanto a intervenções, ou métodos construtivos, ou outros motivos que surjam durante a pesquisa, sempre buscando o menor dano possível para o bem.

10.6. - DIAGNÓSTICO:

Deverá ser feito um mapa constando todos os danos do edifício (incluindo o grau de deterioração), e indicadas as causas e agentes desses danos para que sejam apontadas as soluções cabíveis em cada caso.

11 – PROJETO DE INTERVENÇÃO

11.1. - PROJETO BÁSICO

Conjunto de elementos necessários para caracterizar os serviços que serão executados, elaborado sob as indicações das normas técnicas vigentes para o objeto em questão, assegurando a segurança e preservação do bem, a viabilidade técnica e o adequado tratamento do possível impacto ambiental. O projeto básico deve possibilitar a avaliação da proposta de intervenção e custo da obra, bem como a definição de métodos e prazo de execução.

Deste devem constar:

MEMORIAL DESCRITIVO:

- Proposta de Intervenção
- Proposta técnica
- Proposta de reutilização e mudança de uso
- Especificação de materiais e serviços

PROJETO DE ARQUITETURA:

- Peças gráficas

PROJETOS COMPLEMENTARES:

- Todos que se fizerem necessários. (estrutural, elétrico, hidro-sanitário, incêndio, telefonia, etc.)

11.2. - PROJETO EXECUTIVO

Conjunto de elementos que viabilizarão a execução completa da obra, de acordo com as normas vigentes.

12 - PRINCIPAIS CAUSAS DE DEGRADAÇÃO DA MADEIRA

12.1. - AGENTES BIOLÓGICOS:

Podemos dividir os agentes biológicos que causam danos a madeira em 3 grupos principais: microorganismos, insetos e xilófagos marinhos.

MICROORGANISMOS:

Atuam dentro das células atacando com enzimas que alteram o tecido da madeira.

- **Bactérias:**

Existe uma grande variedade de bactérias que atacam a madeira, mas as mais frequentes são as do gênero *Bacillus*. Os ataques se dão, principalmente, em meios de umidade elevada, trazendo sérios problemas a peça, pois as bactérias decompõem a celulose, a hemicelulose e a lignina presentes na madeira, causando o apodrecimento da peça.

- **Fungos:**

Organismos vegetais que não possuem clorofila, seus talos (micélios) são compostos de células entrelaçadas (hifas) que formam um emaranhado com aspecto de algodão. Essas células absorvem os nutrientes da madeira e os distribuem por difusão.

O desenvolvimento de uma colônia de fungos dependerá de alguns fatores essenciais como a umidade, ventilação, temperatura e um substrato adequado. A modificação de um desses fatores, ou todos, pode ser determinante no combate ao fungo, que, de um modo geral, só se desenvolve quando a madeira apresenta umidade acima de 20%, e podem ser eliminados a uma temperatura de 45°C.

As alterações causadas pelas diferentes espécies de fungos podem ser agrupadas em 5 categorias:

- **Podridão branca:** Quando a madeira atacada apresenta aspecto esbranquiçado devido à remoção do hidrato de carbono e da lignina. A madeira se torna mais clara e menos resistente que a madeira sadia. Aliada à alteração de cor e perda na resistência, há uma perda gradual de peso devido à destruição da celulose, hemicelulose e lignina.

- **Podridão Parda:** Nesse caso a madeira atacada adquire manchas escuras, pois os fungos atacam a celulose e deixam a lignina de cor marrom ou castanha. Somado a isso, surgem rachaduras perpendiculares, ao longo da direção das fibras, diminuindo drasticamente a resistência da peça. Também ocorre uma diminuição progressiva do peso.

- **Podridão Mole:** O ataque da madeira limita-se à sua superfície, dificilmente atingindo uma região com mais de 2cm de espessura. A camada superficial fica escura e quando úmida, fica amolecida e facilmente removível, quando seca apresenta características semelhantes às causadas pela podridão parda. Os fungos causadores desse tipo de podridão (ascomicetos e

deutromicetos), são adaptados para atacar em ambientes onde muitas vezes outras espécies não atacariam (umidade muito baixa ou muito alta), e são mais resistentes aos produtos protetivos da madeira.

- Fungos Manchadores: As manchas causadas podem ser derivadas da presença de hifas pigmentadas ou da liberação de pigmentos pelos fungos. Esses se alimentam de amido e açúcares presentes no lúmen das células de reserva da madeira. As manchas se limitam à região do alburno.

- Fungos Emboloradores: Comum em madeiras recém cortadas ou em condições úmidas O bolor às vezes aparece na superfície da madeira, é formado por uma massa de esporos produzida por fungos que se alimentam de reservas presentes nas células da madeira. Apresenta alta resistência a diversos preservativos.

É importante que seja retirada uma amostra de material para identificação precisa do agente causador do dano, o que facilitará a escolha do procedimento mais adequado. Como o ataque de fungos e bactérias está diretamente relacionado com a umidade, é imprescindível que o problema seja sanado para garantir que os procedimentos sejam eficazes.

O uso de madeiras tratadas nas edificações, ou a aplicação de protetivos são, na maioria das vezes, muito eficazes no combate aos microorganismos que atacam a madeira. Os produtos aplicados para prevenção contra insetos, que vemos em seguida, são muitas vezes eficientes contra os microorganismos.

INSETOS:

Os insetos xilófagos encontram no Brasil condições climáticas ideais, clima quente e úmido, para sua proliferação.

• Isópteros (cupins e térmitas):

Insetos da ordem *isoptera* (de asas idênticas) se organizam em colônias formadas por operários (que atacam a madeira para retirada do alimento e distribuição aos outros da colônia), reprodutores e soldados. Sua alimentação básica é celulose. De corpo muito frágil, os cupins não resistem à luz ou às ações do tempo, ficando sempre escondido. Podem ser, simplificadaamente, divididos em dois tipos:

- Cupins de madeira: a colônia fica localizada na peça e em geral é pouco populosa. Cavam galerias perpendiculares as fibras da madeira e as mantém fechadas com excrementos. A eliminação é mais simples.

- Cupins de solo: Mantém populosa colônia no solo ou em madeira no solo, de onde saem através de túneis de terra que constroem para protegerem-se da luz e do ar, mantendo-se em ambiente escuro e úmido mesmo fora do solo. Ao atingirem a madeira cavam galerias paralelas às fibras. O extermínio do cupim de solo é mais complexo, pois a localização da ninheira

nem sempre é tarefa fácil. Já existem tratamentos que utilizam iscas de celulose impregnada de anticoncepcionais que são levadas pelos operários até a colônia. Um acompanhamento é feito até que a isca se mostra intacta, sinal que a colônia foi eliminada, mas esse é um tratamento muito caro, por isso ainda é pouco utilizado, sendo mais comum, a aplicação de preservativos nas peças e no solo próximo ao monumento.

- Coleópteros (brocas):

Insetos da ordem *coleoptera* possuem dois pares de asas, as anteriores são duras e funcionam como estojo para o outro par.

Os representantes da ordem que tem maior importância no que diz respeito à destruição são:

- *Cerambycidae*: (uma das maiores famílias) atacam tanto madeiras vivas, quanto secas ou degradadas.

- *Lyctidae*: Atacam madeira seca.

- *Anobiidae*: Também atacam madeira seca.

Os resultados de grandes ataques desse tipo de insetos podem ser de extrema gravidade, uma vez que as larvas cavam grandes galerias em diversas direções formando um denso emaranhado que compromete a resistência mecânica do material.

Sua alimentação básica é formada por açúcares, amidos e nitrogênio. O ataque pode ser detectado, geralmente em estágio avançado, pela presença externa de pó fino, ou, em lugares silenciosos, pode-se ouvir as larvas de maiores dimensões escavando as galerias.

Uma temperatura entre 22°C e 27°C, uma umidade relativa em torno de 50 a 60% (condições muito comuns no Brasil), fazem parte de uma situação ideal para o desenvolvimento destes insetos.

XILÓFAGOS MARINHOS:

A madeira não protegida e em contato com a água do mar, ou submersa nesta, pode sofrer ataque de uma variada fauna marinha, que nos casos mais drásticos pode acabar com a peça em um ou dois anos.

Entre os principais inimigos marinhos da madeira estão moluscos, como o Teredo, e os crustáceos, como os do gênero *Limnoria*, que vivem em águas litorâneas e tropicais.

- Moluscos:

Perfuram a madeira com suas conchas, instalando-se na peça sob o estado de larva, inicialmente por um orifício minúsculo, mas conforme crescem,

aumentam o diâmetro do orifício de entrada. Interiormente a madeira é rapidamente perfurada, restando apenas uma casca externa intacta.

- Crustáceos:

Atacam em grande número cavando galerias que aparecem em anéis da madeira mais mole com pequeno diâmetro e pouca profundidade, mas que se cruzam no interior da peça causando uma descamação da madeira e exposição da nova face a um novo ataque. Há então uma diminuição progressiva da seção da peça, que acaba por provocar seu colapso.

Na prevenção contra os xilófagos marinhos deve-se prever revestimentos resistentes, nos trechos exposto às variações de maré, como tratamento com alcatrão, pintura a óleo à base de chumbo ou cobre, de acordo com a situação, ou utilizar madeiras tratadas com substâncias tóxicas aos xilófagos, como o creosoto, que é utilizado universalmente.

PROTEÇÃO CONTRA ATAQUES BIOLÓGICOS:

- Impregnação com substâncias tóxicas:

- Sem pressão: pode ser feita através de pincelamento, aspersão ou por imersão no produto.

Exemplo: Um procedimento expedito para imersão das peças pode ser realizado no canteiro, cortando um tonel ao meio e soldando as duas metades para formar uma calha onde o produto deve ser despejado e mergulhadas as peças de madeira.

- Sob pressão: (procedimento industrial – autoclave) Esse método facilita a impregnação do preservativo, e pode ser feito através do procedimento de células cheias (Bethell) que utiliza o vácuo, ou de células vazias (Rueping) que faz o preservativo penetrar sob pressão (aquecendo).

Em ambos os métodos, tanto com, quanto sem pressão deverá ser avaliado o estado da peça, verificando sua capacidade de resistir ao processo, ou as características de cada produto químico, checando as possíveis alterações de resistência ou estéticas do objeto a ser trabalhado.

- Preservativos:

Os preservativos usados em madeiras são substâncias químicas que necessitam de um veículo, ou solvente, para penetrarem na madeira. Uma vez que o produto esteja no interior da peça é desejável que o veículo não mais apareça. Os mais utilizados são a água e o óleo, existindo assim dois tipos principais de preservativos:

- Hidrossolúveis: são produtos compostos por sais solúveis em água. Recomendados para usos internos, pois mesmo após aplicados podem ser facilmente removidos pela ação das chuvas.

Exemplo: - CCA (arsenato de cobre cromatado): contra cupins e fungos, deve ser aplicado sob pressão em madeiras secas.

- Óleo solúveis: utilizam o óleo como solvente.

Exemplos: - Creosoto – um dos preservativos mais conhecidos, mas apresenta algumas desvantagens como alteração cromática, forte odor, não permite pintura posterior a sua aplicação.

- Pentaclofenol – foi muito utilizado, mas atualmente está proibido por lei, por ser altamente tóxico também para o organismo humano.

OBS: Não foram listados aqui nomes de produtos, propositalmente, pois existe uma grande variedade no mercado. O ideal é que seja feita uma boa pesquisa assim certamente será encontrado o produto mais adequado para cada caso. É sempre importante frisar que as recomendações do fabricante devem ser seguidas corretamente, para evitar acidentes, pois se trata de produtos altamente tóxicos.

12.2. - AGENTES FÍSICOS:

Além dos agentes biológicos, podem ocorrer problemas de ordem física com as peças de madeira, como:

- Umidade :

Geralmente fator combinado com os ataques biológicos.

- Intemperismo:

A ação da incidência solar pode acarretar o ressecamento da peça de madeira, ou a ação das chuvas pode lixiviar componentes como lignina e a celulose.

- Incêndios:

A ação do fogo é um problema recorrente no meio do patrimônio brasileiro.

- Produtos químicos:

A poluição vem sendo, cada vez mais, apontada como agente de degradação de estruturas patrimoniais, a combinação de diferentes produtos pode trazer sérias conseqüências para essas estruturas ao longo do tempo.

Alguns problemas acima citados podem ser resolvidos através de soluções arquitetônicas adequadas, como beirais mais generosos que protejam as esquadrias, ou colocação de cortinas numa sala onde o piso de madeira está ressecado, em outros casos o simples reparo na cobertura pode ser suficiente para solucionar um problema de umidade. Nos casos de incêndio é preciso estar atento às recomendações da legislação para os dispositivos prediais e pesquisar no mercado o ignífugo (produto que impede a propagação do fogo) que mais se adequa a realidade do seu projeto de restauração.

13 - NO CANTEIRO DE OBRA:

Assentado o barracão de obras e feitas as instalações do canteiro é preciso seguir um roteiro para garantir um bom andamento dos serviços.

13.1. - ARMAZENAMENTO DAS PEÇAS DE MADEIRA

As peças de madeira devem ser armazenadas no canteiro afastadas do solo, em local fresco e ventilado, longe da ação do sol e da chuva, guardando um espaçamento entre elas através de taliscas que permitem o empilhamento com uma melhor aeração e manutenção das peças contra umidade e possíveis empenamentos.

13.2. - ESCORAMENTO:

Deverão ser escoradas todas as peças, sejam elas estruturais ou não, que corram o risco de colapso, para garantir a segurança dos trabalhos e do próprio patrimônio. Podem ser utilizadas escoras metálicas ou de madeira, devendo ser escolhido o tipo mais adequado a cada situação.

13.3. - LIMPEZA E REMOÇÃO:

Todo material espúrio que estiver depositado no canteiro deverá ser removido, bem como a vegetação oportunista que estiver instalada dentro do perímetro dos trabalhos, as peças deverão ser limpas para permitirem a avaliação do seu real estado de conservação. Nos casos onde o tratamento das peças (pintura, verniz ou cera) estiver deteriorado, este deverá ser removido para posteriormente ser reaplicado.

Existem vários procedimentos para remoção dos tratamentos deteriorados das peças de madeira. Os critérios de escolha variam de acordo com as condições da peça, do material disponível e da organização do canteiro.

- **Soprador Térmico e espátula:**

Procedimento que utiliza um aparelho elétrico semelhante a um secador de cabelo, que sopra ar quente e descola a película de tinta ou verniz do substrato, esta deve ser removida com uma espátula.

- **Espátula e lixa:**

Procedimento de remoção mecânica, devendo ser realizado com cautela para não danificar o substrato com uma abrasão excessiva.

- **Maçarico:**

Trata-se de um procedimento perigoso, mas utilizado em alguns casos, onde o maçarico é alimentado por um bujão de gás. A película é amolecida pelo fogo e se desprende do substrato. Este é um procedimento desaconselhado, pois além de ser perigoso para o operador, pode, se não for feito corretamente, queimar ou ressecar a peça.

- **Solvente:**

Este é um método mais lento e trabalhoso, mas em casos onde a peça estiver fragilizada é o mais recomendado. Antes da aplicação do produto com um pano ou algodão, devem ser feitos testes para identificar o solvente

mais adequado, sempre em locais pouco visíveis e abrangendo a área mínima necessária para verificação de sua eficácia.

13.4. - SUBSTITUIÇÃO:

Feita uma limpeza inicial, uma análise mais profunda deverá ser realizada, quando então são removidas as peças que não têm condições de ser recuperadas, se for o caso de uma peça estrutural deverá ser feito um projeto de escoramento provisório até que a peça seja substituída por uma nova. Em alguns casos, esquadrias, pisos, forros, painéis, é necessário o desmonte da estrutura para realização dos serviços. Deverá ser então realizada uma catalogação minuciosa das peças e identificação individual para que cada uma volte para o seu devido lugar.

As peças que não tiverem condições de recuperação deverão ser substituídas por outras, se possível, utilizando o mesmo tipo de madeira (por isso é tão importante a pesquisa). Em certos casos, apenas uma parte da peça está comprometida, deverá então ser feita uma prótese, (na mesma madeira) e fixada no local.

- **Próteses:**

As próteses poderão ser fixadas através de encaixes como o rabo de andorinha, semblaturas em meia madeira, ou com placas e pinos de aço inoxidável. Existe ainda a técnica do parchettagio, usada para peças mais delicadas, minimizando os efeitos da anisotropia, trata-se de uma montagem com pedaços de madeira de dimensões reduzidas posicionadas com as fibras em direções diversas, diminuindo assim as possíveis deformações sofridas pela peça.

Para faceamentos e colagens devem ser utilizadas resinas polivinílicas ou resina epóxi se a peça for estrutural.

Nunca é excessivo recordar que a madeira utilizada deve ser seca e tratada.

13.5. - REFORÇOS:

Muitas vezes a melhor solução para as peças comprometidas não é a sua substituição, e sim o reforço. Pode ser pelo seu valor histórico, ou estético, ou por suas dimensões, ou pelas condições de trabalho que inviabilizam a remoção e substituição, o que importa é que existem outros meios:

OBS: No caso de peças estruturais é preciso um projeto específico.

- **Aumento da resistência por injeção de material:**

Nos casos onde as peças sofreram ataque de insetos ou encontram-se fragilizadas pelos vazios internos, é possível injetar cola PVA ou resina de poliéster para preencher os espaços e aumentar sua resistência. Nunca devem ser utilizadas resinas epoxídicas ou acrílicas para preenchimento, a primeira se contrai após catalisar e a segunda se dilata podendo causar novos estresses a peça já fragilizada.

Este é um procedimento irreversível, uma vez que o produto está dentro da peça dificilmente ele poderá ser removido sem que esta seja danificada. Por tanto, antes de se chegar a essa solução, outros meios devem ser avaliados, só devendo ser utilizado esse método em último caso.

- **Aumento da resistência por aumento da seção:**

Podem ser utilizados reforços de madeira fixados à peça para aumentar a sua resistência. Dependendo da solicitação os reforços são adicionados nas laterais, ou nas faces inferior ou superior da peça. A fixação pode ser feita através de resinas polivinílicas ou resina epóxi (peça estrutural) e inserção de tarugos de madeira, ou com placas e pinos de aço inoxidável.

- **Aumento da resistência por inserção de elementos metálicos:**

Podem ser utilizados reforços metálicos (aço inoxidável) inseridos na peça de madeira, como barras, ou externos, como tirantes.

13.6. - ELIMINAÇÃO DOS AGENTES:

Durante a execução do projeto foram identificados os agentes que causaram ou continuam causando os danos encontrados.

É imprescindível que todos sejam eliminados, pois sem isso não há garantia de durabilidade dos serviços. Deve ser feita então uma verificação de que todos foram sanados, inclusive os agentes biológicos, como os insetos xilófagos que devem ser exterminados.

13.7. - DESINFESTAÇÃO E IMUNIZAÇÃO:

O próprio procedimento de desinfestação pode ser também o de imunização, quando são aplicados preservativos nas peças. Mesmo nos casos onde não há problemas de ataques de organismos xilófagos, devem ser aplicados protetivos nas peças existentes e novas (caso não venham já com tratamento). O método escolhido para aplicação deve ser o mais adequado para a obra em questão, podendo ser por aspersão, por imersão, por pincelamento, ou outro considerado mais conveniente. Existem ainda os casos em que deve ser feita uma barreira no solo ao redor do monumento, com a injeção de preservativos. Para esse fim nunca poderão ser utilizados os produtos hidrossolúveis, pois a ação das chuvas espalhará o produto no solo, podendo contaminar lençóis freáticos além de destruir a barreira química.

13.8. - TRATAMENTO FINAL:

- **Obturações:**

Para corrigir imperfeições, ou preencher gretas ou outras falhas na peça, pode ser utilizada uma mistura de serragem, ou pó de madeira, mais cola de carpinteiro ou PVA, aplicada e lixada estará pronta para receber o tratamento final.

Para aplicação de pintura ou verniz a madeira deverá estar limpa, seca, lixada, isenta de graxas ou óleos. Seus nós, ou se for o caso de uma madeira resinosa, devem ser selados com verniz sintético.

- Pintura:

- Tinta à base de óleo: Pode ser utilizada no interior ou exterior, proporciona um acabamento liso, brilhante e de boa resistência às intempéries. A peça deverá receber uma aplicação prévia de 'primer', conforme a recomendação do fabricante.

- Esmalte Sintético: De uso geral em interior ou exterior, proporciona um acabamento liso, brilhante e de boa resistência às intempéries. A peça deverá receber uma aplicação prévia de 'primer', conforme a recomendação do fabricante.

- Verniz:

- Poliuretano: verniz à base de poliuretano alifático, brilhante, incolor, forma uma película lisa e dura, impermeabiliza a superfície e a torna resistente às intempéries. Se após a aplicação surgirem manchas esbranquiçadas isso indica a presença de umidade no substrato.

- Verniz à base de resinas alquídicas: acabamento brilhante, resistente a intempéries, o próprio verniz deve ser utilizado como selador da madeira. Aplicação final deve ser feita em duas demãos com lixamento leve entre elas e intervalo mínimo de 12 horas.

- Goma-laca: Produto de origem animal. Dissolvida em álcool etílico forma um verniz para madeiras, que deve secar rápido e formar uma camada fina, dura, lisa, incolor e brilhante.

- Cera:

A peça deve estar limpa e seca para receber o enceramento.

- Carnaúba: Cera natural, solúvel em aguarrás ou essência de terebentina, aplicar com uma flanela e polir manualmente ou com ferramenta elétrica.

- Parafina + cera de abelha: acrescentar partes iguais e mais um pouco de cera de carnaúba (mais cara), derreter em Banho Maria, tirar do fogo e acrescentar o solvente (aguarrás ou essência de terebentina) até formar uma pasta. Aplicar com flanela e polir.

OBS: As recomendações dos fabricantes devem ser sempre seguidas, para garantir a segurança dos trabalhadores e do monumento.

14 - CONSIDERAÇÕES FINAIS:

As recomendações do projeto devem ser sempre seguidas e todas as etapas da obra devem ser devidamente documentadas através de registro fotográfico e diário de acompanhamento da obra. Caso surjam dúvidas no decorrer dos serviços, estas devem ser sempre levadas ao conhecimento da fiscalização, para que as soluções encontradas sejam sempre um acordo entre as partes e não um arbítrio unilateral.

As respostas quanto aos procedimentos de restauração são infinitas, o que é preciso é encontrar aquela mais adequada para o caso em questão, para tanto é preciso bom senso e respeito ao objeto de trabalho.

15 - BIBLIOGRAFIA:

- BARDI, P.M. *A Madeira desde o Pau-Brasil até a Celulose*. Banco Sudameris Brasil S/A., 1982.
- BRASIL, MINC, IPHAN, DEPROT. *Roteiro para apresentação de Projeto Básico de Restauração do Patrimônio Edificado* in *Manual do IPHAN*. Rio de Janeiro: DEPROT/ Divisão de Apoio Técnico, 2000.
- BRASIL, MINC, IPHAN, DEPROT. *Roteiro para apresentação de Projeto Executivo de Restauração do Patrimônio Edificado* in *Manual do IPHAN*. Rio de Janeiro: DEPROT/ Divisão de Apoio Técnico, 2000.
- BRASIL, MINC, SPHAN, FUNDAÇÃO NACIONAL PRÓ-MEMÓRIA. *Manual Técnico1: Madeira, Características, Deterioração, Tratamento*. Brasília: SPHAN.
- CABRAL, Oswaldo R. *Os Açorianos*. Florianópolis. 1951.
- HOUAISS, Antônio. VILLAR, Mauro Salles. *Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa*. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001. 2952p.
- ICOMOS. *Recommendations for the Analysis, Conservation and Structural Restoration of Architectural Heritage*. Paris: 2001
- LEMOS, Carlos A.C. *Alvenaria Burguesa*. São Paulo: Nobel, 1985.
- OLIVEIRA, Mario Mendonça de. *Tecnologia da conservação e da restauração: materiais e estruturas: roteiros de estudos*. / Mario Mendonça de Oliveira: - Salvador: Mestrado em Arquitetura e Urbanismo da UFBA/ PNUD/ UNESCO, 1995.
- REIS, Nestor Goulart. *Evolução Urbana do Brasil 1500/1720*. São Paulo: Pini, 2001.
- SOUZA, Laura de Mello e (org.). *História da Vida Privada no Brasil: cotidiano e vida privada na América portuguesa*. São Paulo: Companhia das Letras, 1997.
- SZÜCZ, Carlos Alberto. *A Madeira nas Estruturas (notas de aula)*. Florianópolis: UFSC, 1995.
- VASCONCELLOS, Sylvio de. *Arquitetura no Brasil: Sistemas Construtivos*. Belo Horizonte: UFMG, 1979.