
Madeira: Uso e Conservação

Armando Luiz Gonzaga

Programa Monumenta

Cadernos
Técnicos

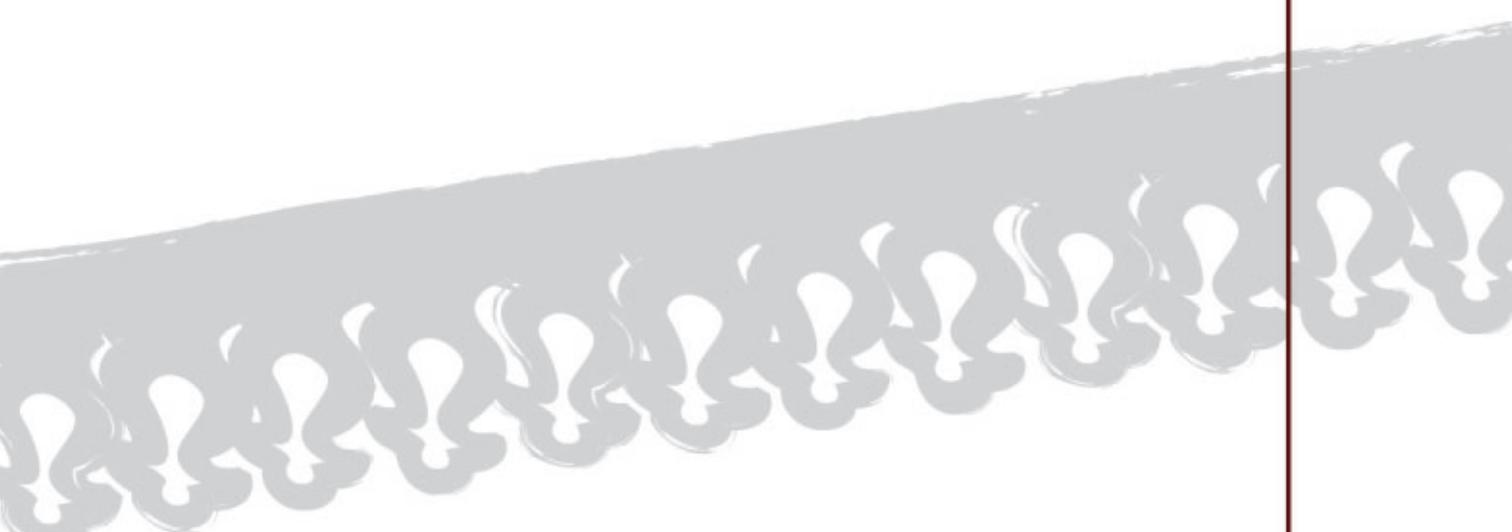
6

***Madeira:
Uso e Conservação***

Armando Luiz Gonzaga

Cadernos
Técnicos

6



CRÉDITOS

Presidente da República do Brasil

Luiz Inácio Lula da Silva

Ministro de Estado da Cultura

Gilberto Passos Gil Moreira

Presidente do Instituto do

Patrimônio Histórico e Artístico Nacional

Coordenador Nacional do Programa Monumenta

Luiz Fernando de Almeida

Coordenação editorial

Sylvia Maria Braga

Edição

Caroline Soudant

Copidesque, preparação e revisão

Denise Costa Felipe

Diagramação

Cristiane Dias / Priscila Reis (assistente)

Ilustrações

EMYO Comunicação & Design (coloridas)

Fausto Cavichioli (p&b)

Fotos

Juan Pratginestós

Marco Antônio Galvão

Capa

Detalhe de lambrequim de residência em Antônio Prado - RS

G624m Gonzaga, Armando Luiz
Madeira: Uso e Conservação / Armando Luiz Gonzaga.
Brasília, DF: IPHAN/MONUMENTA, 2006.
246 p. : il. ; 28 cm. – (Cadernos Técnicos; 6)

ISBN – 978-85-7334-035-8

ISBN – 85-7334-035-5

1. Madeira – uso e conservação. I. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. II. Título. III. Série.

CDD – 363.7

HOMENAGENS

Aos mestres carpinteiros navais:

Adalberto Gründler da Costa (*in memoriam*).

Alcino de Souza (*in memoriam*).

Que me ensinaram as artes da construção naval em madeira.

AOS PADRES

José Francisco Montenegro, S.J.

Raulino Reitz (*in memoriam*).

Que me ensinaram a amar a ciência botânica.

HOMENAGEM ESPECIAL

Ao prof. Cyro Correa Lyra, mentor deste manual, cuja confiança e principalmente insistência me obrigaram a assumir este desafio. Poucos sabem o quanto já fez pelo Patrimônio Histórico de Santa Catarina. A ele rendo especial homenagem e a minha admiração.

AGRADECIMENTOS

A minha esposa Anide, incansável digitadora e permanente estímulo ao meu trabalho.

Ao meu cunhado Fausto, responsável pelos desenhos que ilustram o manual.

A eles, meus agradecimentos e o reconhecimento do quanto representaram para a conclusão desta obra.

SUMÁRIO

Prefácio	11
Apresentação	13
Introdução	15
Nota importante	16
1. Botânica e anatomia da madeira	17
Botânica	19
Gimnospermas	19
Angiospermas	20
Famílias produtoras de madeira	20
Anatomia da madeira	21
Diferenças anatômicas entre coníferas (gimnospermas) e folhosas (angiospermas dicotiledôneas)	23
<i>Coníferas</i>	23
<i>Folhosas</i>	24
Os desenhos da madeira e sua beleza	26
Anéis/camadas de crescimento	26
Raios	27
Fibras	27
Cores, manchas e riscos	28
Contraste entre tecidos	28
2. A química da madeira	29
Elementos constitutivos da madeira	31
Celulose	31
Hemiceluloses	32
Lignina	33
Extrativos	33
3. Classificação comercial	35
Madeiras de pinho	37
Pínus	37
Pinho	38
Madeiras de lei	39
Madeiras nobres	40
Madeiras de qualidade	41
Dimensões comerciais mais utilizadas	42
4. Degradação da madeira	43
Fatores não biológicos	45
Combustão	45
Intemperismo (<i>weathering</i>)	45
Regras básicas para a proteção da madeira sujeita às intempéries	46

Fatores biológicos	46
Bactérias	46
Insetos	47
<i>Brocas</i>	47
<i>Cupins</i>	47
Fungos	48
Xilófagos marinhos	49
<i>Fungos</i>	49
<i>Perfuradores</i>	49

5. Tratamentos, preservantes e secagem **51**

Preservação da madeira	53
Tratamentos naturais ou não industriais	54
Água do mar	54
Betume	54
Carbonização superficial	54
Cera de abelha	54
Cera de carnaúba	54
Época do corte	54
Óleo de linhaça	55
Preservantes industrializados	55
Alcatrão	55
Alvaiade	55
Carbolineum	55
ACA	55
CCA	55
CCB	56
Creosoto	56
Pentaclorofenol	56
Tintas "envenenadas" à base de cobre e chumbo	56
Zarcão à base de chumbo	56
Zarcão à base de óxidos de ferro	56
Novos produtos	57
Naftenato de cobre	57
Piretrina	57
Preventol OF	57
Quelato de cobre	57
Sais de amônio	57
Quadro de resumo dos preservativos	58
Proteção ao aplicador	58
Tratamento contra fogo	58
Métodos de tratamentos biológicos	59
Métodos de aplicação	59
Secagem	61
Secagem natural	62
Secagem artificial	63

<i>Secadores</i>	63
<i>Estufas</i>	63
Deformações decorrentes da secagem	63
<i>Empenamentos</i>	64
<i>Rachaduras</i>	66
<i>Encruamento</i>	67
<i>Colapso</i>	67
<i>Derrame</i>	67
Pontos de saturação das fibras	67
Retração e dilatação	68
O "trabalhar" da madeira	69
6. Madeiras de reflorestamento e compósitos	71
Madeiras de reflorestamento	73
Compósitos da madeira	74
Lâminas	75
Partículas	75
Fibras	75
7. Usos específicos da madeira	77
Arco	79
Assoalho	79
Cavernas naturais e cozidas	80
Cavilhas	81
Emendas e vigas	83
Escada de mão	84
Espiga	84
Junções	85
Ensamblagens/encaixes/junções	86
<i>Contato</i>	86
Outras ensambladuras/uniões/junções	87
Macetes e cabos de ferramentas	87
Mão-francesa	88
Palitos	89
Telhado ou cobertura	90
Terças	90
Caibros	92
Ripas	92
Pontalete	93
Tesoura	94
Madeiras para vigamentos	95
União/contato	96
Pregos e parafusos	98
Pregos e cravos	98
<i>As medidas dos pregos</i>	99
<i>Recomendações sobre uso de pregos</i>	100

Parafusos	104
<i>Dimensões/bitolas</i>	105

8. Acabamentos, cuidados e recomendações gerais **107**

Acabamentos	109
Breu	109
Calafeto	109
Colas	111
Cola animal	111
Colas sintéticas	111
<i>De um só componente</i>	112
<i>De dois componentes</i>	112
Cola massa	112
Massas	112
Massa de cola	112
Massa de vidraceiro	113
Pinturas	113
Vernizes	114
Tingimentos ou velaturas	114
<i>Outros tingimentos</i>	114
Envelhecimento	115
Polimento	115
Cuidados	116
Pontos vulneráveis à umidade nas edificações	116
<i>Umidade do solo</i>	116
<i>Umidade por infiltração de água</i>	117
<i>Outras causas de infiltração</i>	119
Recomendações gerais no uso da madeira	121
Alburno	121
Batimento	121
Cerne	121
Farpas	121
Furação	121
Madeira seca ou úmida?	122
Pilares	122
Pisos	122
Segurança	123
Tratamento	123
Vulnerabilidade	123
Enfrentando a anisotropia	125
Piso industrial	125
Convés ou deque fechado	126
Compensando o encaçamento	126
Calculando a contração	127

9. Fichas técnicas das madeiras de lei	129
Introdução	131
“Relação de madeiras indicadas para construção naval”	132
Fichas técnicas das madeiras	133
Acapu (1)	134
Acariúba ou Acariquara (2)	136
Aguano ou Mogno-brasileiro (3)	138
Anauerá (4)	140
Andiroba (5)	142
Angélica (6)	144
Angelim-rosa (7)	144
Angico-preto (8)	146
Angico-vermelho (9)	148
Araracanga (Peroba) (10)	150
Araribá-rosa (11) /Canela-tapinhoã (51)	152
Balata (verdadeira) ou Maçaranduba (12)	154
Baru ou Cumbaru (13)	156
Braúna (14)	158
Cabriúva-vermelha ou Bálsamo (15)	160
Canafistula (16)	162
Canela-parda (17)	164
Canela-preta (18)	166
Canjerana (19)	168
Casca-preciosa (20)	170
Castanha-do-pará ou Castanheira (21)	172
Cedro (22)	174
Cinco-folhas ou Caroba-branca (23)	176
Coataquiçauá ou Roxinho (24)	178
Copaíba ou Pau-óleo (25)	180
Cumarú (26)	182
Cupiúba (27)	184
Freijó (28)	186
Guarajuba (va) (29)	188
Guariúba (30)	190
Guatambu ou Peroba (31)	192
Gonçalo-alves ou Maracatiara (32)	194
Ipê-pardo (33) e Pau-d’arco-amarelo (41)	196
Ipê-tabaco (34)	198
Itaúba (35)	200
Jacarandatã ou Jacarandá-pardo (36)	202
Jacarandá-violeta ou Caviúna (37)	204
Jatobá (38)	206
Louro-pardo (39)	208
Muirapiranga (40)	210

Vinhático (42 e 43)	212
Pau-pérola ou Groçai-azeite ou Jaúna ou Pijuneirana (44)	213
Pequirana-da-terra-firme (Pequi) (49)	214
Peroba-de-campos (50)	216
Saguaraji (52)	218
Sapupira ou Sucupira (53)	220
Sapupira ou Sucupira-parda ou Sucupira-preta (54 e 55)	222
Tajuva ou Amoreira (56)	224
Tapaipuna ou Angélica-do-pará (57)	226
Tapinhoã (58)	226
Tatajuba ou Tatajuva (59)	228
Timboúva (ou Fava-de-rosca) (60)	230

Glossário	232
------------------	------------

Abreviaturas e siglas	239
------------------------------	------------

Referências bibliográficas	240
-----------------------------------	------------

PREFÁCIO

Com a edição deste manual, o Programa Monumenta vem preencher grave lacuna nas fontes bibliográficas disponíveis para aqueles que trabalham na conservação e restauração de bens edificados de valor cultural.

A construção tradicional brasileira tem na madeira seu material mais nobre, diferentemente do que ocorre na Europa onde se alcançou o auge da expressividade artística com os trabalhos de cantaria. No Velho Mundo, a pedra, notadamente o mármore, constituiu a matéria-prima adotada pelos grandes mestres artífices, enquanto no Brasil, os trabalhos em madeira das igrejas barrocas, verdadeiros palácios do período colonial, revelam nossos momentos de maior expressão artística. Seja no trabalho de talha e escultura presente nos altares, retábulos, imagens e forração de paredes e tetos, seja no trabalho de marcenaria de portas, soalhos, balaustradas e divisórias treliçadas, seja, finalmente, na carpintaria complexa de armação dos extensos telhados. Mas da madeira valia-se também a população humilde ao erguer suas casas em taipa de mão, para os esteios e paus-a-pique das paredes de vedação; portas e janelas; frechais, caibros e ripas da armação do telhado.

Na fase de conquista do território, a extraordinária riqueza das florestas litorâneas é que financiou o empreendimento colonial. Objeto de exploração das primeiras décadas, o pau-brasil foi nosso primeiro produto de exportação, além de ter inspirado o nome da terra a colonizar. Sugeriu também a designação de brasileiros para os nativos da terra, inicialmente adotada para aqueles que trabalhavam na exploração do pau-brasil, ofício principal a que se dedicaram os conquistadores nos primórdios da nação.

O conhecimento técnico do corte e do entalhe que detinham os colonizadores portugueses juntou-se à sabedoria dos indígenas quanto às características das madeiras nativas, criando uma cultura bastante específica. Identificadas as qualidades de cada espécie, diversificou-se seu emprego para as múltiplas demandas, ao mesmo tempo em que se estabelecia uma hierarquia. Separavam-se as mais espécies mais nobres para a arte do mobiliário, exercida não só aqui, mas também além-mar, o que terminou por divulgar as qualidades de durabilidade e beleza da madeira brasileira nos países europeus.

No atual panorama de devastação de nossas florestas, tornou-se a “madeira de lei” espécie rara, exigindo muito critério e parcimônia de quem dela se utiliza. Por isso, está entre os objetivos deste manual fornecer ao leitor informações sobre as qualidades das madeiras disponíveis no mercado e as diferentes vocações de uso de cada espécie.

O manual começa por apresentar as características físicas e químicas da madeira e sua classificação comercial. Em seguida são relacionados os fatores que levam à sua degradação, os diversos sistemas empregados para seu tratamento e preservação, bem como as alternativas ao uso das espécies nativas: as madeiras de reflorestamento e os compósitos. Os capítulos subseqüentes abordam o emprego prático da madeira, não só para a construção civil como para a naval, e os cuidados necessários ao acabamento das peças. Fecham o manual um fichário das madeiras de lei e um glossário dos termos empregados.

Falta, entretanto, dar ao leitor uma explicação a respeito das constantes referências ao emprego da madeira na carpintaria naval que se fazem ao longo do manual. Justifica-se: é nas embarcações que as madeiras são submetidas às mais difíceis provas. Por essa razão, a arte de sua construção exige conhecimento técnico e habilidade de execução muito maior do que nos outros ramos da carpintaria, como observou Armando Gonzaga:

*"Na carpintaria naval a grande dificuldade é que quase não existem linhas retas, ou ângulos no esquadro: todas as linhas são curvas, todos os ângulos são marcados na suta, medidas a compasso, escantilhões precisos e curvas naturais."**

Vale observar que o carpinteiro naval era pessoa obrigatória na composição da equipagem das caravelas e naus que atravessavam o Atlântico. O que significa que muitas expedições colonizadoras valeram-se em terra firme desse profissional para a construção dos primeiros assentamentos. Coube a ele inaugurar a atividade construtiva no Novo Mundo ao erguer a cruz para a primeira missa, as paliçadas de defesa, as paredes e coberturas das primeiras casas.

É necessário finalmente apresentar o criador deste manual. Armando Gonzaga formou-se em 1955 na Escola Naval e permaneceu na Marinha por mais dez anos, encerrando sua carreira no posto de Capitão-de-Corveta. Foi em sua última missão na Marinha, na direção do Estaleiro de Construção Naval do 5º Distrito Naval, em Florianópolis, que o autor veio a se apaixonar pela arte do aproveitamento da madeira. Competia-lhe, então, coordenar as atividades de construção e conservação de embarcações tais como escaleres, lanchões de carga e baleeiras.

Na reserva pôde aprofundar-se na xilotecnia, vindo a ministrar cursos sobre a madeira e sua aplicação na construção civil. Ao conhecer o chefe do 4º Distrito do IPHAN, o arquiteto Luiz Saia, no final da década de 60, tornou-se um colaborador do Patrimônio, prestando enorme auxílio – absolutamente gratuito, diga-se de passagem – nas obras que se iniciavam naquele momento para a restauração das fortalezas catarinenses.

Entre as diversas ações que empreendeu em defesa do patrimônio cultural devo ainda mencionar sua iniciativa, no início dos anos setenta, de impedir a demolição do forte de Santa Bárbara, em Florianópolis, condenado ao desaparecimento pelo plano viário da cidade. Armando Gonzaga convenceu o prefeito a mudar o traçado urbano, com o desvio da avenida que passaria sobre o monumento. Alguns anos depois, esse forte seria tombado pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional.

Cyro Corrêa Lyra

* Armando Gonzaga. O estaleiro naval de Florianópolis em 1961. In. *Mar à vista*, publicação do 5º Distrito Naval. Florianópolis, março 2002.

APRESENTAÇÃO

Durante séculos, desde o início das grandes navegações, o carpinteiro naval sempre integrou todas as tripulações dos navios construídos de madeira. A participação desses profissionais era indispensável nos trabalhos de conservação e reparos das embarcações.

Carpinteiros navais também foram responsáveis pela construção de feitorias. Tais estabelecimentos, cercados por paliçadas, abrigavam moradias e depósitos, marcando a primeira fase da conquista do território brasileiro.

Ao mesmo tempo, os carpinteiros treinaram índios aculturados e imigrantes portugueses para assumirem suas funções. A arte da carpintaria era mais simples em terra. Nas construções, os ângulos pouco variavam, indo do esquadro à meia-esquadria. E as edificações, estáticas, não sofriam os rigores do mar.

Outros carpinteiros foram trazidos a pedido dos primeiros governantes para montar estaleiros, que se multiplicaram ao longo do litoral. A construção naval, desde sempre estratégica, supria os colonizadores de meios de transporte e de defesa, e garantia a atividade pesqueira.

Dotados de extraordinário senso do desempenho da embarcação no embate com ventos e mares, os carpinteiros também tiveram sensibilidade para apreciar o comportamento de diversas madeiras, dentre centenas de espécies encontradas aqui. Souberam selecionar, com discernimento até hoje não contestado, quais deveriam ser reservadas para a construção naval, as madeiras de lei.

Porém, a despeito de seus bons serviços, a história os relegou ao esquecimento.

Convivendo com alguns de seus sucessores, aprendi a admirar sua capacidade excepcional de praticar a difícil arte de produzir embarcações seguras para um mar incerto.

Seja este modesto livro uma homenagem ao Carpinteiro Naval e um instrumento de transmissão de ao menos uma parcela de seus saberes.

INTRODUÇÃO

Ao longo do tempo, a exploração madeireira fixou-se nas madeiras nobres, de melhor aspecto e mais estáveis, utilizadas na confecção de produtos de maior preço. Em móveis, na construção naval e na construção civil, em peças de decoração e acabamento.

Isso resultou numa "caça" a determinadas madeiras, muitas vezes de ocorrência minoritária na Floresta Amazônica e, antes dela, na Mata Atlântica. Ainda hoje, hectares de mata são destruídos para a extração dos exemplares procurados pelo comércio. Centenas de árvores, derrubadas apenas para "abrir caminho", são abandonadas aos cupins e ao apodrecimento. Ou são queimadas para dar lugar a pastagens.

Porém, toda a madeira é matéria-prima nobre. Todas têm utilidade e podem encontrar alguma aplicação. Se o mercado exige espécies mais rentáveis, as demais poderão ser usadas com resultados semelhantes, a custos baixos.

A madeira, qualquer madeira, enobrece a construção civil e o mobiliário. Certamente alguns clientes exigirão madeiras famosas, dispostos a pagar preços elevados, mesmo sem saber exatamente por quê. Quantos compram "mogno brasileiro", ignorando que não se trata de mogno verdadeiro? Bem orientadas, pessoas de bom-senso aceitarão outras madeiras, se suas características lhes forem explicadas. E estarão bem servidas. Madeira é sempre um belo material. Enobrece o acabamento e é muito mais agradável ao tato do que o aço, a cerâmica ou o plástico, considerados materiais "frios".

Secada de maneira correta, a madeira ganha mais estabilidade e resistência. Devidamente tratada – e toda madeira deve ser tratada –, adquire durabilidade extraordinária. Bom exemplo disso é o pínus autoclavado, aquele tratado com preservativo, sob alta pressão. Esse material é empregado em deques, passarelas, trapiches e outras obras externas, com durabilidade garantida por dez anos, no mínimo.

Aos usos mais grosseiros, devemos destinar as madeiras exóticas de reflorestamento, como a de eucalipto e a de pínus, após o tratamento adequado.

A substituição das espécies de maior valor econômico é difícil, pois implica em mais pesquisas, adaptação de máquinas e no convencimento da clientela, o que significa um esforço árduo. Mas esse é o melhor caminho para a utilização racional do que resta de nossas florestas. É necessário pesquisar quais das espécies disponíveis podem substituir as que são raras. Qual tratamento tornará a madeira encontrada parecida e tão durável quanto a antiga madeira de lei.

É preciso informar engenheiros, arquitetos, técnicos e decoradores sobre a imensa gama de possibilidades das madeiras de nossas florestas. E incluir os madeireiros nesse treinamento. Eles se encarregarão de esclarecer seus clientes. Ou seja, é importante dar às madeiras seu devido valor e tratá-las, todas, como material nobre. Ensinar a usá-las com respeito. Esse é o objetivo deste manual.

NOTA IMPORTANTE

As madeiras são provenientes de árvores que, como todos os organismos vivos, se recusam a aceitar as normalizações e padronizações nas quais o homem insiste em enquadrá-las. É louvável o esforço técnico dos laboratórios e institutos de tecnologia na tentativa de decifrar o comportamento dessa extraordinária matéria-prima. Porém, até agora os resultados são apenas parcialmente conclusivos. A tarefa é complicada. É como tentar explicar a visão apenas pelas leis da óptica, ou a perfeição sonora de um Stradivarius só por meio das propriedades físicas e mecânicas das madeiras utilizadas pelo *luthier*.

Acrescente-se o fato de que a composição química dos chamados extrativos, que impregnam o cerne das madeiras, ainda não foi decifrada de forma completa e nem correta. Das substâncias isoladas, até o momento não ficou definida a atuação exata no comportamento da madeira.

Assim, o leitor deverá ter sempre em mente que ao associarmos o desempenho da madeira a uma de suas propriedades físicas ou mecânicas, estamos apenas buscando a explicação mais plausível. É a maneira de tornar a explanação compreensível. Mas não temos a pretensão de sermos exatos. Até porque a exatidão não existe. Essa observação também se aplica às descrições de desenhos, das características e das cores das diversas espécies.

Vale ainda advertir o leitor para a remissão com números ao longo do texto para as referências bibliográficas utilizadas.

1. Botânica e anatomia da madeira

Sendo a madeira um produto das árvores, não há como iniciar este manual sem examinar a parte da botânica que interessa à compreensão das famílias, gêneros e espécies produtoras dessa nobre matéria-prima.

A anatomia da madeira e o exame de seus principais tecidos muito nos informam, na prática, sobre o comportamento de suas peças. Qual é seu nível de resistência a fungos e insetos xilófagos, às deformações e ao "trabalho" a que está sujeita. O aspecto, a anatomia, a disposição dos tecidos lenhosos da madeira dependem estritamente da espécie vegetal que a originou. As coníferas, do grupo gimnospermas, têm um lenho completamente distinto das *angiospermas dicotiledôneas*, ao qual pertencem quase todas as árvores que produzem madeira no Brasil.

Neste capítulo trataremos também das principais famílias madeireiras, e os aspectos comuns às madeiras que delas se originam.

BOTÂNICA

Segundo a classificação de Engler para os vegetais, as árvores encontram-se na divisão das fanerógamas, plantas superiores que se subdividem em *gimnospermas* (apresentam sementes nuas) e *angiospermas* (com sementes em "vasos" – os frutos). Em termos geológicos, as *angiospermas* são bem mais recentes que as gimnospermas.

GIMNOSPERMAS

Dentre as *gimnospermas*, as árvores estão no grupo (ordem) das coníferas, cujos aglomerados de sementes têm formato cônico. Suas folhas, ou mais exatamente acículas, como as dos pinus, assemelham-se a escamas, ou a compridas agulhas.

As coníferas, presentes na Terra desde o período carbonífero (era paleozóica), ainda hoje dominam as grandes florestas do Hemisfério Norte, onde costumam ser chamadas de *softwoods* (ou madeiras macias), e respondem por quase metade do consumo mundial de madeiras⁽³⁰⁾.

No Brasil, existem apenas duas famílias nativas de coníferas: Podocarpaceae e Araucariaceae. A primeira com o gênero *Podocarpus* e três espécies⁽¹¹⁾: *P. brasiliensis*, *P. lambertii* e *P. selowii*⁽¹⁰⁾. Muito semelhantes, com ocorrências nas regiões Sudeste e Sul, são chamadas indistintamente pelos nomes vulgares de pinheirinho, pinho-bravo ou pinheiro-do-mato, e sua produção não tem expressão econômica. Já a segunda tem apenas um gênero, com uma espécie: a *Araucaria angustifolia*, que ocorre em toda a Região Sul e parte da Região Sudeste. Conhecida como pinho-do-paraná ou pinheiro-brasileiro, a araucária já teve grande expressão econômica. Hoje ela é bastante escassa, devido à exploração desenfreada que houve no passado⁽⁴⁵⁾.

Hoje há reflorestamentos com coníferas do Hemisfério Norte, principalmente nas regiões Sul e Sudeste. São os pinus das espécies *taeda*, *elliotti* e *caribaea* var. *hondurensis*, cujo desenvolvimento, em ambiente mais favorável quanto à umidade e insolação, produz madeira em tempo recorde. O crescimento dessas árvores chega a dois centímetros por ano, em diâmetro. Porém, a madeira é menos rija.

ANGIOSPERMAS

Mais complexas, mais organizadas e mais modernas (surgiram no período cretáceo), dominam as florestas brasileiras. Se dividem em:

- **Monocotiledôneas:** na qual o fruto não tem a semente dividida. Apenas a família Palmaceae produz troncos arbóreos – os vários coqueiros, árvores que não produzem exatamente madeiras.
- **Dicotiledôneas:** sementes divididas em dois cotilédones. Também chamadas “folhosas”, costumam perder as folhas no outono/inverno. No Brasil, respondem pela quase totalidade da produção madeireira, com milhares de espécies. Trata-se de uma riqueza e, ao mesmo tempo, de um estímulo à devastação de enormes áreas de floresta, motivada pela busca das poucas espécies solicitadas pelo comércio. No Hemisfério Norte são conhecidas genericamente por *hardwoods*, ou madeiras duras.

FAMÍLIAS PRODUTORAS DE MADEIRA

Algumas famílias se destacam, sobretudo na produção de madeiras de lei.

- **Leguminosae:** esta é a família com mais espécies produtoras de boas madeiras, no Brasil. É dividida em três subfamílias: Caesalpinoideae, Mimosoideae e Papilionoideae (também chamada Fabaceae).

São dessa família os nossos jacarandás, o pau-brasil, as sucupiras, o acapu, o araribá ou pau-rainha, o jatobá, os angelins e os angicos, cujas fichas dendrológicas o leitor encontrará ao final deste manual. Pode-se dizer que é a família das nossas mais belas madeiras.

- **Meliaceae:** a família se distingue por produzir madeiras estáveis: cangerana (pau-de-santo), andiroba, cedro-rosa, mogno-brasileiro (ou aguano) e catiguá.

Além de estáveis, essas madeiras apresentam boa trabalhabilidade, inclusive para talha e escultura; boa resistência a fungos e xilófagos, inclusive teredos; e peso moderado.

- **Bignoneaceae:** é a família dos ipês, famosos pela resistência e durabilidade, com vários nomes vulgares Brasil afora: ipê-una, piúva, pau-d’arco e *lapacho*, nos países vizinhos. A excelente peroba-de-campos também é um ipê, e não uma peroba. Fica aqui um protesto: os botânicos tiraram os ipês do gênero *Tecoma* e o incluíram no gênero *Tabebuia*, das fracas caixetas. Essa providência, correta do ponto de vista botânico, confunde o xilólogo.

- **Lauraceae:** é a família de alguns louros e das canelas, madeiras estáveis e de múltiplas aplicações, excelentes para esquadrias e móveis, e também na construção civil e naval. Incluem-se nelas a imbuia e a itaúba (amarela e preta) – a única canela que suporta bem a umidade e o contato com o solo.

- **Moraceae:** família dos figos e das amoras, merece ser citada por duas excelentes madeiras: a taiúva (ou tajuva) e a tatajuba, que são as madeiras brasileiras com mais altos coeficientes de qualidade (leia o glossário), segundo o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT/SP), comparáveis à teca – *Tectona grandis*, da Índia.

Outras madeiras de lei da família: conduru ou muirapiranga, e guariúba ou oiti.

- **Apocynaceae:** merece destaque pelo seu gênero *Aspidosperma*, produtor das perobas: rosa, araracanga e guatambu. Paus para toda obra, as perobas são encontradas em qualquer construção feita até a segunda metade do século 20, quando começaram a rarear. Os livros técnicos e os calculistas adotaram a peroba-rosa como madeira paradigma, a cujos valores e propriedades a madeira disponível deveria ser comparada.

Pode-se dizer, sem exagero, que era a madeira padrão da construção civil.

- **Araucariaceae:** família de um único gênero e de uma só espécie no Brasil: *Araucaria angustifolia*, que merece destaque por produzir madeira excepcional, de versatilidade inigualável, para usos nobres, o pinho-do-paraná⁽²⁷⁾.

Digo nobre por assim considerar o contato suave dessa madeira com nossa pele (ver classificação comercial). Conífera, tem a excepcional trabalhabilidade do grupo, talho doce e não produz farpas, sendo a única a produzir sementes comestíveis (pelo homem). É adequada à fabricação de instrumentos musicais por sua alta sonoridade (pinho é sinônimo de violão). Sua baixa resistência aos xilófagos é facilmente compensada pela impregnação por soluções preservantes. O pinho-do-paraná é muito superior, sob todos os aspectos, aos pinus exóticos. Só perde no reflorestamento, por demorar (grosso modo) o dobro do tempo na produção da madeira. Nada que um razoável estímulo fiscal não resolva. Fica a sugestão.

Embora adequada à construção naval, não foi incluída na "Relação de madeiras indicadas para construção naval" (capítulo 9), porque até o século 19 não havíamos explorado a Mata das Araucárias, no Planalto Sul, onde os rios navegáveis correm para o Oeste.

ANATOMIA DA MADEIRA

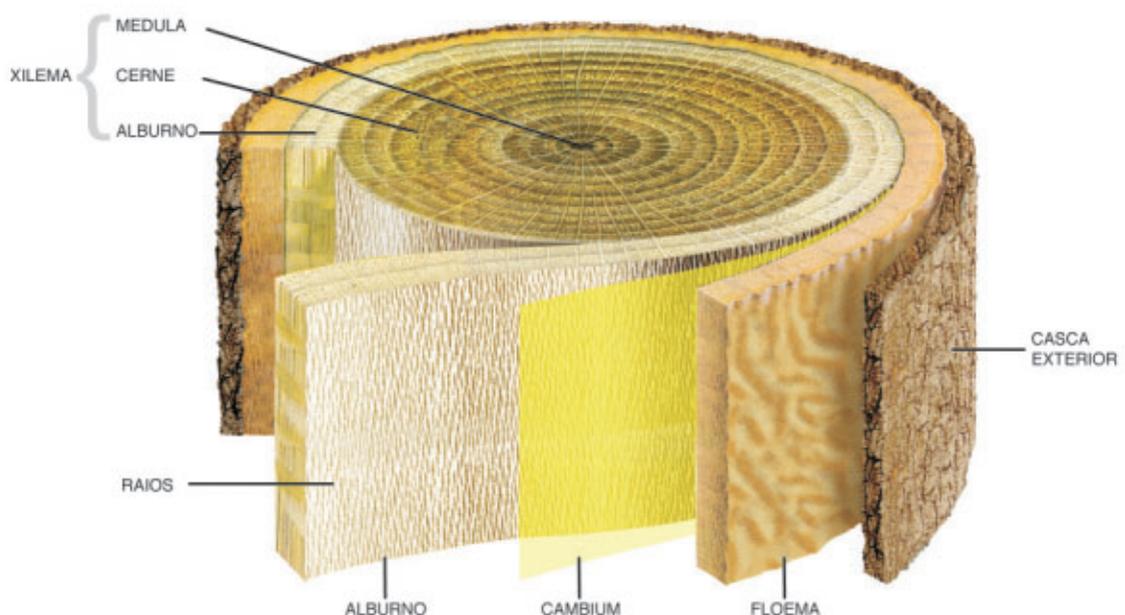
O tronco de uma árvore produtora de madeira pode ser descrito, de forma simplificada, como uma pilha de cones superpostos. Cortado transversalmente, o tronco apresenta um desenho de círculos concêntricos, chamados anéis de crescimento ou anéis anuais. Em clima temperado, um anel "anual" típico apresenta duas faixas:

- Lenho inicial ou primaveril, mais largo e mais brando.
- Lenho tardio, ou lenho estival ou outonal, mais compacto e mais rijo⁽²³⁾.

O termo anel anual não é adequado, pois podem surgir falsos anéis devido a estímulos ao crescimento recebidos fora da época, por conta de veranicos, de um outono chuvoso, ou de outros fatores.

Também não é adequado, no Brasil de múltiplos climas, chamá-los de "primaveris" e "outonais", o que é correto em clima frio. O melhor é tratá-los por lenho inicial, do início do calor, das chuvas e dos ventos, que vergam a árvore, bombeando água tronco acima; e por lenho tardio, do tempo calmo, quando caem as folhas e pouco chove. O tronco apenas amplia seu diâmetro a cada ano, ganhando mais dois anéis, mas não "cresce" no sentido vertical, o que só ocorre com as pontas dos galhos.

DESENHO ESQUEMÁTICO DA ANATOMIA DO TRONCO DE UMA FOLHOSA
CORTE TRANSVERSAL



Os desenhos neste manual são apenas ilustrativos, não havendo qualquer rigor de escala [N. A.].

As árvores de clima temperado e subtropical apresentam anéis mais distintos. Isto é, mais contrastados entre os de primavera/verão e os de outono/inverno do que os de árvores de clima tropical, nas quais o contraste é pequeno. Entretanto, sempre há alguma diferença, até porque, nos trópicos, inverno não significa frio, mas seca, e verão quer dizer chuva, períodos que ocasionam crescimentos diferenciados. No clima frio, a árvore entra em dormência total logo após o outono, parando de crescer. Os anéis apresentarão um contraste abrupto com os da próxima primavera.

Outro detalhe anatômico, que gera desenhos decorativos, é o contraste entre tecido fibroso e parênquima. Esse contraste é mais acentuado no caso das leguminosas.

Examinando o corte transversal do tronco, de fora para dentro vemos as seguintes camadas:

- **Casca exterior:** seca e totalmente inerte, tem apenas função protetora para o tronco, que cresce diametralmente. A casca, já morta, não o acompanha. Ela se racha ou se solta, como nas mirtáceas. É o ritidoma⁽⁹⁾.
- **Floema:** ou casca interior, tem como função principal o transporte da seiva elaborada a ser distribuída ao câmbio e ao alburno. Do floema de uma árvore comum na Península Ibérica, o sobre – *Quercus suber* –, se faz a cortiça, ideal para arrolhar as garrafas de bons vinhos.
- **Cambium:** essa película de espessura microscópica é o tecido que produz o crescimento diametral do tronco, gerando um anel exterior para o floema, e um interior para o xilema.

Chamamos lenho inicial, ou primaveril, o tecido de células maiores, menos densas, e lenho tardio, ou de outono/inverno (no nosso clima), o lenho de células menores, tecido fibroso mais denso, em geral mais escuro. Esses anéis alternados nos revelam, além da idade da árvore, as condições climáticas que prevaleceram na época de seu desenvolvimento.

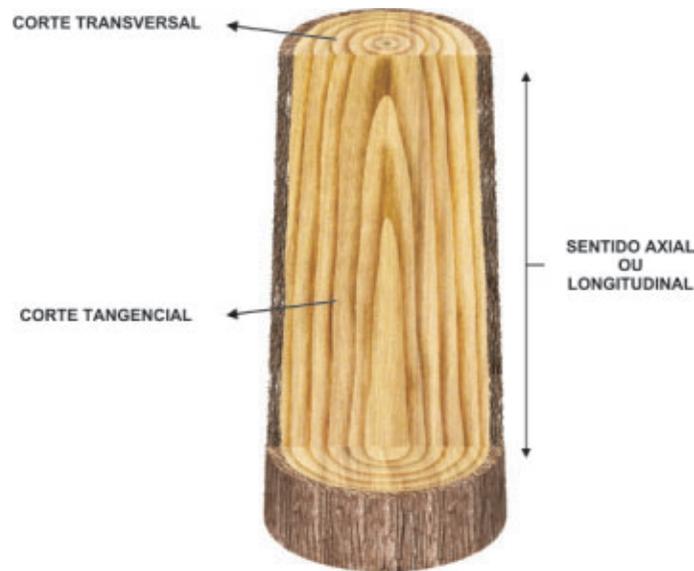
- **Xilema:** que é a madeira propriamente dita, divide-se em alburno, brancal ou borne, a camada mais externa, adjacente ao câmbio, de tecido mais brando e mais claro, por onde sobe a seiva vinda das raízes; e o cerne ou durame, formado pela deposição de resinas, óleo e cera na camada mais interna do brancal. Essa camada é anexada anualmente ao cerne ⁽⁹⁾.
- **Cerne:** representa a madeira com suas cores, características e desempenho conhecidos. O brancal é mais claro, mais fraco e menos resistente a fungos e insetos, exceto em algumas madeiras das folhosas e nas coníferas em geral.

Como regra, pode-se dizer que quanto mais contrastado do cerne, mais fraco e vulnerável será o alburno.

As células do lenho se encolhem e se dilatam, absorvendo ou perdendo umidade (inicialmente a seiva) na "cintura", ou largura, mas não no comprimento. Ou seja, a madeira "trabalha" transversalmente à grã, não no sentido da grã, do fio da peça.

No sentido axial, as células de todos os tecidos apresentam-se pelo comprimento, exceto os raios. Nesse sentido longitudinal a contração é desprezível. No sentido tangencial, ao diminuir a largura, inclusive os raios, todos os tecidos terão contração (ou dilatação) máxima. No sentido radial, os raios estão alinhados pelo comprimento das suas células e funcionam como barras inibidoras da contração (ou dilatação) dos tecidos, que será menor.

Cortado o tronco longitudinalmente, tangenciando e também seccionando os anéis para se obter tábuas, esses cones produzirão desenhos na face da madeira. Podemos afirmar que essa é a principal decoração da maioria das tábuas. São os desenhos formados pelo seccionamento dos cones de crescimento do tronco da árvore. Chama-se esse corte de tangencial. Se o corte é feito da periferia para o centro (ou medula) é chamado de radial, pois acompanha o sentido dos raios.

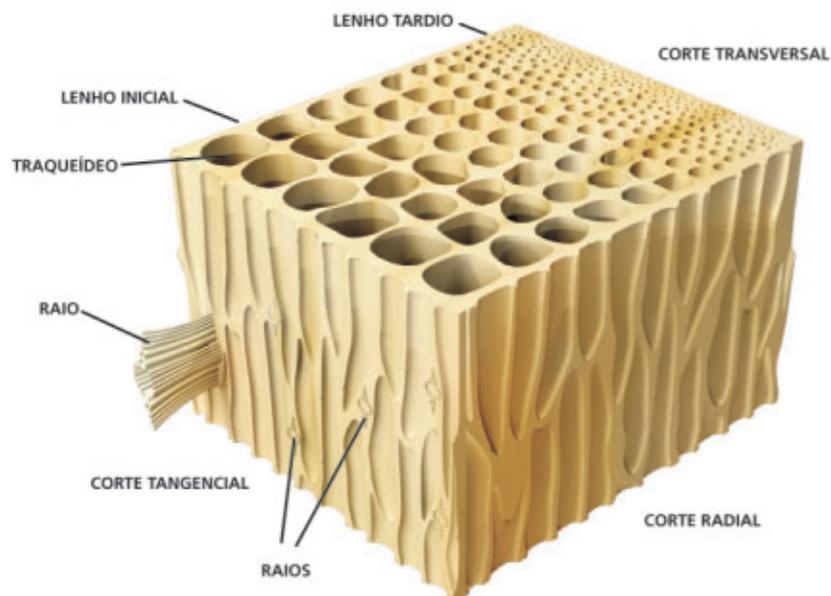


DIFERENÇAS ANATÔMICAS ENTRE CONÍFERAS (GIMNOSPERMAS) E FOLHOSAS (ANGIOSPERMAS DICOTILEDÔNEAS)

Coníferas

Sua anatomia é mais simples. O principal elemento (cerca de 90%) do xilema são os traqueídeos fibrosos, tecidos constituídos por pequenos tubos de dois a seis milímetros de comprimento. Têm dupla função: conduzem a seiva ascendente e garantem a estrutura do tronco. As pontuações, pequenas válvulas de passagem, fazem a seiva passar de um elemento tubular para outro, e também distribuir-se por todos os tecidos. Num corte transversal da tora, examinado com lente (aumento de dez vezes), o conjunto dos traqueídeos lembra, de forma simplificada, um aglomerado de canudinhos de refrigerante.

DESENHO ESQUEMÁTICO DA ANATOMIA DE UMA CONÍFERA (NÃO PINÁCEA)



Nas araucárias, os traqueídeos alcançam até seis milímetros de comprimento. Por isso, essas árvores são consideradas de fibra longa, fornecedoras de matéria-prima para a fabricação de papéis mais finos e de alta resistência à tração.

Os raios, tecidos semipermeáveis destinados a levar a seiva elaborada aos tecidos do interior da planta, correm horizontalmente do floema para o centro da tora.

As pináceas apresentam um outro tipo de tecido não encontrado nas demais coníferas: os canais resiníferos, que correm no sentido axial (longitudinal) do tronco.

Folhosas

As angiospermas dicotiledôneas apresentam os tecidos com algumas diferenças em relação às coníferas. Pode-se afirmar que nas folhosas a especialização de funções dos tecidos é maior.

• **Vasos/poros:** ou elementos vasculares, são células tubulares alongadas, ligadas transversalmente, cuja função é elevar a seiva bruta. No corte transversal se apresentam como orifícios, chamados poros. No cerne⁽⁹⁾ de algumas espécies ocorre a formação de tilos, que obstruem os vasos, tornando a madeira mais compacta, mais resistente à ação dos fungos apodrecedores. Exemplo: tatajuba – *Bagassa guianensis*.

Observação: os tilos também podem ocorrer em algumas coníferas.

• **Fibras:** células longas de parede grossa. Apresentam um vazio interior chamado lúmen. Medem de 0,5 a 2,5 mm e constituem a maior parte do lenho, sendo responsáveis pelo suporte e estrutura do tronco.

• **Parênquima axial:** tecido de células de paredes finas não lignificadas, com pontuações (perfurações) simples, tem como principal função o armazenamento de seiva. Mais abundante nas folhosas, assume basicamente duas formas de distribuição, observadas na seção transversa.

• **Parênquima paratraqueal:** (*para* = próximo, do grego) ou seja, associado (colado) aos vasos/poros (traquéias).

• **Parênquima apotraqueal:** (*apo* = longe, do grego) ou seja, afastado dos vasos.

O parênquima axial, com suas múltiplas formas de apresentar-se, é um elemento chave na identificação das espécies.

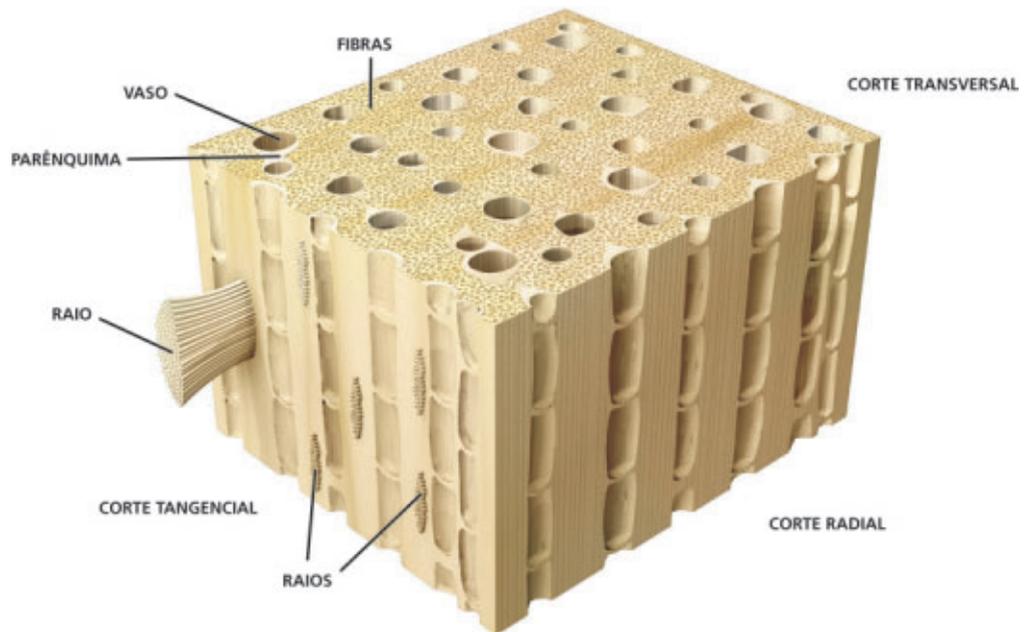
• **Raios ou parênquima radial:** constituídos por tecido idêntico ao do parênquima axial, com células curtas e paredes finas, têm como funções primordiais armazenar, transformar e conduzir transversalmente a seiva elaborada.

Levados pelos raios, óleos e resinas vão depositar-se nos dois anéis de crescimento mais profundos, um inicial e um tardio, transformando-os em anéis do cerne⁽⁹⁾.

Podem ser } Homogêneos → uni ou multisseriados
 } Heterogêneos

Em tamanho, os raios variam de dimensões microscópicas, sendo visíveis, no mínimo, sob lupa (com ampliação de dez vezes), o que é comum nas coníferas, até grandes dimensões, o que só raramente ocorre em algumas folhosas. No Brasil, é o caso do carvalho-nacional, da carne-de-vaca e da faia-brasileira.

DESENHO ESQUEMÁTICO DA ANATOMIA DE UMA FOLHOSA



Curiosidade: o carvalho-branco europeu (*Quercus robur*) é a madeira com os maiores raios, que alcançam de quatro a cinco centímetros de altura, ou até mais⁽⁶⁸⁾. Os raios, mesmo no cerne, conservam uma certa permeabilidade, sobretudo com tais dimensões. Isso talvez explique porque o barril de carvalho permite a maturação do vinho. Nas aduelas do barril, cortadas tangencialmente, os raios são transversais, indo do líquido ao exterior.

Além dos elementos ou tecidos anatômicos normais, algumas folhosas apresentam características anatômicas especiais (já citamos a obstrução dos vasos por tilos):

- **Canais resiníferos:** contendo óleos, gomas, ceras, bálsamos, taninos e outras resinas, podendo ocupar posições axiais ou transversais. Podem ainda ser celulares ou intercelulares. Por exemplo, na canela-sassafrás – *Ocotea odorifera*.
- **Estrutura estratificada:** em algumas espécies, os elementos anatômicos, mais comumente os raios, podem estar organizados em camadas, o que confere um importante elemento de identificação. Por exemplo, no mogno-brasileiro, ou aguano (*Swietenia macrophylla*), e no jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra*).
- **Cristais e sílica:** desprezando algumas outras diferenças anatômicas, trataremos da presença de cristais e sílica, por interferirem no comportamento e uso de algumas espécies. Os cristais em geral são formados por oxalato de cálcio, encontrados depositados em células do parênquima. A sílica, sob a forma de silicato de sódio ou de cálcio, deposita-se no tecido parenquimatoso, axial ou radial.

Há alguma correlação entre a presença de cristais de cálcio e sílica – que é excepcionalmente dura (cristal de rocha) –, e a durabilidade natural de algumas madeiras. Porém, isso não está demonstrado de forma cabal, principalmente por haver alguns alcalóides também presentes. Por exemplo, no freijó (*Cordia goeldiana*) e na teca (*Tectona grandis*), madeira indiana conhecida internacionalmente.

O excesso de cristais de sílica pode diminuir a trabalhabilidade de algumas espécies, por tirar o fio de corte das ferramentas⁽⁹⁾. Muitas outras substâncias são encontradas nas madeiras, principalmente nas complexas folhosas, o que vem tornar ainda mais difícil a busca da razão química, ainda não decifrada, para o comportamento das diferentes espécies.

• **Densidade:** ou massa específica aparente, é um indicativo de quanto o cerne da madeira foi impregnado com resinas, óleos, cristais e outros extrativos, em sua defesa contra os xilófagos da floresta. Densidade alta deveria significar também resistência e, portanto, boa qualidade da madeira. Não é bem assim quanto à qualidade, ao desempenho da madeira nos usos mais nobres, embora quase sempre isso seja correto em relação à resistência. As madeiras de mais alta densidade em geral são bem adequadas ao uso no solo, como estacas, mourões, dormentes e na construção de pontes, pois enfrentam bem a umidade. Em algumas regiões são chamadas "madeiras-do-chão".

Vale observar que as pitombas estão entre as madeiras mais densas do Brasil. A abiu-pitomba (*Pouteria sp.*), a pitomba (*Talisia esculenta*) e a pitomba-preta (*Zollernia falcata*) têm densidade maior que um ($D > 1,0$). Contudo, mesmo secas ($\mu = 12\%$ a 15%), não bóiam. Não são madeiras de lei, por não terem boa estabilidade, "trabalham" demais, racham e empenam com facilidade.

Além da cor, das nuances e tons, a beleza da madeira varia muito com os desenhos que a peça bem aplainada, lixada e envernizada nos apresenta. Esses desenhos decorrem, principalmente, dos anéis/camadas de crescimento e do arranjo dos tecidos.

Curiosidade: a madeira mais leve é a balsa (*Ochroma pyramidale*), da família Bombacaceae, originária da Bolívia e do Peru, cuja densidade é inferior a $0,2 \text{ g/cm}^3$. A mais pesada é o gáiacó, ou guaiaco (*Guaiacum officinale*), de densidade superior a $1,20 \text{ g/cm}^3$. Trata-se de árvoreta originária do Caribe e da América Central, também conhecida como *Lignum vitae* (árvore da vida), por se acreditar que sua resina é medicinal ⁽³⁰⁾. Hoje sua madeira é usada para mancal de eixo dos grandes navios, em peças de corte transversal, cocinetes de hélice ⁽¹³⁾, rodas de polias e bolas (bocha). A madeira brasileira mais leve é o garapuvu (*Schizolobium parahyba*) – do tupi-guarani: igara = canoa + p'vú = pau, tronco –, com densidade menor que $0,4 \text{ g/cm}^3$.

A madeira mais densa do Brasil parece ser a aroeira-do-sertão ou urindeúva (*Astronium urundeuva*), da família Anacardiaceae ($D > 1,10$), ou talvez a gombeira (*Swartzia stipulifera*), da família Leguminosae Papilionoideae.

OS DESENHOS DA MADEIRA E SUA BELEZA

Melhor analisados biologicamente no item Anatomia, deste capítulo, veremos a seguir como se formam tais desenhos.

ANÉIS/CAMADAS DE CRESCIMENTO

O tronco da árvore pode ser considerado uma pilha de cones muito alta. A passagem de cada ano acrescenta mais dois cones à pilha, um mais denso e escuro, ou lenho tardio, e outro mais claro, de maior espessura, ou lenho inicial. Serrado longitudinalmente, em cortes tangenciais ou secantes a esses cones – ou a essas camadas de crescimento –, o tronco revela o principal desenho da madeira, curvas alongadas, alternando claro e escuro, cujo vértice aponta para o topo da tora (em um tronco uniforme). Serrado transversalmente, no sentido casca-medula, o tronco revelará esses mesmos cones sob a forma de círculos concêntricos, também alternando claros e escuros, por isso chamados anéis de crescimento.

RAIOS

Se, ao contrário do explicado no item anterior, cortarmos a madeira no sentido radial, isto é, da casca para a medula, ou aproximadamente assim, o desenho formado será outro. Os anéis de crescimento aparecerão como linhas paralelas, e os raios, seccionados, aparecerão como pequenas faixas transversais de maior ou menor comprimento, porque a tábua de seção retangular não pode acompanhar por inteiro o raio, pois isso a afunilaria em direção à medula.

Na face tangencial da grande maioria das madeiras os raios são visíveis apenas sob lente (aumento de dez vezes). Entretanto, em algumas poucas madeiras, a maioria exóticas, os raios são uma de suas principais características. É o caso do plátano, da faia e do carvalho, todas do Hemisfério Norte. O carvalho europeu (*Quercus robur*) merece destaque, por apresentar os maiores raios, de até quatro centímetros. É sua principal característica.

Madeiras exóticas

- Faia – *Fagus sylvatica*.
- Plátano – *Platanus acerifolia*.

Madeiras nacionais

- Faia ou aderno – *Emmotum nitens* – Família Icacinaceae.
- Carvalho nacional – *Roupala sp* – Família Proteaceae.
- Carne-de-vaca – *Euplassa sp* – Família Proteaceae.
- Capororoca – *Rapanea ferruginea* – Família Myrsinaceae.

FIBRAS

Individualmente, as fibras não são visíveis a olho nu. Porém o tecido fibroso pode se destacar na madeira, contribuindo para seu aspecto característico, especialmente quando são revessos. Diz-se "grã reversa".

Quando muito reverso, o tecido fibroso confere à madeira um aspecto bruto. Mesmo aplainada, a tábua apresenta partes ásperas onde o tecido fibroso tem orientação contrária, "atravessada", ao corte da peça, dando o aspecto de "arrancado" à superfície.

Nesses pontos, mesmo aplainada e lixada, a peça não adquire a superfície lisa e lustrosa. Por exemplo:

- Angelim vermelho – *Dinizia excelsa*.
- Araçá – *Eugenia sp*.
- Eucalipto (diversas espécies) – *Eucaliptus sp*.
- Peroba-rosa – *Aspidosperma sp*.

Quando apenas um pouco reverso, o tecido fibroso pode contribuir para dar à peça, principalmente ao plano tangencial, um aspecto acetinado, onde o brilho (após verniz) parece ondear, formando belo desenho. Por exemplo:

- Amarelinho – *Helietta apiculata*.
- Imbuia – *Ocotea porosa*.
- Pau-cetim – *Balfourodendron riedelianum*.

CORES, MANCHAS E RISCOS

Certas madeiras apresentam coloração característica, bem diferenciada do castanho ou pardacento mais comum. São conhecidas e reconhecidas exatamente por essas cores. É o caso das canelas, cujo nome é proveniente da cor do tempero, tão apreciado na culinária brasileira e proveniente da Índia. Algumas têm nomes compostos, devido ao acréscimo de termos relativos ao tom da cor: canela-preta, canela-amarela, canela-parda.

Determinadas espécies alcançam maior valor e uma certa nobreza por apresentarem cor bem distinta. Por exemplo:

- Araribá – *Centrolobium tomentosum* (amarelo-laranja).
- Cedro-rosa – *Cedrela spp.*
- Jacarandá-preto – *Dalbergia nigra*.
- Jacarandá-violeta – *Machaerium firmum*.
- Roxinho ou pau-violeta – *Peltogyne spp.*

Em outras madeiras, a característica marcante é conferida por manchas, como é o caso do angelim-pedra (*Hymenolobium petraeum*), ou por riscos e faixas, como se nota no gonçalo-alves ou maracatiara (*Astronium sp*) e no angelim-rajado (*Marmaroxylon racemosum*).

CONTRASTE ENTRE TECIDOS

Algumas espécies, quase sempre da família das leguminosas, apresentam nítida diferença e separação entre os tecidos fibrosos e o parênquima axial, que em geral reveste os poros/vasos. O tecido fibroso é mais escuro, de aparência mais rígida e lustrosa. O parênquima, mais claro, parece mais macio, mais "mole". Esse contraste se acentua junto aos anéis de crescimento, e constitui o principal "desenho" da face da madeira – um aspecto bem característico. Por exemplo:

- Acapu-do-igapó – *Clathrotropis nítida*.
- Acapu – *Vouacapoua amaricana*.
- Cerejeira – *Amburana cearensis*.
- Faveira – *Parkia spp.*
- Sucupiras – *Diploptropis sp* e *Bowdichia*.

Apenas para esgotar o tema, devo comentar que o contraste entre o cerne e o brancal pode ser aproveitado como bela figura em algumas madeiras (poucas, na realidade). Há que existir o contraste, de cor principalmente. Porém, o alburno deve ter razoável resistência a fungos e a insetos, para não comprometer a peça. Convém tratá-lo com preservantes, como medida de cautela. Antes de usar o brancal, recomendo consultar a ficha técnica da madeira, ou um madeireiro/carpinteiro de confiança.

Generalizando, pode-se afirmar que a família das lauráceas (principalmente as canelas: preta, parda e amarela) e a das meliáceas (cedro-rosa, andiroba, mogno-aguano e cangerana) têm como característica um brancal de razoável resistência, que pode ser usado junto com o cerne em peças não expostas ao intemperismo, e que não permaneçam em contato com o solo/umidade.

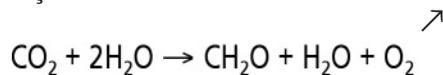
2. A química da madeira

2

A QUÍMICA DA MADEIRA

Cabem aqui as mesmas ponderações iniciais do capítulo 1, Botânica e Anatomia. Não há como deixar de lado o exame da química da madeira. Atentos aos objetivos do manual, procuramos sintetizar a matéria.

Basicamente, a madeira é formada pela combinação química da água (H₂O), retirada do solo, com o gás carbônico (CO₂) do ar, retido pelas folhas, sob a ação dos raios solares. É a fotossíntese, que se dá de acordo com a seguinte reação:



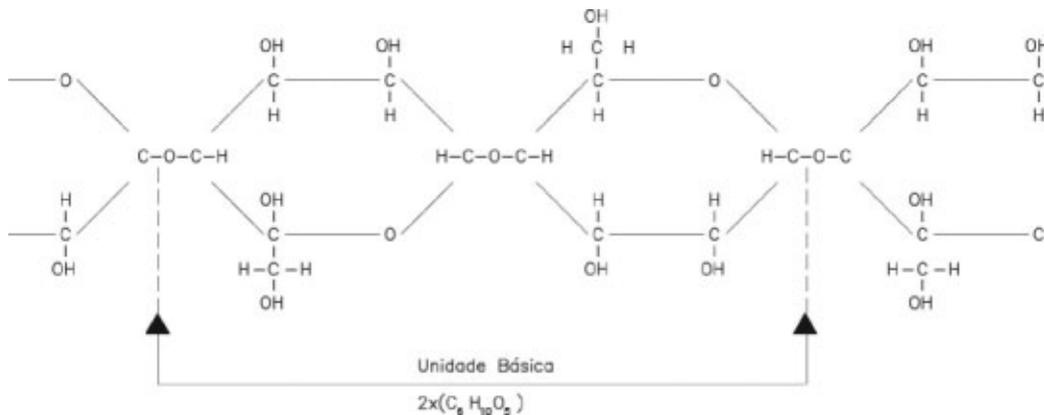
O CH₂O é elemento básico da formação dos açúcares, constitutivos da estrutura molecular da árvore. Remanesce uma molécula de água, e o oxigênio (O₂) é liberado para o ar.

ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DA MADEIRA

CELULOSE

É um polímero constituído por centenas de glicoses (açúcares), formando cadeias muito estáveis, com a seguinte fórmula estrutural.

Uma cadeia de celulose pode conter até 10.000 elementos ⁽³⁾.



As longas cadeias do polímero celulose se unem lateralmente, por pontes de hidrogênio entre as oxidrilas (OH).

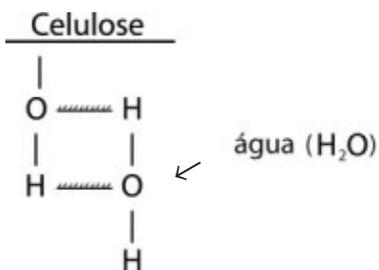


Embora precárias, as centenas, até milhares de pontes de hidrogênio conseguem consolidar as ligações entre cadeias de celulose.

Essa ligação origina as micelas, que unidas formam fibrilas, que irão constituir as paredes dos tecidos do xilema.

Além da ligação entre as celulosas, as oxidrilas (OH) podem também unir-se às moléculas de água, pelas mesmas pontes de hidrogênio.

Esquemáticamente:



É de notar que a água que se "intromete" onde antes (item anterior) havia uma ligação de duas cadeias de celulose vai "alargar" a micela, e não aumentá-la no comprimento, enfraquecendo o tecido.

Cada unidade de celulose ($C_6H_{10}O_5$) tem três oxidrilas (OH) e poderia, em tese, receber três moléculas de água (H_2O).

Comparando os pesos moleculares da água ($3 \times 18 = 54$) e da celulose ⁽¹⁶²⁾, temos a porcentagem de 33%, que é o máximo de água que poderia ser adsorvido pela celulose.

É o "ponto de saturação das fibras" (PSF), usualmente adotado como 30%. A celulose compõe quase metade dos tecidos da madeira.

Essa extraordinária capacidade de cada molécula básica de celulose adsorver (não absorver) três moléculas de água, por pontes de hidrogênio, torna a madeira capaz de "segurar" uma superfície molhada, dando firmeza em seu manuseio.

Curiosidade: por isso, a boa escada de mão (do pintor, do electricista etc.) deve ser de madeira, para oferecer segurança à mão suada do operário. Não é à toa que o lenhador cospe nas mãos antes de segurar o cabo do machado.

Recomendação: as laterais das escadas-de-mão e os corrimãos de escadas prediais de madeira, por correta exigência do Corpo de Bombeiros, não devem ser pintadas ou envernizadas. Madeira nua adsorve a umidade da mão, gera segurança.

HEMICELULOSES

A celulose, como vimos, é um polímero de uma única unidade glicosídica repetida centenas de vezes. Por seu turno, as hemiceluloses são constituídas por diversas unidades, ligadas entre si. As pentoses e hexoses, de diferentes estruturas, são as mais freqüentes.

Diferem também da celulose por terem baixa polimerização. Não produzem fibras e não possuem regiões cristalinas. São solúveis em álcalis e sofrem forte ataque por ácidos. Compreendem entre 20% e 28% dos tecidos das folhosas ⁽³³⁾.

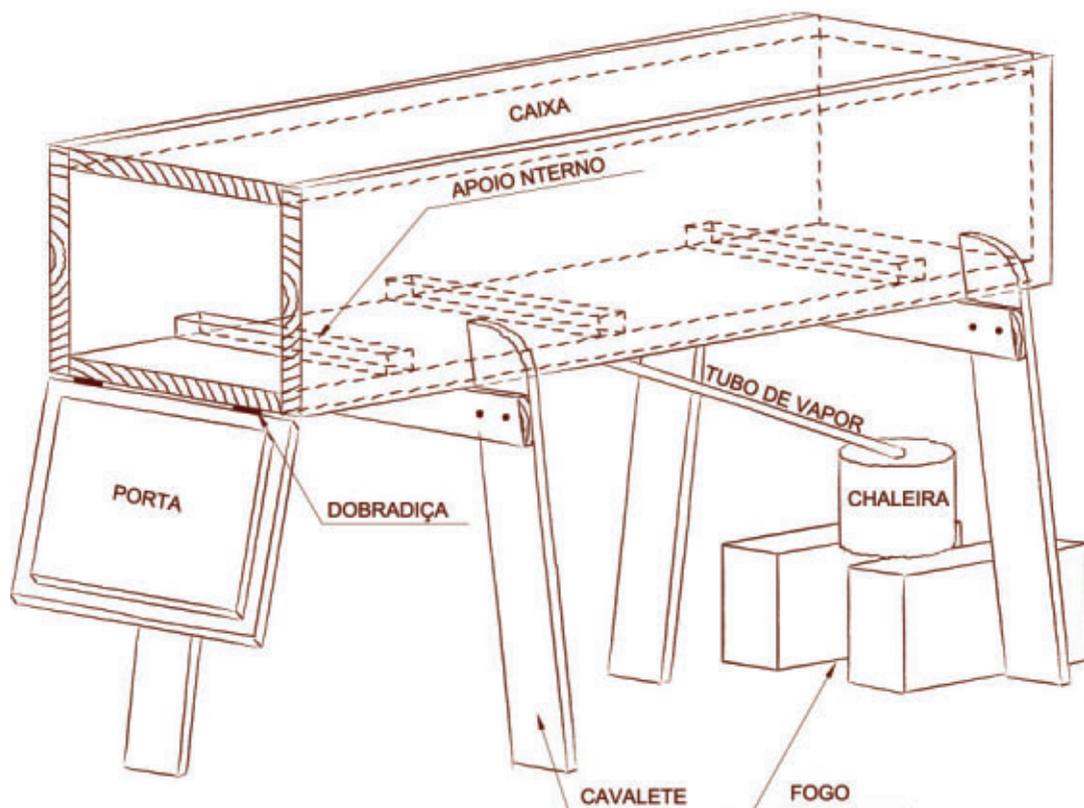
Componentes: carbono, oxigênio e hidrogênio (os mesmos da celulose).

LIGNINA

É um composto fenólico de alta densidade, formado pelos mesmos elementos químicos da celulose. Exerce a função de adesivo entre os diversos tecidos da madeira, dando-lhes dureza e resistência. Corresponde a $\pm 25\%$ dos tecidos do xilema.

A lignina pode ser amolecida por aquecimento até uma temperatura próxima a 100°C. Para o aquecimento, o melhor é usar vapor de água, que dá flexibilidade à madeira ⁽¹³⁾. São campeões dessa flexibilização a quente: pau-d'óleo (*Copaifera spp*), açoita-cavalo (*Luehea spp*) ⁽²¹⁾, e plátano (*Platanus acerifolia*), exótico.

ESTUFA ARTESANAL PARA DOBRAR MADEIRA



EXTRATIVOS

Além dos principais componentes acima indicados, a madeira é impregnada por diversas substâncias, que dela podem ser extraídas, conhecidas genericamente como extrativos. Essas substâncias são responsáveis por inúmeras das características da madeira, embora sua atuação não esteja ainda bem determinada.

Nas coníferas, predominam as terebentinas, que são voláteis, e o breu, não volátil, em diferentes composições.

Nas folhosas, a variedade é bem maior, englobando compostos fenólicos, aromáticos, taninos, compostos nitrogenados e inúmeros carboidratos, cujas funções ainda desafiam os pesquisadores.

A perda muito intensa de extrativos, que preenchem espaços entre os tecidos da madeira, produz o colapso (ver capítulo 5, Deformações decorrentes da secagem). Isso pode ocorrer com a evaporação de óleos essenciais, bálsamo ou resinas, sob a ação de forte calor, sem a contraposição de vapor sob pressão, numa secagem mal conduzida em estufa. É também comum ocorrer com a madeira nua, exposta ao intemperismo, como no caso de trapiches, deques e passarelas. Os raios infravermelhos (calor) do sol fazem evaporar esses extrativos, deixando vazios entre os tecidos, ocorrendo então o colapso, quando a superfície da madeira parece murchar.

3. Classificação comercial

3

CLASSIFICAÇÃO COMERCIAL

Comercialmente, assim como no linguajar dos carpinteiros, especialmente no Sul do Brasil, as madeiras são “classificadas” segundo as seguintes categorias:

- Madeiras de pinho.
- Madeiras de lei.
- Madeiras de qualidade dura, ou “duras”.
- Madeiras de qualidade mole, ou “moles”.

No conjunto das madeiras de lei há a subdivisão das madeiras nobres. Essa “classificação” não decorre de norma ou de qualquer regulamentação legal, sendo apenas parte da prática madeireira, consagrada pelos usos e costumes na carpintaria.

MADEIRAS DE PINHO

As coníferas possuem uma anatomia distinta das outras madeiras (ver Anatomia, capítulo 1). Sua estrutura é constituída por traqueídeos fibrosos, de paredes grossas no lenho tardio, e mais finos no lenho inicial. Porém, a estrutura é uniforme. Observada com lente de aumento (50 vezes), faz lembrar um feixe de canudinhos de refrigerantes, bem unidos. Nos anéis de crescimento há deposição de resinas (breu) na faixa do lenho tardio. Essa característica anatômica – ausência de fibras e de poros – torna as madeiras das coníferas “doces” ao corte, muito mais fáceis de trabalhar. Daí a classificação em separado. Pouco empenam, são mais estáveis, fáceis de serrar e pregar.

Houve época em que no Brasil só se explorava uma conífera: a *Araucaria angustifolia*, nosso pinheiro-brasileiro ou pinho-do-paraná, que era exportado, em larga escala, até a década de 1960⁽⁵⁵⁾. A outra conífera nativa do Brasil, o pinheiro-bravo (*Podocarpus lambertii*), tem presença insignificante e tronco pouco desenvolvido.

PÍNUS

Em virtude do intenso reflorestamento, do uso crescente na carpintaria civil e até na marcenaria, a madeira pínus merece um comentário em separado.

O gênero *Pinus*, da família Pinaceae, engloba centenas de espécies espalhadas por quase todo o Hemisfério Norte, do Japão ao Caribe.

O pínus, originário das regiões mais frias, é abundante na taiga siberiana. Produz o chamado pinho-de-riga. Essa madeira era exportada principalmente pelo porto de Riga, capital da Letônia, república do mar Báltico integrante da Liga Hanseática, nos primórdios do Liberalismo.

Para o Brasil, já na segunda metade do século 20, foram trazidas mudas de diferentes espécies, sendo *P. elliotii*, *P. taeda* e *P. hondurensis* as que se aclimataram melhor. O clima brasileiro, com suas condições favoráveis de insolação e umidade, fez com que a taxa de crescimento anual dessas árvores fosse multiplicada por dez, ou mais. A madeira produzida é anatomicamente semelhante, embora os anéis do lenho inicial sejam muito mais largos. Em média, seu diâmetro chega a crescer dois centímetros por ano.

O anel de lenho tardio, no nosso outono pouco rigoroso, não tem a dureza de um pinho-de-riça, produzindo assim madeira mais leve, de baixa resistência. Como é de fibras curtas, também resiste pouco à tração, não servindo para fabricar papel fino. Alguns ambientalistas classificam o pínus como praga, que deve ser extirpada, pois é agressiva ao meio ambiente. Seus aglomerados constituem o "bosque silencioso", temido até pelos animais silvestres.

Todavia, prefiro esposar uma corrente mais pragmática e realista. Degradamos nossas vargens, e muito da Mata Atlântica já desapareceu. Precisamos de madeira – de muita madeira – para nossas casas, móveis e até para nossos livros. Replantar o solo devastado com pínus é melhor do que queimar o capoeirão e produzir pastos fracos, para gado magro.

A tecnologia tem sabido tirar proveito dessa madeira fraca, fruto do desenvolvimento precoce de uma árvore que aos 30 anos, em nosso clima, já produz tábuas a serem usadas na carpintaria civil. Para contraplacados e miolo de móveis, é madeira excelente.

A autoclavagem, com preservantes adequados, tem produzido peças para uso externo, em ambientes agressivos, com excelentes resultados.

São dignos de destaque os trabalhos de pesquisa e experimentação realizados pelo professor Carlos Szűcs, da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), com vigas estruturais de alta resistência e baixo peso, produzidas com tábuas de pínus coladas. Tecnologia é do que nossas madeiras carecem.

O pínus substitui as madeiras nativas nas fôrmas de concreto, ocupa o lugar das madeiras de lei em estruturas (com vigas coladas), e é capaz de suportar ambientes agressivos, se for tratado em autoclave. Por isso tem sido considerado, com algum exagero, madeira "ecologicamente correta".

PINHO

O pinho-do-paraná ou pinheiro-brasileiro, conífera de fibra longa (de até 6 mm), nativa do Sul do Continente, é uma das madeiras mais nobres que o Brasil produz, merecendo tratamento diferenciado.

Observação: as coníferas não possuem fibras iguais às que compõem o tecido fibroso das folhosas. Aqui nos referimos, pelo termo comercial "fibras", aos traqueídeos fibrosos, células tubulares que nas araucárias têm comprimento muito acima da média das coníferas ⁽³³⁾.

Embora de crescimento mais lento que o pínus, o pinho-brasileiro também é leve, além de apresentar outras vantagens: suporta melhor a flexão, é mais resistente e duro o bastante para a confecção de móveis.

Relacionamos a seguir alguns usos, para os quais o pinho pode ser considerado madeira paradigma.

- Espátula do otorrinolaringologista: sendo conífera, não tem farpas e adere à língua; de fibra longa, resiste à flexão e à tração da língua do paciente; seca, resiste bem aos fungos, sem preservantes.
- Escada de mão do electricista ou pintor: feita de madeira leve, pode ser transportada por um só operário; não tem farpas, isola a eletricidade e adere bem às mãos suadas dos trabalhadores, dando-lhes maior segurança; resiste bem à flexão, mesmo quando provocada por um operário pesado.
- Palito dental: sem farpas, tem suficiente resistência à flexão, para permitir o palitar dos dentes. O palito seco resiste bem aos fungos, sem preservantes.
- Na carpintaria naval essa madeira é considerada ideal para o tabuado do casco, talabardões, tabicas e painéis de embarcações miúdas, como as baleeiras, escaleres e botes. Embora inadequada

para as vigas estruturais, sua baixa resistência aos cupins de madeira seca é irrelevante, pois a água do mar é um bom preservante natural. Além disso, as embarcações miúdas são recolhidas, não ficando sujeitas aos teredos navais. (Ver capítulo 4, item Fatores biológicos.)

Extraio da obra *Projeto madeira do Rio Grande do Sul*, de Raulino Reitz (55, p. 404), uma frase definitiva sobre o nosso pinho: "Trata-se, em suma, da madeira mais preciosa do Brasil e da América do Sul, com as mais variadas aplicações, e que apresenta um crescimento muito vigoroso e portanto deve ser preservada a todo o custo, através de estudos e reflorestamento em escala comercial".

MADEIRAS DE LEI

No tempo do Brasil Colônia, as madeiras destinadas à estratégica construção naval eram protegidas por lei, ou "ordenações do reino", e por decretos dos governadores. Até o início do século 19, convém lembrar, todos os navios eram de madeira, e praticamente todo o transporte de cargas e pessoas era fluvial ou marítimo.

A primeira menção histórica lusitana sobre madeiras de construção naval refere-se a Dom Dinis, o Lavrador, rei em 1279, filho de Afonso III (dinastia de Borgonha), criador da Marinha Nacional, também conhecido como "pai da pátria". Mandou plantar o Pinhal (ver glossário) de Leiria, reservado para a construção de embarcações. Na época se usava o carvalho (*Quercus robur*) para as vigas estruturais do casco (quilha, sobrequilha, roda-de-proa, cavernas etc.), e pinho-bravo para os tabuados do casco e de forro. O pinho-manso ou pinho-sangrado, do qual se colhia seiva para usos em perfumaria e química em geral, era empregado nas obras mortas, acima da linha-d'água superestruturada. Outras madeiras tinham uso mais restrito.

ALGUMAS "LEIS DA MADEIRA" (DENTRE MUITAS)

- Em 1567 – Novo alvará real sobre o Pinhal de Leiria.
- Em 1630 – Carta régia trata de "sementeiras de árvores próprias para construção naval".
- De 1714 a 1718 – Para reforço das defesas, foram estabelecidas pelo Marquês de Angeja duas feitorias na Vila Cairu (Bahia). Elas forneciam madeiras para a Ribeira das Naus (Lisboa). Posteriormente passaram a construir embarcações também.
- Em 1798 – Um alvará manda proceder ao tombo (registro) geral de todas as matas e pinhais reais. Os pinheiros portugueses são na maior parte das espécies *P. pinaster* e *P. atlanticus*.

Sobre madeiras do Brasil encontramos as seguintes normas e ordenanças:

- Ofício de 20/07/1773 – Do Marquês de Lavradio, para cumprimento da carta régia de 08/03/1773, proibindo o corte de tapinhoã (itaúba-preta) e peroba (provavelmente peroba-de-campos). Várias cargas dessas madeiras são enviadas à Ribeira das Naus.

Naves de guerra eram feitas de madeira. Daí a necessidade de a Coroa proteger as melhores da demanda avassaladora no campo civil para a construção de moradias, paliçadas, pontes e outros usos, considerados menos importantes na época.

Extraio da *Memória sobre a Marinha no interior do estado do Grão-Pará* ⁽⁵²⁾, oferecida ao Ministro da Marinha, Martinho de Mello e Castro, em Lisboa, escrita em 1787 pelo naturalista Alexandre Rodrigues Ferreira, a seguinte frase esclarecedora: “Quinto: Se em virtude da grandeza q. tem e da qualidade q. mostra, he ou não Pau Real; porque a se-lo, tem Sua Magestade defezo o cortar algum delles sem licença sua, visto q. os reserva para construção das Suas Naus e Fragatas” (Acervo da seção de manuscritos da Biblioteca Nacional).

O landim (olandim, guanandi, landi, galandim) – *Colophyllum brasiliensis* –, família Guttiferae, é citado como madeira de lei por Harri Lorenzi, em seu magnífico *Árvores Brasileiras* ⁽³⁴⁾.

Justamente por ser madeira de boa resistência, durável e muito “linheira”, isto é, com grã direita de fibras bem alinhadas no sentido longitudinal do tronco, era muito empregada na construção de mastros e vergas de navios. Seu tronco, reto e limpo de galhos, destaca-se nas vargens e alagados da borda da Mata Atlântica.

A restrição ao corte data de 1810 ou 1835. A mesma publicação cita que decreto imperial de 1799 restringiu a exploração do jatobá (*Hymenaea stigonocarpa*) – Leguminosae Caesalpinoideae – ⁽³⁴⁾, destinado à construção naval.

• Instruções de 25/10/1808 – Artigos adicionais sobre o corte de madeiras e conservação de matas do Brasil. Resultou assim que as mais resistentes, duráveis (por natureza) e estáveis foram classificadas como “de lei”, indicadas por estaleiros e arsenais. Infelizmente é costume no Brasil o não cumprimento das leis, e essas madeiras passaram a ser exigidas não apenas na construção naval, mas também na construção de palácios, igrejas, casas de nobres etc., com a quase extinção de algumas espécies. Nos trabalhos de restauração de monumentos históricos, os técnicos se deparam sempre com madeiras de lei a serem substituídas, mais uma razão para incluir suas fichas dendrológicas neste manual.

Outra versão sobre as madeiras de lei é encontrada no *Caderno de Encargos* ⁽¹¹⁾, sendo listadas algumas espécies adequadamente classificadas.

MADEIRAS NOBRES

Por sua beleza (cor e figura de face), grande estabilidade e excelente trabalhabilidade, algumas madeiras foram destinadas a usos considerados nobres, tais como: esculturas, móveis de fino acabamento, interior de cabines de iates, painéis decorativos, lambris, portas monumentais etc.

São madeiras que alcançam preços altíssimos no mercado internacional, merecendo tratamento diferenciado. Destacamos:

- Jacarandá-da-bahia – *Dalbergia nigra*.
- Jacarandá-do-litoral – *Platymiscium floribundum*.
- Jacarandá-roxo (paulista) – *Machaerium villosum*.
- Pau-brasil (ou pernambuco) – *Caesalpinia echinata*.

- Mogno-brasileiro – *Swietenia macrophylla*.
- Araribá (ou putumuju) – *Centrolobium tomentosum*.
- Vinhático – *Plathymenia foliolosa*.

Observação: as espécies do gênero *Jacaranda* – Família Bignoniaceae, não são verdadeiros jacarandás.

MADEIRAS DE QUALIDADE

Não qualificadas nas posições anteriores, restam das matas nativas as madeiras consideradas genericamente “de qualidade” pelos carpinteiros na Região Sul. Elas podem ser “duras” ou “moles”. Essa tremenda generalização, muito pouco técnica, tornou-se necessária para separar as madeiras cujas qualidades, aspecto ou resistência não as habilitavam a usos mais importantes ou nobres. Em geral, eram as madeiras refugadas pelos carpinteiros navais por serem muito fracas, empenarem ou fenderem facilmente. Eram também aquelas que, mesmo duras e pesadas, não resistiam à umidade, aos fungos ou aos teredos navais (ver capítulo 4).

Naturalmente, hoje, quando a carpintaria naval perdeu a antiga supremacia, essa classificação seria obsoleta. Porém, continuaremos a usá-la, graças a sua simplicidade e praticidade, pois facilita o diálogo entre o carpinteiro, o engenheiro e o arquiteto, nas obras e oficinas.

Alguns exemplos de madeiras de “qualidade” dura:

- Guarapari – *Vantanea sp* – Humiriaceae.
- Pindabuna – *Duguetia lanceolata* – Annonaceae.
- Guarajuba (capitão-do-campo) – *Terminalia argentea* – Combretaceae.
- Licurana (urucurana) – *Hieronyma alchorneoides* – Euphorbiaceae.
- Guaçatonga – *Casearia inaequilatera* – Flacourtiaceae

Alguns exemplos de madeiras de “qualidade” mole:

- Umbu ou taperebá – *Spondias tuberosa* – Anacardiaceae.
- Pindaíba – *Xylopiá emarginata* – Annonaceae.
- Maria-mole – *Dendropanax cuneatum* – Araliaceae.
- Caixeta, corticeira – *Tabebuia cassinoides* – Bignoniaceae.
- Embiruçu (paina-amarela) – *Pseudobombax grandiflorum* – Bombacaceae.
- Vassourão – *Vernonia discolor* – Compositae.

Por sua importância nas construções antigas, por serem madeiras paradigmas na busca das substitutas, e até pelo importante uso atual – algumas ainda estão disponíveis na Floresta Amazônica –, reunimos neste manual as fichas técnicas das “madeiras de lei”, aquelas selecionadas pelos estaleiros e arsenais da Marinha⁽⁵²⁾.

Como a classificação apresentada acima não é oficial, convém examinarmos outras designações adotadas em determinadas regiões do Brasil:

- **Madeiras do ar:** madeiras adequadas a várias aplicações, desde que permaneçam afastadas do solo e da umidade. É o caso da maioria das canelas, exceto a itaúba-preta. Todas são duráveis, estáveis e de boa trabalhabilidade. Apenas não suportam a umidade.
- **Madeiras brancas:** não significando que tenham necessariamente essa cor, são as madeiras moles, isto é, fracas, boas de cortar. Elas, porém, são presas fáceis de fungos apodrecedores e insetos xilófagos.
- **Madeiras do chão:** referem-se às madeiras adequadas ao contato com o solo. E, portanto, com a umidade. São, com certeza, madeiras rijas, que incorporam fortes extrativos.

Observação: No Hemisfério Norte, a carpintaria adota a classificação *softwoods* para todas as coníferas, e *hardwoods* para todas as latifoliadas ou folhosas (angiospermas dicotiledôneas), sem levar em conta que há coníferas mais densas do que muitas folhosas. É o caso do "pinheiro-amarelo" e o "douglas fir".

Também vale lembrar que na Europa, especialmente em Portugal, as coníferas também são chamadas resinosas.

DIMENSÕES COMERCIAIS MAIS UTILIZADAS

Seção transversal da peça, em centímetros (49, p. 21):

Pranchão	15,0 x 23,0 – 10,0 x 20,0 – 7,5 x 23,0
Prancha	5,0 x 20,0 – 5,0 x 30,0 – 4,0 x 20,0* 4,0 x 30,0
Viga	15,0 x 15,0 – 7,5 x 15,0 – 7,5 x 11,5 6,0 x 16,0* – 5,0 x 20,0
Barrote	8,0 x 16,00**
Vigota	5,0 x 15,0 – 6,0 x 12,0*
Caibro	6,0 x 8,0 – 5,0 x 7,5 – 5,0 x 7,0 5,0 x 6,0* – 5,0 x 10,00**
Sarrafo	3,8 x 7,5 – 2,2 x 7,5 – 2,5 x 5,0* – 2,5 x 4,0**
Tábua	2,5 x 30,0* – 2,5 x 15,0* – 2,5 x 20,0* 2,5 x 25,0* – 2,5 x 10,0 – 1,0 x 15,0
Ripa	1,2 x 5,0* – 2,0 x 5,0 – 1,5 x 5,0 – 2,0 x 4,0**
Cordão	1,5 x 1,5
Pontaleta	7,5 x 7,5 – 10 x 10 – 5 x 5

* Mais utilizadas comercialmente em São Paulo.

** Medidas adotadas na Região Sul.

4. Degradação da madeira

4

DEGRADAÇÃO DA MADEIRA

Matéria-prima de origem biológica, a madeira é degradada por microrganismos, fungos e xilófagos diversos, mas também por outros fatores não biológicos.

FATORES NÃO BIOLÓGICOS

COMBUSTÃO

A madeira é combustível, e deve ser utilizada seca. Mas, no Brasil, muito pouca atenção é dada à proteção ou ao retardamento de chamas.

INTEMPERISMO (WEATHERING)

A madeira empregada em obras externas, sujeitas ao intemperismo, sofre degradações, o que exige dois cuidados essenciais: adequada aplicação e tratamento preservante. Sintetizando, podemos apresentar a seguir os agentes agressores e os seus efeitos sobre a madeira exposta.

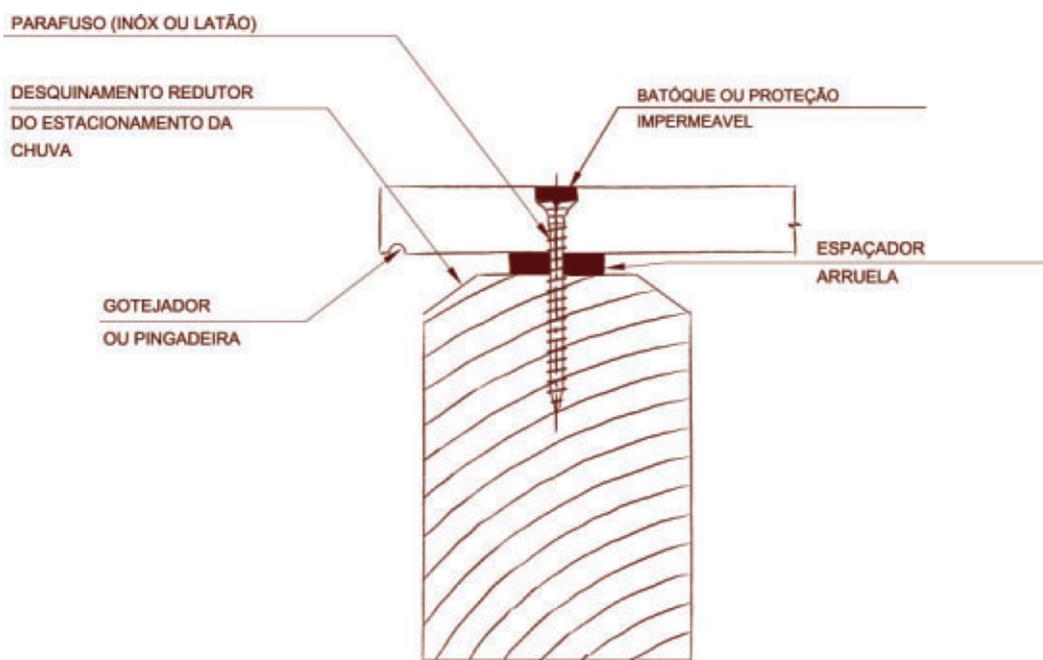
Por não terem penetração, os raios solares ultravioleta agem apenas na superfície da madeira, mas conseguem destruir a pigmentação da camada mais externa, dando-lhe um aspecto cinza-ruço. Também abrem pequenas fendas, por onde penetra umidade. Os raios infravermelhos, todavia, penetram mais profundamente. Aquecem e evaporam extrativos (resinas, óleos essenciais etc.), provocando o colapso da superfície.

Agente	Efeito
Raios solares (ultravioleta)	<ul style="list-style-type: none"> } Retração (perda de umidade) superficial } Descoloramento (aspecto acinzentado)
Raios solares (infravermelho)	<ul style="list-style-type: none"> } Retração, perda de extrativos em profundidade, colapso
Chuva	<ul style="list-style-type: none"> } Umidade (água doce) } Degradação pelo ácido carbônico
Varição térmica e de umidade relativa do ar	<ul style="list-style-type: none"> } Fendilhamento da superfície, empenamento e o aprofundamento das fendas, colapso.

Além desses fatores não biológicos, a madeira exposta sofre também a ação de fungos em cantos abrigados e nas superfícies de contato entre peças nuas.

Regras básicas para a proteção da madeira sujeita às intempéries

- Proteger contra a chuva e os raios solares.
- Garantir rápido escoamento das águas.
- Facilitar a secagem das peças úmidas.
- Não encostar madeira nua em madeira nua.
- Criar pequenos colchões de ar, com emprego de separadores. (Por exemplo: arruelas de metal, borracha ou plástico.)



Quanto ao tratamento da madeira exposta ao intemperismo, ver capítulo 5.

FATORES BIOLÓGICOS

Em nosso clima tropical ou subtropical, a ação dos agentes biológicos é muito mais intensa do que em clima frio.

BACTÉRIAS

Principalmente as gram-positivas têm capacidade enzimática de decompor celulose e hemiceluloses. Rompendo as pontuações (válvulas de passagem da seiva entre tecidos), facilitam a penetração das hifas dos fungos apodrecedores. Algumas *Pseudomonas* são capazes de detoxificar o creosoto, e algumas toleram bem o arseniato de cobre cromatado e o pentaclorofenol.

Vamos posicioná-las como agentes auxiliares dos fungos.

INSETOS

Acompanhando a “classificação” dada pelos carpinteiros, vamos dividi-los em brocas e cupins. Na prática, distinguem-se pelos resíduos. As brocas produzem um pó claro, fino; os cupins, fezes granuladas escuras.

Brocas

São besouros, insetos da ordem dos coleópteros.

Essa ordem engloba milhares de espécies. Algumas atacam as árvores vivas, cavando galerias no brancal, onde vivem as larvas. Em árvores jovens, o ataque pode alcançar o cerne. As larvas são o alimento dos pica-paus.

Outras espécies, coleópteros pequenos, em geral de carapaças negras, atacam a madeira depois de serrada, pois precisam de açúcares primários e amidos simples, seus principais alimentos. Eles também conseguem digerir a celulose, em simbiose com fungos e bactérias. Tais besouros se assemelham aos gorgulhos que atacam o milho e outros cereais armazenados.

São essas brocas que deixam cair um finíssimo pó claro dos móveis e das esquadrias atacadas. Não apreciam a madeira seca e atacam preferencialmente o alburno.

Cupins

São insetos da ordem *Isoptera*, sendo os únicos a não possuir asas. A exceção é feita pelos reprodutores na época do vôo nupcial. Contudo, eles perdem as asas após o acasalamento e a nidificação.

Os cupins que atacam a madeira podem ser divididos em:

- **Térmitas:** cupins da terra ou do solo, família Termitidae. Vivem preferentemente no solo, onde formam imensas colônias – cupinzeiros –, e se alimentam de celuloses, em todas as formas encontradas na natureza. Por não possuírem quitina, que endurece a pele dos insetos, não suportam a luz solar e a maioria é cega. Movimentam-se para fora do cupinzeiro em túneis estruturados com restos de alimentos, fezes e saliva.

Embora sejam de grande capacidade destruidora, não preferem atacar as madeiras de construção, pois vivem das celuloses das plantas e árvores recém-caídas na mata.

O principal cuidado na construção civil reside em evitar deixar madeiras abandonadas nos pavimentos térreos e subsolos, como em lajes de “caixão-perdido”, onde as térmitas as acharão.

- **Cupins da madeira seca:** são os cupins da família Kalotermitidae, principalmente da espécie *Cryptotermes brevis*, que vivem exclusivamente no interior das madeiras que devoram, em longas galerias. Delas saem apenas os imagos – reprodutores alados de asas efêmeras –, para formar novos nichos em outras madeiras.

As galerias possuem pequenos furos para aeração e despejo dos excrementos, que são granulados escuros, formando montículos no piso onde caem.

A superfície externa da madeira não revela a presença dos cupins, apenas os excrementos e os pequenos furos. Porém, as galerias já podem ter comprometido toda a estrutura da peça, deixando capa superficial enganadora.

Esses cupins são um pouco menores, menos numerosos e não tão devastadores quanto as térmitas.

As revoadas de imagos costumam ocorrer no final da primavera.

CUPINS E AS GRANDES VIGAS

Nas construções do período colonial, em monumentos em restauração, é comum encontrarmos grandes vigas retas, muitas vezes sem emendas, peças retiradas de um só tronco de porte. A peroba-rosa era a madeira mais utilizada nas regiões Sul e Sudeste, principalmente na estrutura da cobertura.

Local seco, normalmente aquecido pelo sol, está imune (salvo se houver infiltrações) aos fungos apodrecedores e às térmitas – organismos que necessitam de umidade.

Ao encontrar uma dessas vigas, com aparência de forte ataque de cupins na superfície, não precipite um julgamento de condenação total.

Para fazer uma viga reta de grande comprimento, a partir de um só tronco, é necessário utilizar também partes do brancal. O tronco, aparentemente reto, esconde alguma tortuosidade discreta. Por isso ele é aproveitado quase até à casca.

Algumas madeiras (ver capítulo 9) têm o alburno pouco distinto do cerne, guardando parte de suas resistências aos xilófagos. É o caso da peroba-rosa, não sendo incorreto empregar a viga com brancal.

Após anos, e até mesmo séculos, as madeiras perdem seus extrativos (defensivos) e se tornam vulneráveis aos pequenos cupins da madeira seca, principalmente o brancal. Mas os cupins podem estar apenas nas camadas superficiais, sem atingir o cerne. Embora a viga tenha perdido alguns centímetros em suas medidas, já sabemos que os carpinteiros superdimensionam suas estruturas. Em princípio não se deve condená-las. O melhor é tratá-las.

FUNGOS

Organismos vegetais (alguns biólogos divergem) rudimentares que não possuem clorofila. Apresentamos a seguir os fungos especializados na degradação da madeira.

Todos requerem certas condições ambientais para seu desenvolvimento ⁽⁴⁷⁾:

- Umidade – acima de 20% na madeira.
- Temperatura – ideal entre 25°C e 30°C; podendo ocorrer acima de 0°C e abaixo de 60°C.
- Oxigênio – significa aeração, pois não sobrevivem submersos.
- Pouca luz solar – não resistem à ação direta dos raios ultravioleta.
- pH levemente ácido (entre 4,5 e 5,5) – não toleram ambiente alcalino (pH acima de 7).

Combater os fungos é privá-los de uma ou mais dessas condições ⁽³³⁾.

Os fungos que atuam na madeira podem ser divididos em:

- Bolors primários de hifas hialinas: alimentam-se de açúcares e de resíduos de madeira.
- Fungos manchadores: suas hifas são pigmentadas. Apesar de não comprometerem a estrutura, diminuem o valor da madeira por mancharem sua superfície. Sob esse aspecto, o fungo mais comum no Brasil é o que produz a chamada “mancha azul”.

Os fungos acima não produzem podridão.

- Podridão-mole: em geral é provocada por ascomicetos, capazes de degradar celulose e hemicelulose. Sua ação é relativamente lenta e mais superficial. A peça atacada apresenta superfície amolecida, com trincas transversais.
- Podridão-parda: os principais agentes, os basideomicetos, atacam a celulose, deixando intacta a lignina. Seu nome vem da cor castanha mais escura que apresentam. A madeira adquire aspecto de queimada, com rachaduras longitudinais, e suas características mecânicas entram em colapso ⁽³³⁾.
- Podridão-branca: no início apresenta um aspecto "piolhado" por bolsas brancas na superfície da madeira. Os principais agentes são basideomicetos que também degradam a lignina. Pouco a pouco, as pequenas manchas brancas vão se juntando. A madeira perde peso e entra em colapso, porém de forma mais lenta que na podridão-parda.

PODRIDÃO - TESTE DO CANIVETE

Muitas vezes, sob uma superfície aparentemente sadia, ou pintada, a madeira se encontra em estágio inicial de apodrecimento. Havendo desconfiança quanto ao estado real do objeto, especialmente as peças de difícil acesso, em locais úmidos, pouco arejados, convém "espetar" a madeira com a ponta da lâmina de um canivete. Nas vigas estruturais, onde costumam ser aplicadas madeiras "duras", ou as "de lei", não pode haver penetração superior a um milímetro. Em painéis, folhas de esquadrias, lambris e forros, onde as madeiras podem ser mais macias, uma penetração de dois a três milímetros é tolerável, mas a resistência ao longo da peça deve ser firme, uniforme. O teste também serve para detectar galerias de cupins.

XILÓFAGOS MARINHOS

No mar, a madeira sofre o ataque de diferentes organismos, dos quais aqui trataremos de forma sintética, dando destaque apenas aos mais vorazes.

Fungos

Assim como as bactérias, os fungos parecem não ter ação direta na destruição da madeira imersa no mar, agindo mais em simbiose com outros xilófagos. Facilitam a perfuração do material, ou vivem no intestino do perfurador, degradando a celulose.

Perfuradores

Na simplificação exigida pelo manual, vamos dividir os perfuradores de galerias, segundo dois filões – artrópodes e moluscos. Por paradigmas, representando esses dois ramos, trataremos de uma espécie de cada, as mais eficientes.

- **Limnorias:** artrópodes (patas articuladas) da classe dos crustáceos (corpo coberto de carapaças), ordem dos isópodes (patas iguais), da família Limnoriidae e Sphaeromatidae. Têm corpo pequeno (até dez milímetros). As placas que revestem o corpo são articuladas, permitindo ao animal enrolar-se como bola, defensivamente, abaixo da superfície da madeira ⁽³³⁾. Vivem de forma permanente dentro das galerias que escavam.

As limnorias (aqui como nome genérico) são muito conhecidas pelo efeito de seu trabalho, a "cintura" das estacas de trapiches.

O bater do mar vai arrancando o que restou da madeira sobre as galerias, e a limnoria passa a escavar mais fundo. Como age na "faixa da maré", a "cintura" do pilar pode nos informar as medidas de preamar e baixamar.

Madeiras ricas em cristais de sílica são as mais indicadas para enfrentar o ataque das limnorias.

• **Teredos/gusanos navais:** teredos, taredos ou gusanos são moluscos, classe bivalve, pelecípodes, da família Teradinidae. A principal espécie é a *Teredus navalis*. Na Região Norte os teredos são conhecidos por turus.

Existem em todos os mares, não sobrevivem na água doce e são mais competentes em águas tépidas.

Penetram na madeira em estado larval, por pequeno orifício, onde ficarão as valvas respiratórias e a cloaca. Furam uma galeria no sentido longitudinal, paralelo às fibras da madeira, preenchendo-a inteiramente com seu corpo cristalino, gelatinoso, com aspecto de verme, como acharam os espanhóis (gusano = verme). Na parte de vante, duas valvas (conchas) calcárias serrilhadas abrem a galeria (seriam os "pés") e engolem a madeira, que é digerida por fungos de seu intestino.

Experiências que realizei, no Estaleiro do 5º Distrito Naval, em Florianópolis, com várias madeiras de lei, indicaram não haver madeira imune aos gusanos. Porém, a peroba-rosa mostrou a melhor resistência. A maçaranduba-de-leite revelou-se a mais fraca, apesar de dura e muito pesada. O cedro também é pouco atacado, assim como o angelim.

Em seis meses, alguns gusanos alcançaram 15 centímetros de comprimento, e um diâmetro de 1,0 a 1,5 cm. São, portanto, devastadores. Penetram às dezenas e, uma vez atacada a quilha, o barco não tem mais recuperação.

Os gusanos foram os responsáveis pela perda exagerada de navios portugueses na chamada "carreira das Índias". O tratamento usado contra os gusanos era a aplicação de betume, reforçado com enxofre, cuja eficiência se limitava a poucos meses. Os portugueses usavam também tachear o casco, com pregos curtos, de grandes cabeças. Assim criavam uma casca protetora de ferro e ferrugem, de eficiência relativa.

Outra tática portuguesa consistia em adentrar a foz de um rio até que se alcançasse água 100% doce, que mata todas as formas de vida marítima incrustadas no casco. Inclusive os gusanos internos.

Os romanos e os gregos usavam mantas de chumbo para revestir os cascos. Contudo, o custo do revestimento era proibitivo. E os pregos de ferro da fixação eram "devorados" pela corrente galvânica provocada pelo chumbo em contato com a água do mar.

Somente no século 18, com a Revolução Industrial e o barateamento da produção das chapas e pregos de cobre e latão, foi possível revestir os cascos com lâminas finas de cobre, aplicadas sobre betume (petróleo que aflora) e um tecido de cânhamo. Estavam resolvidos dois problemas: a penetração dos gusanos e a formação da "barba" pelos organismos aderentes ou incrustantes, que tiram a velocidade da embarcação.

Atualmente usam-se tintas à base de cobre, cromo e até de arsênico para revestimento dos cascos.

Ensinava o arquiteto Luiz Saya, diretor do 4º distrito do IPHAN na década de 1970: "O verde colonial, muito usado em esquadrias nas construções do século 19, é tinta à base de óxido de cobre, empregada na proteção dos cascos dos navios contra incrustações e teredos navais". Trazidas a bordo, eram repassadas à construção civil.

5. Tratamentos, preservantes e secagem

5

TRATAMENTOS, PRESERVANTES E SECAGEM

PRESERVAÇÃO DA MADEIRA

As árvores existem na Terra há mais de 200 milhões de anos, e nela o homem começou a caminhar há três ou quatro milhões de anos.

Não se sabe desde quando o *Homo sapiens*, em suas formas mais primitivas, começou a usar a madeira como ferramenta rudimentar, ou como combustível para aquecer-se e talvez cozinhar alguns alimentos. Há registros de restos de fogueiras, associadas a agrupamentos humanos, com mais de 16 mil anos. Antes de chegar ao estágio cultural da idade do bronze, o homem passou pelos estágios da pedra lascada, da pedra polida e, certamente, da madeira. Ao empregar a madeira em usos mais nobres do que numa simples fogueira, ou num cabo de machado, o homem se deparou com um problema que até hoje o inquieta: como preservar a madeira? Como evitar o apodrecimento? Como evitar a perda de suas qualidades, inclusive as decorativas?

Ao longo do tempo, a história registra alguns usos da madeira e algumas técnicas de preservação. Talvez a mais antiga se encontre na bíblia. Noé foi instruído por Javé a construir uma arca, uma nave grande o suficiente para abrigar sua família e os casais de animais a preservar. Precisava também armazenar alimentos para um período de pelo menos 40 dias. A bíblia não fala em velas e remos a propulsar a nave, talvez destinada apenas a flutuar, mas traz instruções de calafetação e preservação da madeira com betume.

O betume, bastante comum no Oriente Médio, é petróleo que aflora naquela região. Era usado tal como surgia, sob a forma de pez ou piche. Esse método continuou a ser usado pelos fenícios, os verdadeiros pais da navegação à vela, os melhores marinheiros de seu tempo. O betume se consolidou como a substância mais tradicional de tratamento dos cascos de embarcações, sendo usado por cartagineses, gregos e persas. Protegia a madeira inclusive contra ataques dos vorazes gusanos ou teredos, mas por pouco tempo.

Os gregos buscaram aperfeiçoar esses tratamentos, extraindo alcatrão do carvão, procurando preservantes mais ativos do que o betume *in natura*. A ele adicionaram enxofre e outros preservantes conhecidos na época.

Os romanos, cuja manufatura metalúrgica era bastante adiantada, usavam mantas de chumbo para a proteção da parte submersa do casco das galeras de guerra, o que inclusive melhorava a estabilidade, funcionando como lastro. Entretanto, os cravos (pregos) para fixação das lâminas de chumbo eram de ferro, e a corrente galvânica, na água do mar, "devorava-os" rapidamente. Usavam também óleos vegetais para conservação de madeiras em obras civis, para preservar e manter a cor. Aplicavam alúmen (sulfato de alumínio e amônia) como retardante de chamas em suas torres de combate e fortes de madeira, revelando bom domínio da química. Diversos óleos vegetais e ceras eram empregados na preservação das madeiras, principalmente para manter o aspecto decorativo desejado.

Na idade moderna, os navios se tornaram as máquinas mais importantes, sendo construídos com madeiras. Sua preservação contra fungos iniciadores do apodrecimento, e também do ataque devastador dos teredos navais, exigia muitos esforços de proteção e conservação. A solução mais adequada só foi alcançada ao final do século 18, quando os cascos passaram a ser revestidos com lâminas de cobre, fixadas sobre manta de cânhamo e betume.

Na Ribeira das Naus de Lisboa, as principais madeiras de construção naval, o carvalho (*Quercus robur*), o pinho-bravo (*Pinus pinaster*) e outros pínus eram enterrados na areia da praia, onde as

marés os alcançavam. Assim eram submetidos ao método de substituição da seiva por água salgada. Depois, ficavam a secar ao vento, para então serem incorporadas aos cascos das naus. Os portugueses já sabiam que a secagem aumentava a estabilidade e a resistência das madeiras.

Em síntese, essa é a parte histórica da preservação da madeira, principalmente na importantíssima construção/carpintaria naval.

TRATAMENTOS NATURAIS OU NÃO INDUSTRIAIS

Isolados, ou em conjunto com solventes e outros aditivos, alguns produtos naturais podem ter bom desempenho na preservação da madeira, ainda melhor que a aplicação de óleos ou resinas chamados de “minerais”, por serem derivados de petróleo.

ÁGUA DO MAR

Não podemos deixar de citá-la, como já foi explicado, por ser eficiente e sempre disponível, quer para embarcações de madeira, quer para construções à beira mar, desde que não permaneçam submersas (ver Teredos), tais como trapiches, deques e plataformas marítimas.

BETUME

Ainda hoje o petróleo bruto e o asfalto diluído em óleo diesel são excelentes preservantes, embora eliminem a possibilidade de revestimentos ou pinturas decorativas. Tintas betuminosas têm o mesmo efeito. São incomparáveis para proteger o pé de postes e mourões cravados na terra.

CARBONIZAÇÃO SUPERFICIAL

Operação a ser realizada com maçarico e muito cuidado. A superfície da madeira deve ser pincelada antes com óleo de linhaça. O tratamento dá proteção e tem efeito decorativo, por ressaltar os tecidos mais fibrosos e saturados de resinas.

CERA DE ABELHA

Diluída em solvente, a cera de abelha pode ser um bom revestimento, dando um aspecto de “madeira crua” bem natural a quase todas as espécies. Oferece boa impermeabilização, sem conferir muito brilho.

CERA DE CARNAÚBA

Essa cera, retirada das folhas da palmeira do mesmo nome, nativa do Nordeste, oferece excelente proteção e algum brilho (fosco-acetinado) à madeira. Como qualquer cera, é impermeabilizante, protegendo da umidade propiciadora da infestação por fungos. Necessita solvente, mas é de fácil aplicação.

ÉPOCA DO CORTE

Cabe aqui também ressaltá-la, não como tratamento, mas como cuidado a ser tomado. Os meses de primavera/verão não são os mais propícios ao corte da árvore. Nessa época, quando está em formação o anel do lenho inicial, a árvore se encontra saturada de seiva, para o desenvolvimento mais acelerado do tronco. Haverá mais açúcares em circulação, e maiores atrativos para os fungos e xilófagos.

Velhos madeireiros recomendam escolher as fases da lua para o corte, embora alguns tecnólogos rotulem tais cuidados como crendice popular. Segundo os madeireiros, deve-se evitar o abate da árvore nas fases das maiores marés, na lua cheia e na lua nova, pois ela estará mais saturada de nutrientes.

ÓLEO DE LINHAÇA

Considero o tratamento natural de melhor resultado. O óleo de linhaça é secativo, proporcionando boa impermeabilização da madeira, além de "puxar" a cor, dando-lhe um aspecto mais vivo e proporcionando uma excelente proteção. Todavia, necessita de renovação pelo menos anual, com a vantagem de não exigir raspagem nem lixação das aplicações anteriores, salvo se houver muitos depósitos de carunchos e poeira.

A mistura, partes iguais de óleo de linhaça e um fungicida/cupinicida, proporciona um excelente tratamento para a madeira, destacando sua cor natural, tornando-a mais viva e protegendo-a contra a umidade. Aquecer o óleo facilita sua penetração mais profunda.

PRESERVANTES INDUSTRIALIZADOS

Em síntese:

ALCATRÃO

Destilado de carvão mineral, muito viscoso, como as tintas asfálticas. É bom para "pintura" em pés de mourões e postes, a serem enterrados. Desvantagem: inviabiliza qualquer "acabamento" posterior.

ALVAIADE

Carbonato de chumbo ou cerusita, excelente protetor de longa duração ⁽²⁶⁾, atualmente é fabricado de óxido de zinco, bem menos eficiente.

CARBOLINEUM

Óleo de antraceno, derivado da destilação do alcatrão.

ACA

Arseniato de cobre amoniacal. Os elementos ativos, arsênio e cobre, se fixam à estrutura molecular da madeira após a evaporação da amônia, oferecendo proteção boa e duradoura.

CCA

Arseniato de cobre cromatado, ideal para autoclavagem de peças de madeira sujeitas ao intemperismo, inclusive para as que serão cravadas no solo (postes e mourões). O CCA tem alta fixação e elevado poder fungicida e inseticida. Hoje seu emprego está restrito à aplicação em UPM – Usinas de Proteção de Madeira ⁽⁴⁹⁾.

CCB

Borato de cobre cromatado em solução aquosa. É excelente para banhar a madeira recém-cortada. O tratamento evita os fungos manchadores e reduz a ação de bactérias, cupins e brocas. É recomendado no caso de madeiras que não terão contato com o solo e umidade ⁽⁴⁹⁾.

CREOSOTO

Extraído do alcatrão (hulha) ou de madeiras. Composto por dezenas de hidrocarbonetos, é excelente preservante contra fungos, bactérias apodrecedoras e insetos xilófagos.

PENTAFLOROFENOL

O mais violento dos organoclorados para preservação da madeira. Embora muito eficiente de imediato, tem uma duração média de cinco anos (os cupins da madeira seca podem esperar dez anos para atacar). A degradação depende da própria madeira (reação com os extrativos) e de sua exposição ao tempo (ar, chuva e luz solar).

TINTAS “ENVENENADAS” À BASE DE COBRE E CHUMBO

São de grande eficiência contra teredos e incrustações do casco das embarcações.

ZARCÃO À BASE DE CHUMBO

Excelente protetor para a madeira, embora seja elaborado para proteção do ferro. Usado como tinta de fundo em todas as madeiras do casco das embarcações, especialmente nos pontos de contato entre as peças.

ZARCÃO À BASE DE ÓXIDOS DE FERRO

Fabricado atualmente face às restrições ao chumbo. É pouco eficiente contra os xilófagos.

Observação: quanto aos preservantes industriais, acima citados de forma abreviada, cabe esclarecer:

- São os preservantes mais eficientes.
- Organofosforados: derivados do ácido fosfórico.
- Organoclorofosforados: as chamadas dioxinas, muito eficientes como inseticidas, mas ecologicamente muito perigosas.
- Por seus efeitos tóxicos contra o homem, foram praticamente banidos do manuseio direto, embora sejam tolerados em plantas industriais de autoclavagem.
- Os preservantes à base de arsênio e metais pesados, como o chumbo, são dos mais tóxicos e persistentes contra todos os xilófagos, porém são de manuseio muito perigoso, por seu efeito cumulativo no organismo.

NOVOS PRODUTOS

A proteção ambiental e a proteção ao trabalho, que ganharam força na segunda metade do século 20, obrigaram à pesquisa de preservantes menos danosos ao homem e à natureza. Desses, podemos destacar:

NAFTENATO DE COBRE

Eficiente e de baixa toxicidade para o homem (também são assim os naftenatos de zinco e ferro) ⁽⁴⁹⁾.

PIRETRINA

Derivada do ácido crisantêmico, extrato natural das plantas genericamente conhecidas como crisântemos, em combinação com ácido pirétrico. Hoje, produzidos sinteticamente, são chamados de piretróides:

- aletrina;
- deltametrina;
- permetrina;
- bioresmetrina, esta a mais segura para os humanos.

PREVENTOL OF

Ortofenilfenol ou OPP, para banhar madeira recém-cortada ⁽²²⁾.

QUELATO DE COBRE

Em meio alcalino (pH 8-9), assim como o quinolinolato de cobre, é preservante de baixa toxicidade, sendo aceito para tratamento preservante de embalagens de alimentos ^{(33) (24)}.

Paradoxalmente, a proteção ambiental está banindo os preservativos mais eficazes, também mais tóxicos para o ser humano e para a natureza, deixando as construções em madeira mais vulneráveis, resultando em mais árvores cortadas...

Observação: o mais importante "tratamento" a que deve ser submetida a madeira, antes de qualquer uso, é a secagem, à qual dedicamos capítulo específico.

SAIS DE AMÔNIO

Quaternário e aminas terciárias, também conhecidas como AAC's, podendo ser utilizadas em veículo aquoso ou oleoso, este em geral derivado de ácidos graxos naturais (coco, soja, girassol).

QUADRO DE RESUMO DOS PRESERVATIVOS

Listamos aqui alguns cuidados a serem observados pelos aplicadores de preservantes:

PROTEÇÃO TEMPORÁRIA (ATÉ 6 MESES)		PROTEÇÃO PROLONGADA
Hidrossolúveis		Solúveis em óleo
Fungicidas	Inseticidas	Arsênio e chumbo
Sais de amônio	Piretróides – ACA	Creosoto/Carbolineum
Sais de bórax e de sódio	Piretrina – CCA	Pentaclorofenol
	Preventol – CCB	Tintas à base de cobre

PROTEÇÃO AO APLICADOR

- 1) Conhecer o produto, ler a bula, consultar o agrônomo.
- 2) Usar roupa completa, se possível impermeável. O tecido deve ao menos ser grosso, e nenhuma parte do corpo deve ficar exposta.
- 3) Usar EPI – equipamento de proteção individual completo – principalmente máscara adequada e luvas.
- 4) Trabalhar em local ventilado.
- 5) Não comer, não fumar, e não coçar qualquer parte do corpo antes do banho, que deve ser tomado após a aplicação.
- 6) Tomar banho completo e meticuloso, com muita água e sabão.
- 7) Usar luvas para o manuseio cauteloso das embalagens cheias de preservantes. Não reaproveitar as vazias.
- 8) Manter o telefone do médico à mão.

TRATAMENTO CONTRA FOGO

Sempre foi encarado como um inconveniente a alta inflamabilidade da madeira seca.

Observando o queimar de um tronco, examinando-se o processo químico do avanço do fogo, cuja análise não cabe neste manual, verifica-se que a madeira tem defesas para evitar e retardar a propagação das chamas.

Ao contrário do que se imagina, a madeira não queima facilmente, e resiste bem ao calor.

Temos notícias de que os romanos tratavam as madeiras dos fortes e paliçadas com alúmen, para evitar as flechas incendiárias. Alúmen, ou pedra-ume, é um sulfato de alumínio e potássio, usado como adstringente. Tem efeito retardador de chamas ⁽³³⁾.

As principais formulações, muito econômicas, que tornam a madeira não-inflamável até certo grau de temperatura, incluem:

- fosfato de amônio;
- ácido bórico;
- silicato de sódio;
- sal amoníaco;
- sulfato de amônio;
- cloreto de zinco.

A solução pode ser aquosa, dissolvida a quente até a saturação, com a inclusão de um aderente como o óleo de linhaça, a cola de sapateiro, a cola animal etc.

A instabilidade de alguns dos componentes obriga ao tratamento anual. Como esses componentes são baratos, causa estranheza o fato de serem pouco usados. Revestir a madeira, onde couber, com argila, argamassa ou gesso, também a protege contra o fogo ⁽³³⁾.

MÉTODOS DE TRATAMENTOS BIOLÓGICOS

Cabe aqui também registrar alguns métodos mais naturais, considerados “ecologicamente corretos”:

- **Hormônios sexuais e feromônios:** para atrair insetos para armadilhas.
- **Papel-cola:** com iluminação noturna, atrairá e capturará insetos (fototropismo).
- **Micélios de *Trichoderma virides* e *Scytalidium spp*:** tóxico para muitos fungos manchadores e apodrecedores.
- **Extrativos vegetais:** a busca atual por extratos vegetais naturais, eficientes contra fungos manchadores e apodrecedores, mantém a tendência de evitar o emprego de formulações químicas, de alta toxicidade. É sabido que as plantas possuem autodefesas contra seus inimigos naturais, sobretudo as árvores de clima tropical. As pesquisas vão nessa direção, tentando isolar dos múltiplos extrativos quais os responsáveis pela defesa contra os fungos e xilófagos. Alguns produtos já se encontram disponíveis no mercado, com resultados satisfatórios, o que estimula as novas pesquisas de defensivos naturais, de baixa toxicidade.

MÉTODOS DE APLICAÇÃO

Os preservantes podem ser aplicados, no campo e em usinas, por meio de:

- **Imersão em solução aquosa:** deve ser o primeiro tratamento a ser aplicado na peça de madeira, logo após a serração, na própria serraria.
- **Pulverização:** ou pincelagem, segundo a qualidade de madeira a tratar ⁽¹⁹⁾.
- **Banho quente - frio:** imergir a madeira na solução preservativa, aquecida em torno de 100°C, por até seis horas. A madeira perde água por evaporação e o ar existente no interior das células. Em seguida, levar ao banho a frio. Quanto mais forte o choque térmico, mais o preservativo penetrará no interior da peça, sugado por um “vácuo” parcial, onde antes havia vapor ⁽⁴⁷⁾.

• **Substituição da seiva:** o processo lembra o método português de enterrar pranchas na areia da praia, quando a pressão osmótica forçará a água salgada a penetrar na madeira, substituindo a seiva. Aqui, de forma rudimentar, usa-se um tambor de 200 litros, ou qualquer recipiente grande, no qual a madeira a ser tratada fique imersa a uma profundidade da ordem de 60 cm. A peça deve ser descascada e ter a base biselada em ponta, para oferecer ao líquido maior superfície transversal, ou de topo ⁽¹⁹⁾.

Esses métodos de campo são extremamente econômicos. Podem ser aplicados em qualquer serraria, com investimento mínimo.

• **Usinas de Preservação de Madeiras – UPM:** madeiras sujeitas a forte intemperismo, ou estruturas de maior responsabilidade, ou nobreza, requerem tratamentos mais sofisticados como garantia de proteção.

Uma planta completa de preservação exigirá uma estufa de secagem de câmara fechada, com rigoroso controle de perda de umidade. Dali a madeira sairá seca, diretamente para uma autoclave, onde receberá um preservante, sob pressão. Há vários métodos de condução do processo, dependendo da seqüência do vácuo, pressão, injeção do preservante, vácuo final ⁽⁴⁷⁾. Todos buscam obter a máxima penetração do preservante, até porque madeira parcialmente tratada não é madeira preservada.

Ao público-alvo importa saber que esses processos industriais em usinas são os mais garantidos, embora muitas de nossas melhores madeiras sejam praticamente impermeáveis às soluções preservantes, mesmo sob pressão.

PRESERVAÇÃO DE OBRAS RARAS

Acrescento aqui algumas recomendações para a preservação de obras raras de madeira, como é o caso de museus:

- **Fiscalizar:** vigilância permanente, tudo que entra num museu deve ser prévia e rigorosamente vistoriado.
- **Prevenir:** em época de revoada e acasalamento de cupins, colocar iscas hormonais ou lâmpadas acesas durante toda a noite, atraindo-os para papel-cola.
- **Identificar:** as peças, principalmente instrumentos musicais que contenham componentes de pinho, muito apreciado pelos cupins. Tratá-las com forte preservante líquido freqüentemente.
- **Controlar:** a umidade, pois os fungos precisam dela. Quanto mais seco, mais saudável será o museu, desde que a umidade relativa do ar (URA) permaneça estável.
- **Tratar:** manter todos os ambientes, inclusive telhados e porões, tratados contra insetos.
- **Fumigar:** peças atacadas por brocas ou cupins, especialmente móveis, envolvidas por lonas plásticas, com uma única abertura para a entrada do gás.

A vantagem do expurgo por fumigação é o alto poder de difusão dos gases que, ao penetrarem em todas as galerias, exterminam cupins e brocas ⁽³³⁾.

Nesse processo usam-se os seguintes gases:

Brometo de metila ou bromometano (CH₃Br): tem forte ação inseticida, não corrói metais e não é inflamável em condições normais. Por ser inodoro, é costume associá-lo a um gás irritante das mucosas: a mistura alerta sobre vazamentos.

Fosfina (PH₃): vendida em pastilhas, como fosfeto de alumínio. Em contato com a umidade do ar, as pastilhas liberam o gás⁽³³⁾. Por ser inflamável, costuma ser associada a gases inertes e inibidores de chama. É corrosivo de metais.

A fumigação expurga as infestações, mas não evita a reinfestação. Portanto, logo após a fumigação, as peças devem passar por tratamento com preservantes líquidos.

Enfim, para que se tenha a melhor garantia quanto a esses serviços, é preciso escolher uma empresa especializada, responsável, que use produtos de qualidade reconhecida e não improvise "formulações", e ofereça assistência técnica permanente (mesmo quando a verba acabar...).

SECAGEM

Recém-serrada, uma prancha de madeira estará saturada de diferentes tipos de seiva. A água estará presente em grandes proporções, podendo ser:

- Água livre: de embebiamento ou de capilaridade, contida nas cavidades dos vasos/poros e demais cavidades celulares e intracelulares. A perda dessa água já ocorre com o contato com o ar, quando a madeira começa a "murchar".
- Água presa: ou higroscópica, retida pelas "pontes de hidrogênio". A saturação máxima é da ordem de 30%, o ponto de saturação das fibras (PSF). Perdendo a água presa, a madeira começa a sofrer alterações em suas propriedades físicas e mecânicas. Sofre ainda as grandes contrações em volume, radial e tangencial⁽²⁰⁾.

Inúmeras razões impõem a secagem da madeira. Dentre elas destacamos:

- Menor peso: facilita o transporte e o manuseio.
- Maior resistência: a quase todos os esforços a que será submetida.
- Maior estabilidade: a madeira seca "trabalha" menos, muito menos.
- Maior durabilidade: pois a umidade é fator de desenvolvimento dos fungos apodrecedores.

Todavia não devemos esquecer algumas, digamos assim, "desvantagens":

- Mais dura: a madeira seca às vezes dificulta a trabalhabilidade (exemplo: as "costelinhas" na aplinação).
- Totalmente seca: após alguns anos, perde seus extratos protetores e passa a ser vulnerável aos cupins da madeira seca.

O que não invalida a importância da secagem, principalmente porque, embora continue reagindo à umidade relativa do ar, a madeira seca permanecerá praticamente estável no padrão para o qual foi dimensionada, desde que mantida no mesmo ambiente.

Sintetizando, como convém ao manual prático, há duas formas de produzir madeira seca:

- Secagem natural
- Secagem artificial } Secadores
 } Estufas

SECAGEM NATURAL

Depois de serrada, a madeira é “gradeada”, isto é, empilhada com sarrafos que mantêm uma distância padronizada entre cada peça. Recomenda-se, quanto a esse tipo de secagem:

- Manter bom afastamento do solo (30 cm no mínimo), se for ao relento. A distância do piso deve ser de 15 cm no mínimo, se a madeira estiver abrigada em galpão.
- Pilhas padronizadas para um só tipo de madeira, tanto em espécie quanto em bitola.
- Sarrafos separadores bem bitolados, para oferecer igual apoio. (Por exemplo: 2,5 cm x 2,5 cm ou 4 cm x 2,5 cm.)
- Separadores alinhados verticalmente, sendo a distância entre eles dependente da espécie e da bitola.
- Não deixar sem apoio as pontas de madeira com mais de 30 cm.
- Grosso modo, uma tábua de 2,5 cm de espessura, com 3 m, deve receber quatro sarrafos no mínimo. Seis é o número ideal ⁽²⁴⁾.
- Não deixar as pilhas expostas ao sol e à chuva. Na secagem ao ar livre, improvisar um telhado mais largo e principalmente mais comprido. Um bom beirado protege as pontas das tábuas.
- As extremidades das peças onde a secagem é mais rápida, levando às indesejáveis tensões fendilhadoras, devem ser impermeabilizadas com cera, resina, óleo ou até graxa.
- A base das pilhas deve ter barrotes bem nivelados, rigorosamente alinhados, para evitar tensões sob pesos irregularmente distribuídos ⁽²⁴⁾.
- Foi observado que as tábuas colocadas mais abaixo nas pilhas empenam menos que as de cima. Isso levou ao uso de pesos sobre a pilha, para “travar” o empenamento da madeira disposta mais acima.

A secagem natural à sombra, principalmente em galpões, com ventilação forçada ou natural, seria o método perfeito. Todavia, os custos de armazenagem inviabilizam esse procedimento, principalmente para as madeiras duras ⁽⁵³⁾. Por esse método, o ipê levaria dois anos para ser considerado seco, a depender do clima da região.

O transporte aquático das toras tem sido adotado atualmente, face à enorme distância entre os centros produtores, localizados na Floresta Amazônica, e os consumidores das regiões Sudeste e Sul. O ideal seria que as toras ficassem em serrarias próximas às margens dos rios, dispostas em pátios, até que atingissem o primeiro estágio de secagem, com a perda da água livre (ou de capilaridade). Só então deveriam ser embarcadas para os beneficiadores da madeira bruta nos centros consumidores.

SECAGEM ARTIFICIAL

Designamos assim o método de secagem forçada da madeira, por meio de estufas ou secadores.

Secadores

Os secadores são instalações que retiram a umidade da madeira utilizando apenas o ar, em ventilação forçada.

Um pequeno galpão ou mesmo uma tenda vinílica podem bem servir como secadores, auxiliados por:

- circulação de ar por convecção, ou sirocos;
- alguma forma de aquecimento desse ar, podendo ser solar ou elétrica;
- desumidificador. Porém, um desumidificador mais ou menos rústico exige um operador eficiente, pois a pura secagem direta pode gerar tensões internas na madeira, capazes de prejudicar seu uso, como veremos a seguir ⁽⁵³⁾.

Estufas

A secagem exige um programa específico para cada espécie de madeira ⁽⁴⁸⁾ ⁽⁵³⁾. As estufas são instalações que tornam possível o controle da umidade e da temperatura do ar, permitindo a aplicação do programa de secagem adequado a cada tipo de madeira. Em pouco tempo, a madeira terá o teor de umidade desejado, com perdas mínimas por defeitos de secagem.

Um programa de secagem compreende as seguintes etapas, apresentadas aqui de forma sintética – mais detalhes em ⁽²⁵⁾ ⁽⁴⁸⁾:

Fase 1 – Com a câmara fechada, são ligados os sistemas de aquecimento e umidificação do ar, com aplicação de vapor, controlando-se o programa pelos bulbos secos e úmidos dos termômetros. Esta é a fase crítica do processo, quando a perda da água livre e o aumento da temperatura impõem tensões internas nos tecidos, capazes de provocar rachaduras e colapso.

Fase 2 – É a fase da secagem propriamente dita, quando a madeira vai perder a água presa no interior (lume) dos tecidos, inclusive das fibras. Todo o processo é acompanhado pelo desempenho das amostras-teste.

Fase 3 – É a fase da igualação e acondicionamento, isto é:

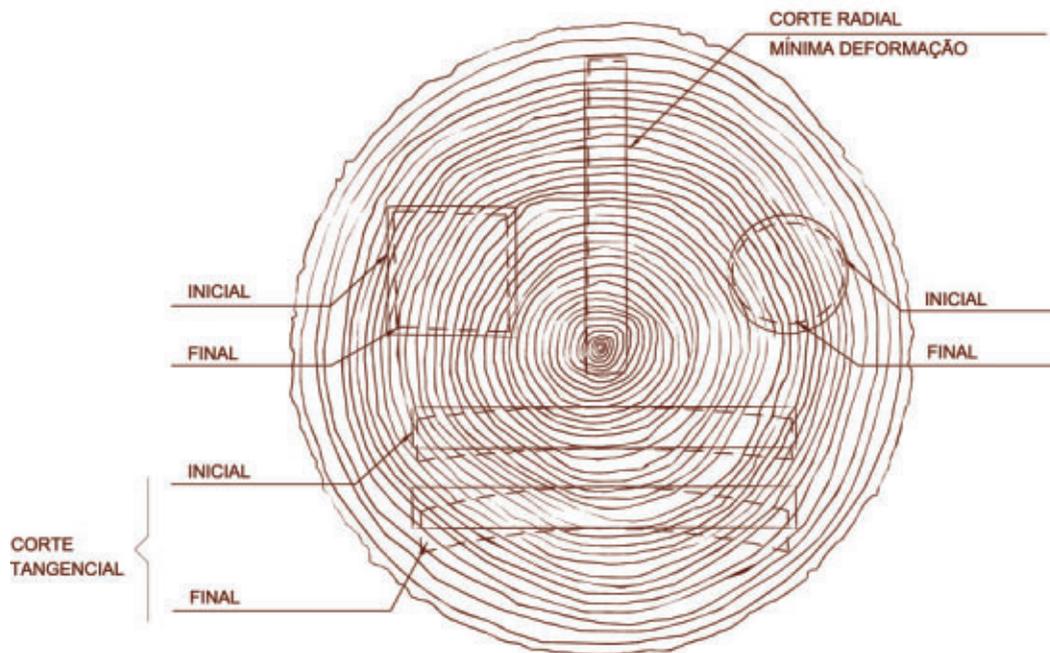
- o teor de umidade desejado é igualado entre todas as peças da carga;
- uniformizado o teor da umidade, aliviam-se as tensões desenvolvidas na secagem ⁽⁴⁸⁾.

DEFORMAÇÕES DECORRENTES DA SECAGEM

Já vimos que a madeira é um material anisotrópico, isto é, que reage aos esforços e também à secagem de forma diversa, conforme a direção da peça. Vimos também que as contrações por secagem são maiores no sentido da superfície tangencial, menores no sentido radial, e mínimos – até desprezíveis – no sentido longitudinal da peça ⁽⁴³⁾.

Aliados a isso, outros fatores contribuem para ocasionar deformações por secagem, como a grã reversa ou espiralada; o lenho de reação e a presença de lenho juvenil junto à medula.

DEFORMAÇÃO POR SECAGEM, CONFORME A POSIÇÃO DA PEÇA NA TORA
SECAGEM - DEFORMAÇÃO

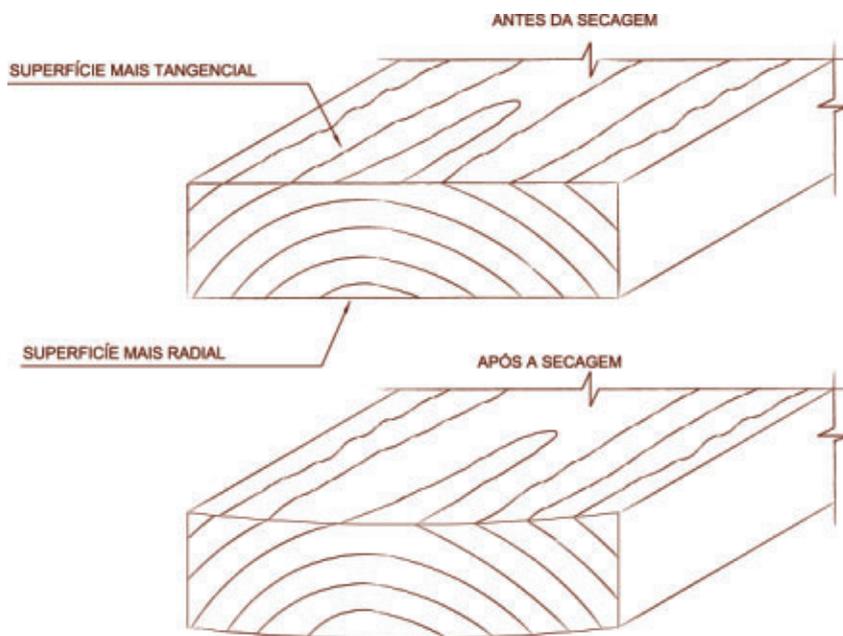


Empenamentos

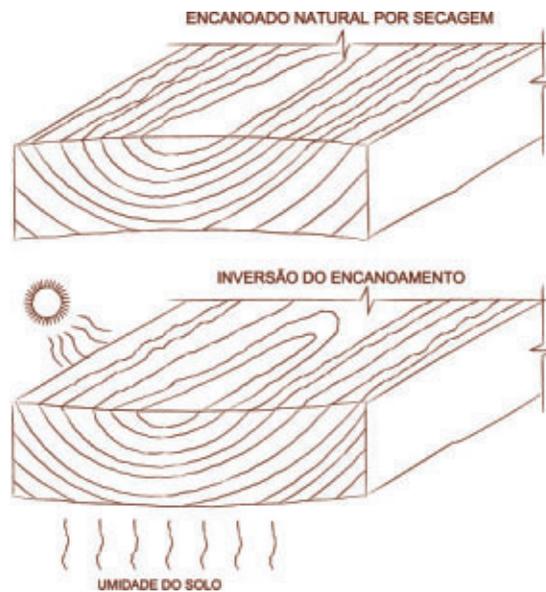
A peça sofre distorções em relação aos planos originais em que foi cortada. O empenamento pode ser:

a) **Encanoado** – ocorre sempre que uma das superfícies da tábua se contrai mais do que a outra. Isso pode aparecer, sintetizando, por duas razões:

- **Intrínseca:** por causas naturais, a superfície mais afastada do centro da tora se contrai mais ⁽⁶⁷⁾.

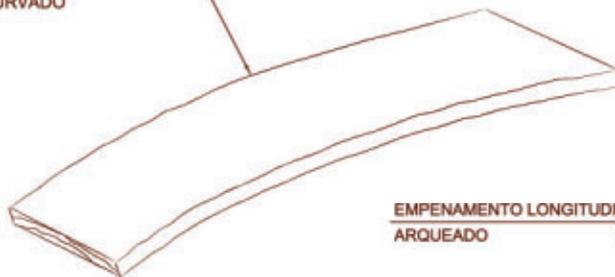


- **Extrínseca:** fatores externos podem alterar a tendência natural acima representada. Por exemplo, maior umidade em uma das superfícies a fará encolher menos. Sol ou ar mais seco em uma das faces a fará se contrair mais ⁽²⁹⁾.



- b) Longitudinal** – mais raro, decorre de irregularidades da grã, do corte da peça, ou do lenho de reação, em árvores que crescem em terreno de forte inclinação.

EMPENAMENTO LONGITUDINAL
ENCURVADO



EMPENAMENTO LONGITUDINAL
ARQUEADO



- c) Torcido** – o tecido fibroso de algumas espécies cresce em espiral, é a grã espiralada, muito comum nos eucaliptos.

TORCIDO

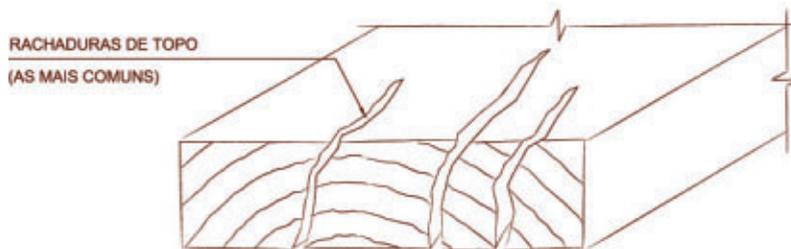


Rachaduras

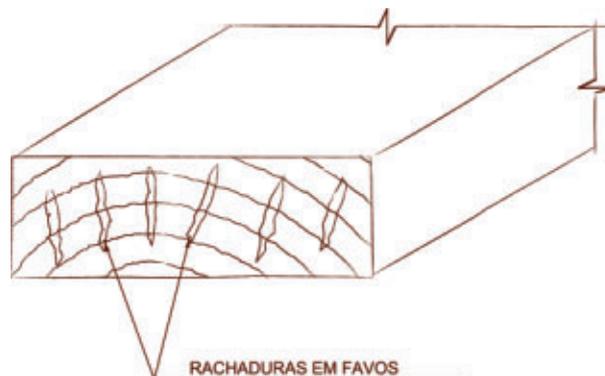
Podem ser:

- **Rachaduras superficiais** – a ocorrência de fendas no topo ou na superfície da peça decorre das tensões por contração, diferentes entre os diversos tecidos da madeira ⁽⁴³⁾. Foge ao escopo deste manual analisar esses esforços. Basta informar que, quando essas diferenças de contração geram esforços superiores à "resistência ao fendilhamento", a madeira racha (ver Nota Importante no início deste livro). Fendilhamento implica em separação dos tecidos, rompendo-se apenas a coesão entre os diferentes tecidos, e não em ruptura do tecido em si. O tecido parenquimatoso axial fende com maior facilidade do que o tecido dos vasos e fibras ⁽⁶²⁾.

É muito comum ocorrerem fendas na superfície tangencial ou rachaduras no topo das peças, pois as madeiras apresentam fraca resistência ao fendilhamento. Por isso os operadores de estufas precisam ter prática e conhecimentos acerca da espécie a secar e sobre suas tendências.



- **Rachaduras em favos** – ocorrem no interior das peças, não sendo visíveis antes de seu desdobraamento. São decorrentes das tensões geradas durante a primeira fase da secagem, sempre que essas tensões superem a "resistência à tração" no sentido perpendicular às fibras. Nesse caso há ruptura dos tecidos e redução da resistência da madeira. Ocorre também quando a temperatura inicial é muito alta, não tendo sido mantida a necessária saturação de vapor, compensadora das tensões. Com isso, verifica-se uma rápida vaporização da água do interior dos tecidos, principalmente do tecido fibroso, que rompe sua estrutura. É um defeito típico da secagem artificial ^{(25) (62)}.



Essas rachaduras internas são normalmente associadas ao "encruamento" e "colapso", que merecem descrição mais detalhada a seguir.

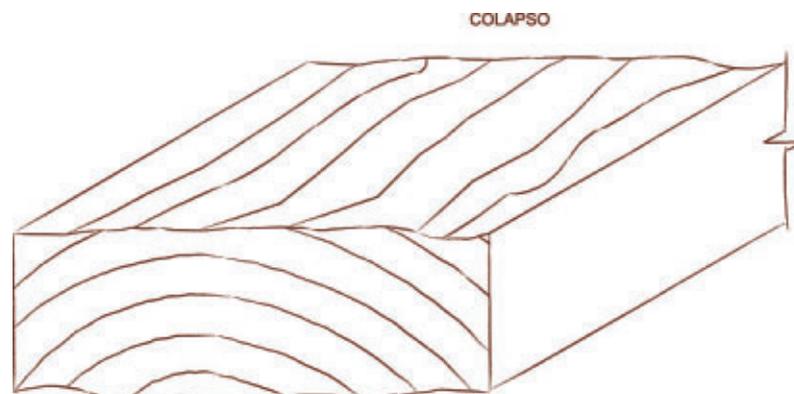
Encruamento

Submetida erroneamente a tensões excessivas durante a secagem, a madeira adquire tensões permanentes, ficando as fibras externas sob compressão e as internas sob tração ⁽²⁵⁾. Ao ser desdobrada ou usinada, a peça apresentará empenamentos inesperados.

Colapso

O colapso superficial é caracterizado por ondulações na superfície (normalmente na tangencial), afundamentos desiguais, como se tivesse havido encolhimentos desiguais no sentido da espessura da peça, que fica com aspecto corrugado. Tal característica resulta da evaporação de resinas e óleos essenciais pelo calor excessivo da estufa, sem contrapressão de vapor. Em obras expostas ao tempo (trapiches, passarelas, deques), o efeito é consequência da ação dos raios solares infravermelhos (calor) ⁽⁶²⁾.

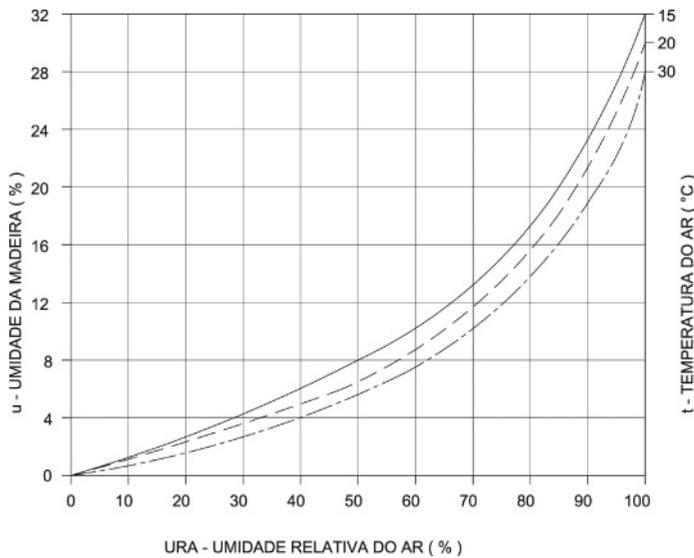
O encruamento e o colapso têm origem na falta de controle da temperatura durante a secagem em estufa. No decorrer do processo, a temperatura não pode ser excessivamente alta, até que se conclua a remoção da água livre. Também é necessário manter a saturação de umidade adequada (vapor) ⁽²⁹⁾.



Derrame

Finalizando, citaremos o "derrame de resinas" como outro defeito resultante da secagem inadequada. O "derrame", que mancha a superfície da peça, ocorre em algumas coníferas, como os pinus não sangrados, submetido a altas temperaturas (acima de 80°C). "pinho manso" é o pinus do qual retiramos parte da seiva. "Pinho bravo" é o pinus não sangrado.

PONTOS DE SATURAÇÃO DAS FIBRAS



As curvas da figura mostram, com razoável aproximação, a relação entre a umidade relativa do ar (URA) e a umidade da madeira (μ) em diferentes temperaturas. Esses coeficientes se aplicam à maioria das madeiras ^{(35) (53)}.

Nota-se que o ponto de saturação das fibras (PSF) é atingido quando a umidade da madeira é da ordem de 30% ($\mu = 30\%$). Esse indicador é adotado universalmente, com pequena variação por causa da temperatura ambiente (ver capítulo 2, Elementos constitutivos da madeira) ^{(3) (53)}.

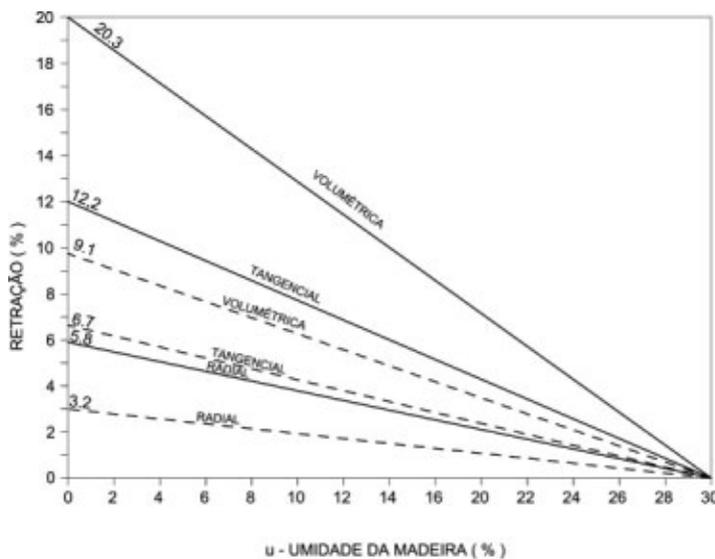
No litoral, de clima mais úmido, com umidade relativa do ar (URA) ao redor de 80%, a umidade da madeira oscilará entre 15% a 20%, aproximadamente.

RETRAÇÃO E DILATAÇÃO

A madeira reage também de forma anisotrópica à umidade ambiente, isto é, de forma diferente para cada um dos planos ou direções consideradas.

A figura abaixo compara as retrações nos planos tangencial e radial, assim como a retração volumétrica de duas espécies de madeira, partindo do "ponto de saturação das fibras" (PSF $\approx 30\%$).

O gráfico pode ser invertido, mostrando a dilatação dos tecidos, por adsorção da URA.



Pitomba-preta – Zollernia falcata, contrações (%):

Radial – 5,8.
Tangencial – 12,2.
Volumétrica – 20,3.

Freijó – Cordia goeldiana, contrações (%):

Radial – 3,2.
Tangencial – 6,7.
Volumétrica – 9,1.

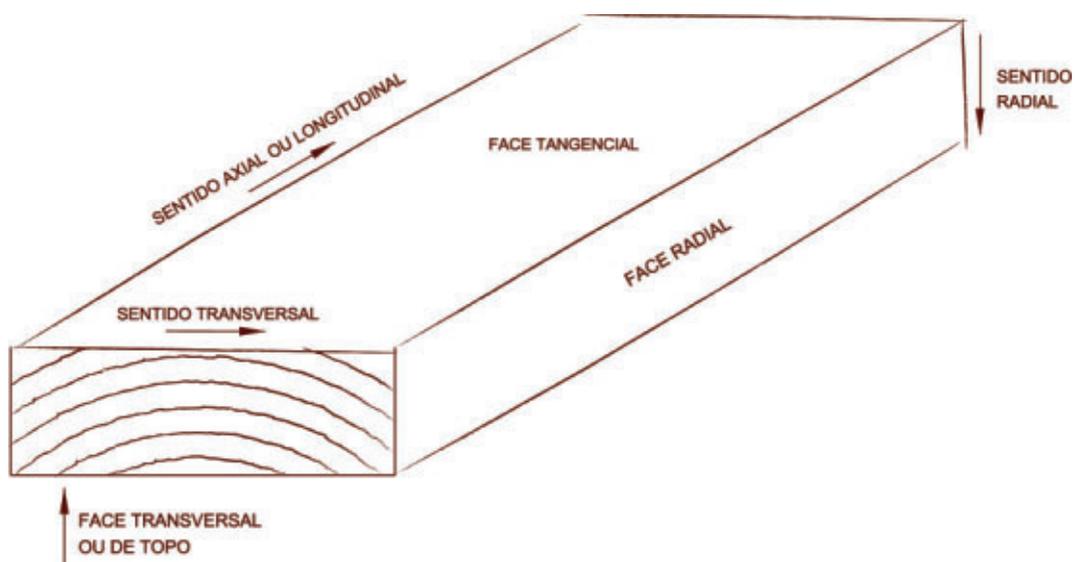
Dados: IPTISP (41).

Observações:

- 1) O gráfico é apenas esquemático, pois o desenvolvimento da retração não é retilíneo.
- 2) Não apresentamos a retração axial, por ser desprezível (<1%).
- 3) Escolhemos o freijó, por ser das madeiras de lei mais estáveis, e a pitomba-preta, por apresentar um dos mais altos percentuais de retração.

Estamos vendo que a madeira é duplamente anisotrópica, tanto nas propriedades físicas quanto nas mecânicas, isto é, reage à presença, maior ou menor, da umidade, bem como à direção dos esforços a que é submetida, sempre de modo diferenciado.

Resumindo os "sentidos" da peça de madeira e suas faces:



A razão da retração e da dilatação anisotrópicas, entendem alguns autores, é o fato de que as células das madeiras, em todos os tecidos, se retraem muito na "largura", no diâmetro, e praticamente nada no comprimento, no sentido do desenvolvimento do tecido e da árvore, razão pela qual a retração axial é ínfima (< 1%) em qualquer espécie ⁽⁶⁸⁾.

Os tecidos dos raios são orientados na direção e sentido da medula do tronco, portanto encolheriam menos por perda de umidade, o que pode explicar a menor contração radial. No sentido tangencial, todos os tecidos estão posicionados de modo a oferecer o diâmetro (no caso dos raios), ou a largura (os outros tecidos) onde maior será a contração.

A natureza é repetitiva em determinados processos, o homem pode engordar ou emagrecer, mas sempre no "diâmetro" nunca na altura...

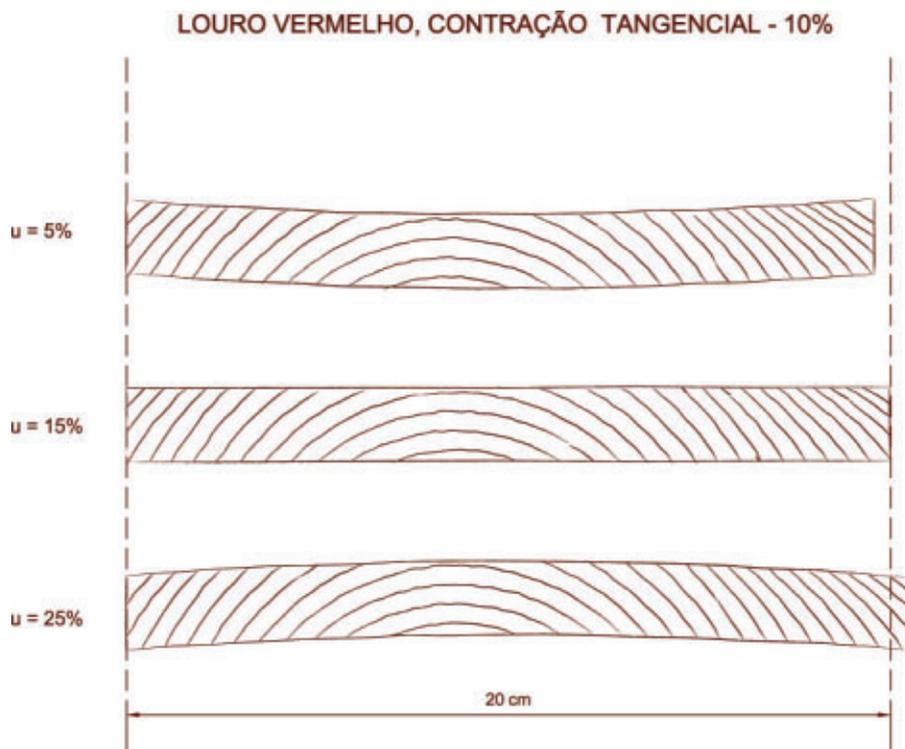
O "TRABALHAR" DA MADEIRA

A madeira trabalha sempre, diz o carpinteiro, não se referindo a si próprio trabalhando a madeira, mas ao dilatar/encolher da matéria-prima. Vimos que a madeira troca umidade com o meio-ambiente por adsorção (ganho) ou dessorção (perda) de água, a depender da URA.

Quando a umidade da madeira (μ) está em equilíbrio com a URA, após um bom tempo naquele ambiente, diz-se que atingiu a Umidade do Equilíbrio da Madeira (UEM) ⁽⁴⁴⁾.

Esse movimento, praticamente incontrolável na madeira nua, é permanente, embora pouco notado na peça mantida no mesmo ambiente.

Neste capítulo (Secagem), vimos o comportamento da madeira, o seu "trabalhar", apenas no sentido de perder umidade, abaixo do PSF. Todavia, ao ganhar umidade, adsorvendo-a do ar mais úmido, o comportamento é o mesmo, em sentido inverso.



Esse é o modelo clássico para ilustrar o "trabalhar" da madeira. São pedaços de uma mesma tábua, dispostos em seqüência, um após o outro. Por isso os anéis de crescimento são rigorosamente iguais. A peça do meio é o paradigma. A superior perdeu 10% de umidade e encolheu na largura, tendo encanoado, contrariando os anéis. A de baixo ganhou 10% de umidade, aumentou na largura, e encanoou no mesmo sentido dos anéis de crescimento.

A fórmula para calcular esse "trabalhar" é dada no final do capítulo 8 (Calculando a contração). O resultado é 0,66 cm (positivo ou negativo) para a espécie escolhida, o louro-vermelho (*Nectandra rubra*) ^{(51) (68)}.

6. Madeiras de reflorestamento e compósitos



6

MADEIRAS DE REFLORESTAMENTO
E COMPÓSITOS

Uma vez que tem aumentado de forma promissora o uso de madeiras oriundas de bosques cultivados, em geral de espécies exóticas, devemos analisar as novas aplicações, usos, possibilidades e substituição das madeiras nativas protegidas.

Do mesmo modo, os diferentes tipos de compostos com lâminas, cavacos, cepilhos e madeira em pasta devem ser examinados, destacando-se vantagens, desvantagens e cuidados na aplicação e seleção.

MADEIRAS DE REFLORESTAMENTO

É mais correto chamá-las de madeiras exóticas adaptadas ao solo brasileiro, em florestas plantadas. Aqui já houve várias experiências de plantio de árvores provenientes de outras partes do mundo. Tanto assim que se pode falar de diversas "épocas" em que esta ou aquela espécie esteve em evidência. Houve a época das casuarinas, depois a das araucárias, quando importamos da Nova Zelândia a *Araucaria biddwillii*, a *Araucaria columnaria* e a *Araucaria excelsa*. Finalmente, chegamos à época dos eucaliptos, vindos da Austrália. Em ambos os casos fomos buscar árvores de famílias aqui já existentes, isto é, da família Araucariaceae, à qual pertence nosso pinho, e da família Myrtaceae, da nossa popular goiabeira e dos araçás.

As experiências não deram resultado. No caso das araucárias porque também eram de crescimento lento, produzindo madeira inferior à da nossa *Araucaria angustifolia*. Os eucaliptos, embora crescessem muito rápido, tinham desenvolvimento helicoidal. Isto é, no sentido longitudinal os tecidos crescem em espiral. Ao ser cortado em forma de tábuas, o eucalipto ao secar, já no primeiro "encolhimento", tem enorme tendência a se contorcer, empenando totalmente (é o chamado torcimento). Em algumas espécies, o empenamento do eucalipto é de tal ordem que torna impossível a utilização de uma tábua sequer. Só se prestam à confecção de peças de seção quadrada. Por isso o eucalipto é muito usado inteiro, em peças roliças para mourões e postes. Contudo, o alburno apodrece facilmente nessas aplicações.

Durante décadas, apesar do crescimento rápido e da alta resistência do cerne ao ataque de insetos, os eucaliptos tiveram uso restrito como postes, vigamentos rústicos e outros usos inferiores, como escoras de fôrmas de concreto, na construção civil.

Na segunda metade do século passado, a indústria da celulose e as fábricas de papel rústico e papelão salvaram o eucalipto do abandono, após seu fracasso como madeira.

A partir dos anos 1960, teve início uma nova experiência reflorestadora com o pínus, uma conífera da família Pinaceae, originária do Hemisfério Norte, onde existe em abundância.

Por aqui já o conhecíamos como excelente madeira, que nos chegara com as naus portuguesas e posteriormente como caixotes, com que vinham embaladas as mercadorias importadas da Europa: o pinho-de-riga, proveniente da Finlândia e da taiga russa. Quanto mais fria a origem, melhor a qualidade desse pinho.

Os primeiros plantios foram realizados em São Paulo e no Sul do país. Dos EUA vieram os *Pinus elliottii* e *taeda*. Também foram realizados experimentos com *P. hondurensis*; *P. caribaea*, *P. atlanticus*, *P. pinaster* e *P. sinensis*, dentre outros. Todavia, foi o *Pinus elliottii* ou *eliotis*, como ficou conhecido, que dominou a preferência dos reflorestadores.

O êxito se deve a sua perfeita adaptação aos nossos solos mais pobres, inclusive o de antigas restingas, e ao seu extraordinário crescimento. Grosso modo, pode-se dizer que alcança a idade adulta em 30 anos, com mais de 40 cm de diâmetro. Para tanto, nossa *Araucaria angustifolia*, o pinheiro-brasileiro, requer pelo menos 60 anos. Examinando-se os anéis de crescimento do pínus, em nosso clima subtropical e temperado, observa-se crescimento radial de até 1 cm por ano, o que representa 2 cm a mais no diâmetro da árvore.

Como em toda conífera, a madeira do pínus tem um tecido mais simples, constituído quase exclusivamente de traqueídeos (pequenos tubos) fibrosos, muito “linheiros”, isto é, em grã direita. A madeira é doce ao corte, estável, fácil de pregar e de trabalhar. Infelizmente não chegou a tempo de salvar da quase extinção o pinho-do-paraná.

De madeira substituta do pinho na caixaria de concreto, na construção civil, com o tempo o pínus foi ganhando espaço na indústria do mobiliário, na produção de compensados e contraplacados. Sem falar no que talvez tenha sido seu primeiro destino industrial: a pasta de celulose e a fabricação de papel *kraft*, apesar de fornecer fibras curtas. Todavia, sua vulnerabilidade a fungos e insetos xilófagos, além de sua baixa resistência e baixíssima dureza Janka, o tornavam madeira de uso definitivo muito restrito na construção civil. Fôrmas de concreto, em tábuas ou compensados, não o habilitavam a permanecer na obra pronta. Era apenas madeira provisória.

Mas, no final do século 20, aperfeiçoamos, ou passamos a adotar mais intensamente as usinas de preservação de madeiras, com a aplicação de preservantes sob alta pressão em madeiras secas, por meio de autoclaves.

Sob pressão, aplicando-se preservantes de base água ou oleosa, se conseguem dois efeitos altamente decisivos para assegurar o uso de madeira sob forma definitiva na construção civil: primeiro, a defesa contra fungos apodrecedores e insetos xilófagos (principalmente térmitas e cupins) e, segundo, sua melhor estabilidade.

A resina, o preservante conjugado a impermeabilizante, secando junto aos tecidos de celulose, vai impedir, ou pelo menos reduzir, o contato das moléculas de água com o tecido lenhoso, reduzindo as pontes de hidroxilas. Com isso, reduz-se o entra e sai da água, o empenamento e o encolhe-incha, comum a todas as madeiras, e mais retorcedor nos eucaliptos. Assim, protegeu-se o pínus e estabilizou-se o eucalipto “empenador”. Sem esquecer a seleção e criação de novas espécies mais estáveis.

Têm sido muitos os novos usos dessas madeiras de reflorestamento, agora autoclavadas, tanto na construção civil, quanto na indústria do mobiliário, a ponto de chamarem o pínus de madeira “ecologicamente correta”, o que é um exagero. Não esquecendo as vigas de tábuas de pínus coladas, de extraordinário desempenho.

COMPÓSITOS DA MADEIRA

Embora fujam ao objeto deste manual, trataremos aqui, de maneira abreviada, dos derivados da madeira desenvolvidos na busca por materiais mais estáveis, ou para melhor aproveitamento do tronco da árvore e da imensa quantidade de resíduos gerados na produção das peças finais de madeira.

Esse melhor aproveitamento, que resulta em importante economia da madeira, em geral é feito com a produção industrial de placas de pequena espessura, bem inferior ao comprimento e à largura.

Na fabricação de placas, a madeira é empregada sob três formas: lâminas, partículas e fibras.

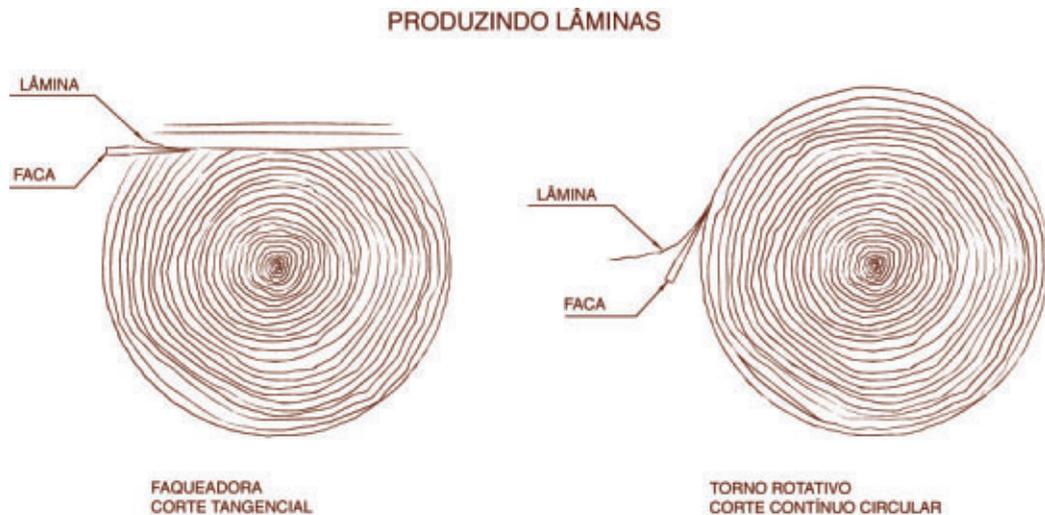
LÂMINAS

Compensados ou contraplacados. A lâmina pode ser obtida com duas formas de corte:

- Corte tangencial – máquina faqueadora, produz a lâmina dita “faqueada”, mais decorativa.
- Corte contínuo – torno rotativo, produz a lâmina dita “torneada”.

As lâminas são coladas sob pressão, seguindo cada lâmina uma orientação diferente das fibras (grã) para compensar ou anular as tendências do trabalho da lâmina adjacente, resultando numa placa rigorosamente plana e estável⁽¹⁷⁾.

Corte da tora em lâminas:



PARTÍCULAS

Cavacos, cepilhos, madeira em pó (pó de serra ou pó de lixa), tratados secos, não prensados, após adição de adesivos⁽⁵¹⁾.

OSB – Oriented strand board.

MDF – Medium density fiber board.

HDF – High density fiber board.

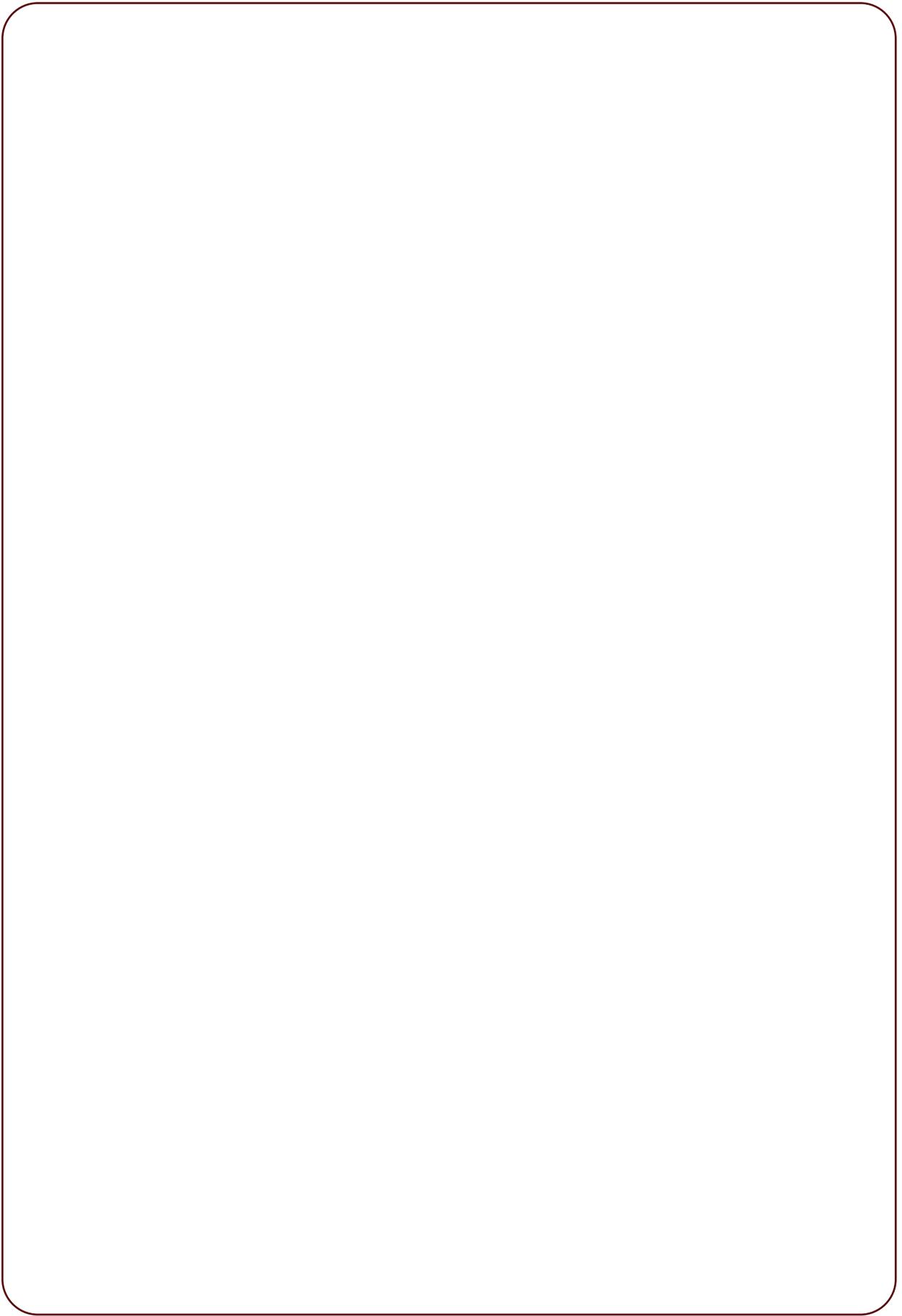
Genericamente: aglomerados.

O tipo de aglomerado resultante é definido segundo o adesivo incorporado, a granulometria do resíduo ou subproduto da madeira, a prensagem a quente ou a frio, e a pressão empregada⁽²⁰⁾.

Os melhores aglomerados e compensados, ou recebem uma lâmina de madeira nobre, faqueada, com corte tangencial, ou – o que hoje é mais comum – um filme de resina melamínica resistente, que imita madeira nobre, para a fabricação de móveis populares e assoalhos.

FIBRAS

O uso exclusivo das fibras, sendo extraídas da madeira a lignina e outras resinas e gomas, serve para produzir papel e papelão. As fibras longas produzem papel fino, as fibras curtas apenas papelão e papel grosseiro, como por exemplo o papel *kraft*.



7. Usos específicos da madeira



7

USOS ESPECÍFICOS DA MADEIRA

A maneira de empregar a madeira em determinado serviço não apenas esclarece sobre esse uso, mas também orienta sobre outros trabalhos. Neste capítulo trataremos de alguns usos e métodos da carpintaria civil e naval, ilustrativos do modo adequado de se empregar a madeira.

ARCO

Peculiaridade da resistência da madeira a diferentes esforços. Há uma proporcionalidade entre a tensão gerada pela aplicação de uma força sobre determinado material e a respectiva deformação. Ultrapassado o limite de proporcionalidade específica para cada material, ele entra na "fase plástica" e finalmente chega ao ponto de colapso.

A madeira admite uma deformação muito elevada, podendo chegar a mais de 90% da tensão de colapso. Cessado o esforço, volta à configuração inicial, sem deformações residuais, nem perda das características mecânicas iniciais⁽²¹⁾. Por isso o bom arco é de madeira, e o ipê, com alta resistência à flexão, é chamado no Nordeste de "pau-d'arco", pois os indígenas já o usavam para tal.

ASSOALHO

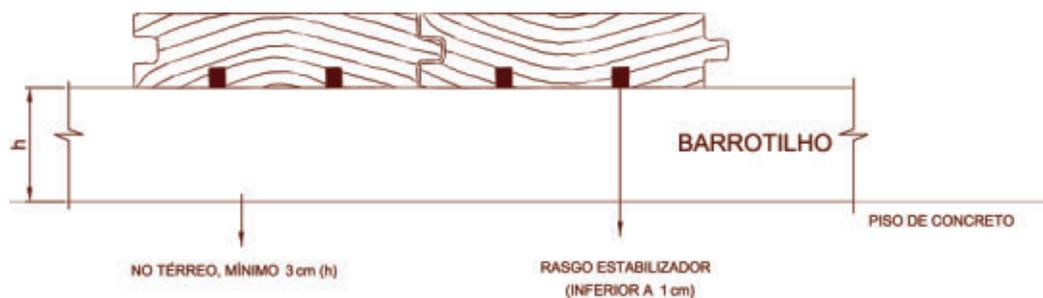
Algumas recomendações são importantes para que o assoalho feito com tábuas apresente bom acabamento.

1) As tábuas devem ser de madeira de boa resistência, no mínimo com dureza Janka média (maior que 400 kgf). Com dureza baixa, o piso pode ser marcado por um móvel mais pesado, ou até por um salto alto de sapato.

2) As tábuas "prontas" devem ter espessura mínima de 2 cm e estar bem secas. Tábuas secas em estufas precisam aguardar no mínimo seis semanas de adaptação à umidade ambiente.

3) Recomendar ao fabricante:

- muito cuidado ao frezar os encaixes macho e fêmea;
- abrir dois rasgos longitudinais, com 0,5 cm, ou pouco menos de 1 cm de profundidade, na face inferior do assoalho, para reduzir o "trabalhar" da madeira, por ruptura do tecido fibroso.

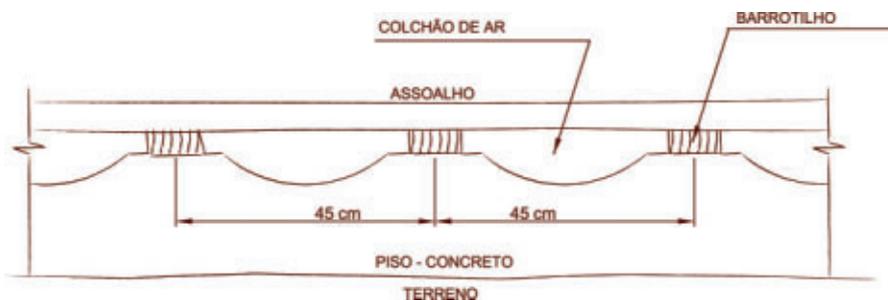


4) Os “barrotilhos”, ou ganzepes, devem ser de madeira de qualidade dura, seca, ter formato de trapézio, com base mínima de 5 cm, ser bem aparelhados, previamente tratados com tinta betuminosa impermeabilizante e chumbados ao revestimento da lage. Altura mínima: 3 cm.

5) Recomendo aplicação de uma base impermeabilizante (tipo fundo selador) na face inferior das tábuas do assoalho, para evitar uma diferença de adsorção da umidade do ar entre a face superior (quase sempre envernizada) e a face inferior, se ficar nua, gerando encaçamento.

6) O assoalho aplicado em pavimento térreo requer maiores cuidados, pois ali haverá umidade emanada do solo.

Nesse caso específico, convém impermeabilizar também o lastro de piso de concreto, ou fazê-lo côncavo entre os “barrotilhos”, para aumentar o colchão de ar.



7) Não bater com martelo nas tábuas para forçar o encaixe. Usar macete de madeira ou borracha. Se essas ferramentas não estiverem disponíveis, usar um pedaço de madeira como amortecedor da martelada.

8) O assoalho é pregado no “barrotilho” pelo ombro do macho, com prego sem cabeça, inclinado em cerca de 45°, com furação prévia por meio de broca 10% mais fina que o prego, que deve ser repuxado com punção, para não atrapalhar o encaixe macho/fêmea.

No litoral é melhor usar prego galvanizado ou inox.



CAVERNAS NATURAIS E COZIDAS

Numa embarcação de madeira de pequeno porte, a estrutura do casco, na forma arredondada, é constituída principalmente pelas cavernas – as “costelas” do barco. Há dois tipos:

- Cavernas naturais.
- Cavernas cozidas.

As naturais são feitas com partes de árvores que, por natureza, tenham a mesma curva da caverna. O carpinteiro naval, munido de um gabarito, vai ao mato procurar peças curvas, que acompanhem a curvatura da caverna desejada⁽¹³⁾.

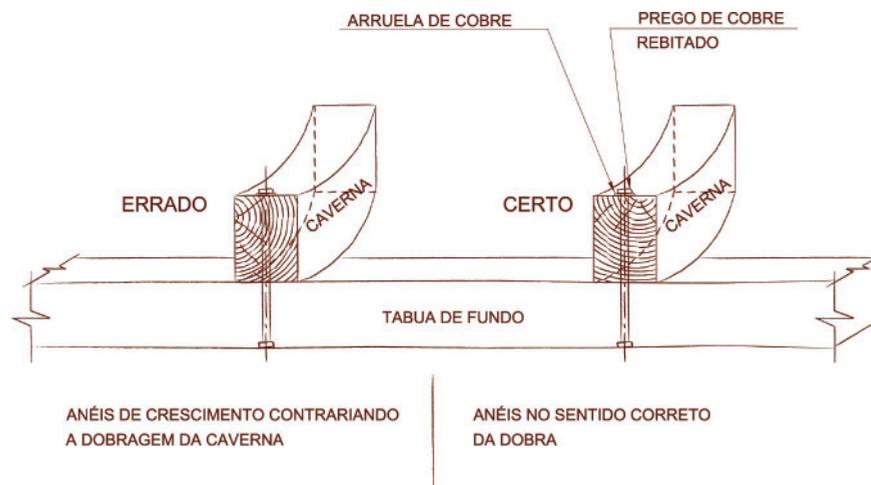
Além da dificuldade da busca, esse método leva o carpinteiro a optar por madeiras com curvas adequadas, mas a qualidade nem sempre será a desejada. Além disso, pelo menos alguma parte da caverna incluirá um pouco de brancal (alburno) para chegar à curvatura necessária. Pior será, não encontrando árvore que retrate fielmente a curvatura desejada, o carpinteiro optar por atravessar as fibras da madeira. O que significa cortar na diagonal da grã, obrigando uma parte da caverna a trabalhar em esforço de fendilhamento, com separação de tecidos, no sentido de menor resistência da prancha.

Já a caverna cozida, ou dobrada ao calor, não apresenta essas dificuldades. Usam-se peças retas, de madeiras que possuem muita resina: óleo-pardo, copaíba ou açoita-cavalo. O material deve ser "amolecido" em banho de vapor, que torna fluidas as resinas e óleos secos da madeira. O banho de vapor torna a própria fibra mais flexível pela ação da água aquecida, que amolece a lignina etc.

A peça cozida é colocada no lugar "fervendo", tomando a forma desejada do casco, sendo então pregada. Ao esfriar, permanece na forma de arco, muito mais resistente, sem nenhuma fibra cortada.

Método semelhante é usado na fabricação de móveis de madeira dobrada, como as cadeiras de balanço. Nelas se emprega principalmente o plátano (exótico), cultivado no Rio Grande do Sul⁽²¹⁾.

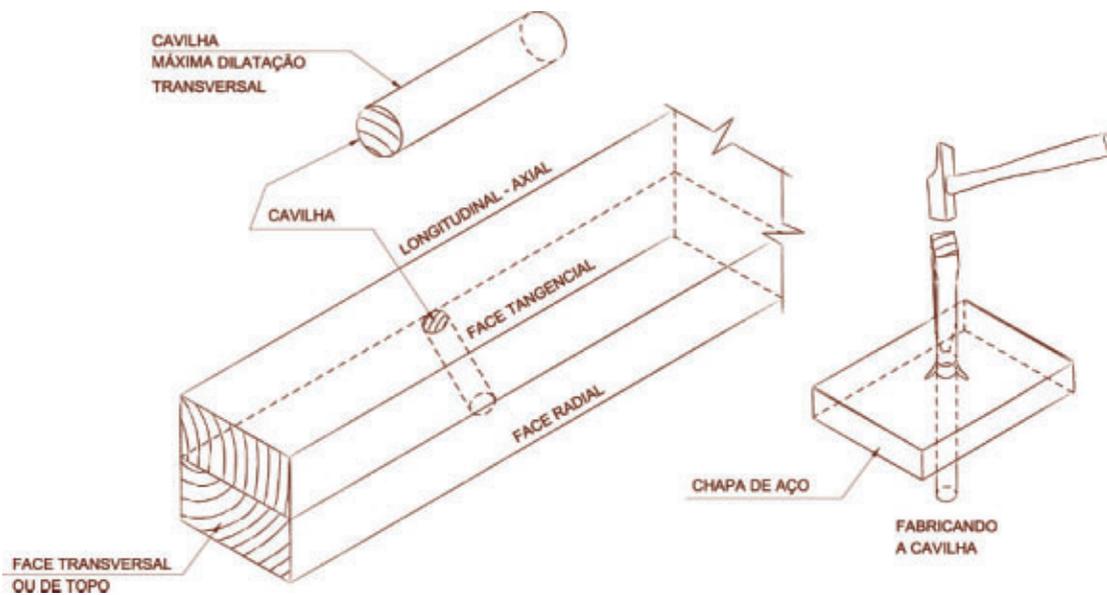
Atentos à anisotropia, os carpinteiros navais observam a posição dos anéis de crescimento, paralelos à curva da caverna.



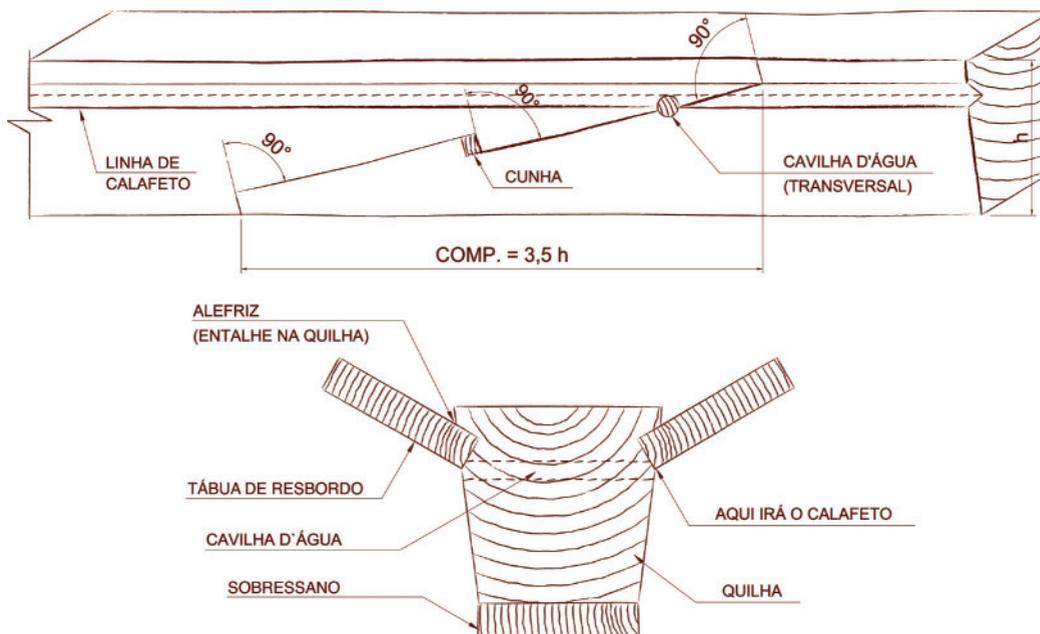
CAVILHAS

É de conhecimento geral que os carpinteiros navais, os "carpinteiros da Ribeira das Naus", como eram conhecidos em Lisboa, sempre preferiram o emprego de cavilhas de madeira para uní-las. Principalmente as peças estruturais: quilhas, cavernas, roda-de-proa, cadaste, vaus, latas e dormentes. Os pregos oferecem pouca resistência aos esforços, principalmente no sentido longitudinal da cravação⁽²⁶⁾.

As cavilhas são peças roliças de madeiras duras (ipê, angelim-vermelho, cumaru, aroeira etc.), madeiras com elevada resistência à flexão e ao cisalhamento, com pelo menos 1,5 cm de diâmetro. Dar preferência à madeira seca, o que já é facilitado pelo formato da peça (fina). Furar as vigas a serem unidas, rigorosamente com o mesmo diâmetro da cavilha e, ao cravá-las, não usar cola. A eficiência da cavilha decorre da diferença de retratilidade (contrações) entre o sentido longitudinal (axial), que é desprezível, e o tangencial (a mais alta). Ora, no sentido longitudinal as peças unidas não sofrerão contração. Manterão o mesmo diâmetro do furo, enquanto a cavilha, ao absorver a umidade do ambiente e até da peça aonde foi cravada, vai dilatar-se no sentido radial e tangencial, isto é, vai aumentar seu diâmetro externo nos dois sentidos, resultando extrema pressão e, portanto, fixação.



• **Cavilha d'água:** A mais importante cavilha da carpintaria naval, na construção de embarcações, é a cavilha d'água, assim chamada porque tem como função auxiliar a calafetação nos pontos críticos das emendas, entre partes da quilha, quando esta não é uma peça inteira, ou entre a quilha e a roda-de-proa, ou o cadaste. No alefriz, entalhe feito nos dois lados da quilha, onde se encaixa a tábua de resbordo, a primeira do casco, há um ponto fraco de difícil calafetação na emenda das peças estruturais. Aí é indispensável passar uma cavilha da mesma madeira da quilha, ou das outras recomendadas, para bloquear a infiltração de água pela emenda.



Outra peça importante nessa junção ou emenda é a cunha de aperto, que deve ser executada com as mesmas recomendações da cavilha.

EMENDAS E VIGAS

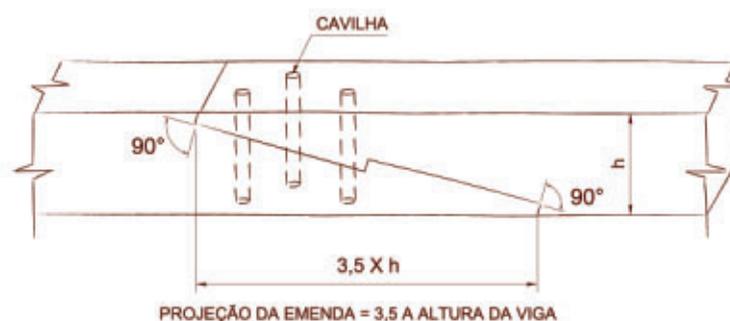
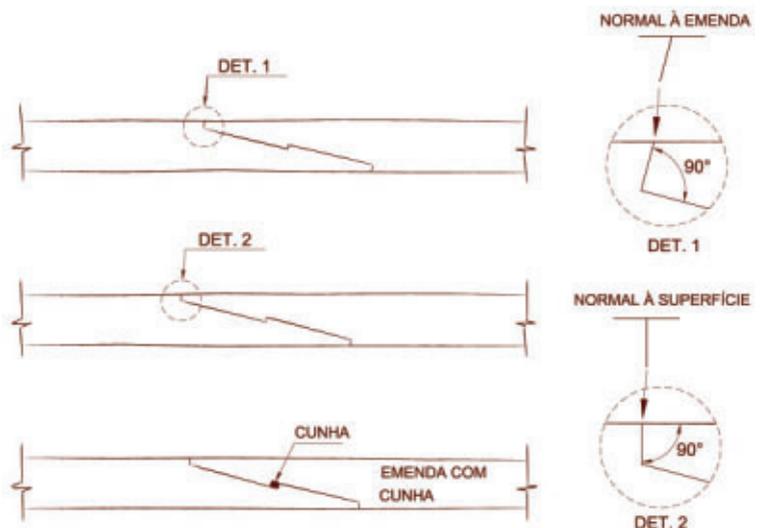
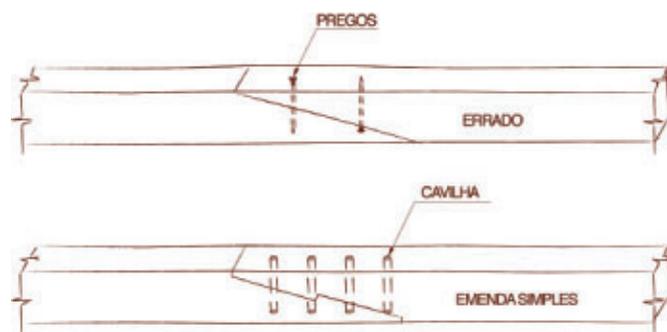
Nem sempre se dispõe de viga no comprimento exigido pela estrutura. Nesse caso é preciso emendá-la, seja ela uma terça, uma cumeeira ou outra qualquer. Abaixo apresentamos os principais modelos de emendas de vigas, também conhecidas como escarvas, sendo a primeira inadequada.

A emenda de viga mais segura é feita com a aplicação de cavilhas (leia texto específico), vindo a seguir os estojos de parafusos com arruelas e porcas. A aplicação de cola melamínica com dois componentes (tipo araldite) também oferece muita segurança. Pregos, jamais.

O Bureau Veritas, em suas *Regras para a construção de embarcações de madeira*, edição de 1947 (57, p. 13), art. 14, item 1, estabelece: "As emendas da quilha no plano (projeção) devem ter um comprimento de no mínimo cinco vezes a altura moldada da lateral da quilha".

Na construção civil não conheço nenhuma viga sujeita a tantos e tão variados (até violentos) esforços, quanto a quilha de um barco. Por isso pode-se adotar a proporção de 3,5 vezes a altura lateral da viga. Essa é a regra do mesmo Bureau Veritas para a emenda da roda de proa.

Para a tranqüilidade do construtor, convém cravar pelo menos duas ou três cavilhas bem secas de ipê em cada ponta da emenda. Também são adequadas as cavilhas de angelim-vermelho, aroeira, maçaranduba ou angico.



ESCADA DE MÃO

Escada de mão é um nome genérico das escadas portáteis, aquelas que o operário carrega consigo para realizar trabalhos. É o caso dos pintores, eletricitas e carpinteiros.

A escada de mão para uso de um operário precisa ser:

- Leve para ser transportada por um só homem.
- Resistente à flexão, para suportar o peso do usuário, agravado com o uso da parte extensível, que pode dar à escada comprimento de seis a oito metros.
- Isolante, no caso do eletricitista.
- Aderente à mão, para maior segurança.
- Construída de madeira sem farpas, pois o operário costuma escorregar as mãos pelas laterais.

No Brasil, não conheço madeira mais adequada à fabricação de escadas de mão do que o pinho-do-paraná, que atende com excelência os requisitos acima. É leve e resiste bem à flexão, pois tem fibras das mais longas dentre as coníferas (até 10 mm). Como toda a madeira, é isolante de eletricidade e adsorve bem a umidade da mão, gerando uma aderência segura. Além disso, como toda a conífera, não produz farpas, que prejudicariam o manuseio.

Além do pinho-do-paraná, o IPT/SP recomenda para laterais de escadas as seguintes madeiras:

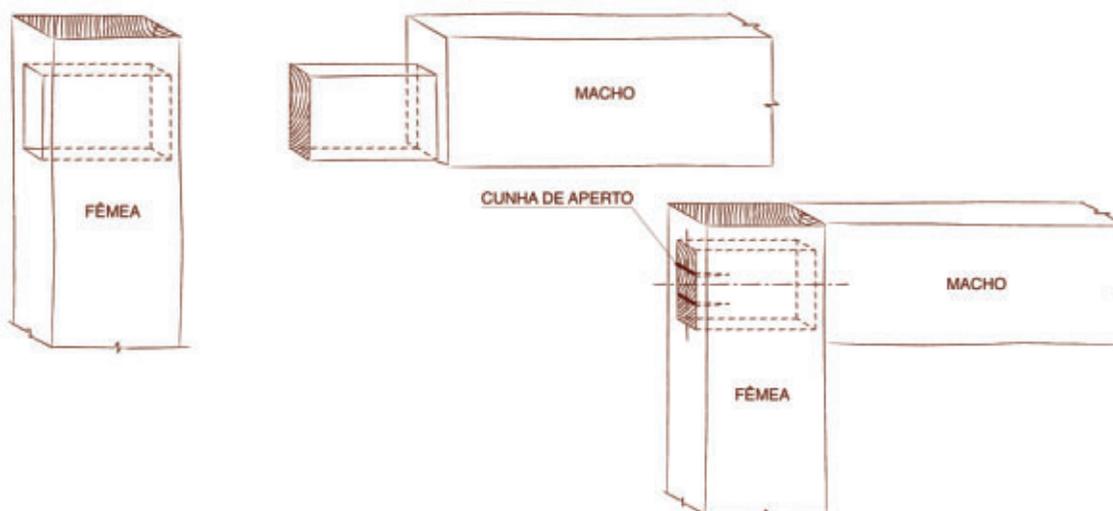
Aguano (mogno-brasileiro), freijó, guanandi (olandim), ipê-peroba (peroba-de-campos) e jacareúba (o guanandi da Amazônia)⁽⁴¹⁾.

ESPIGA

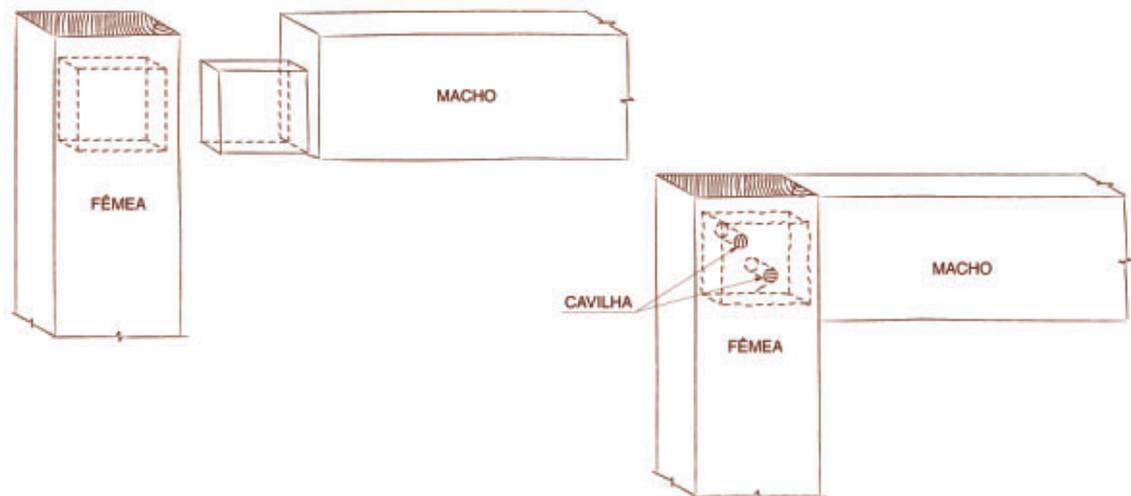
A espiga ou emenda "respigada" é feita para dar rigidez às peças unidas pelo topo, no sentido da espessura. É um sistema tipo "macho e fêmea" muito empregado em portas do tipo "almofada", ou outras esquadrias, como "quadros de tela"⁽¹⁷⁾.

Basicamente há dois tipos de espigas. A embutida, ou cega, e a transpassante. A espiga transpassada adquire rigidez com o emprego de uma ou duas pequenas cunhas de madeira, cravadas no topo, onde aparece. Na espiga embutida isso é feito com cavilhas coladas ou atravessando macho e fêmea⁽²⁶⁾.

ESPIGA TRANSPASSANTE



ESPIGA EMBUTIDA OU CEGA

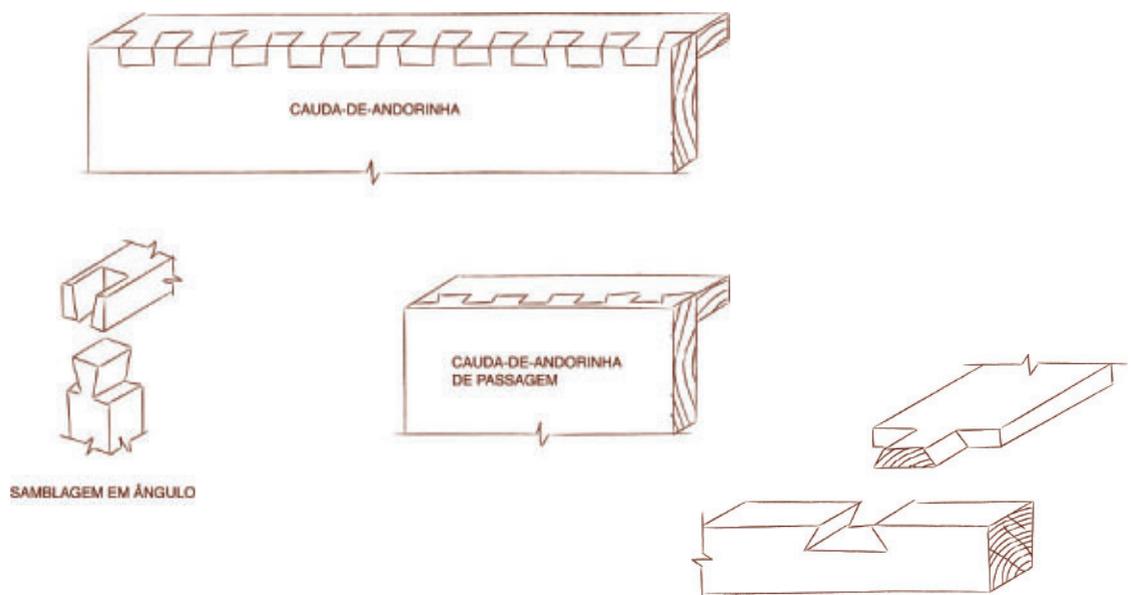


JUNÇÕES

Examinamos agora diferentes ensabladuras ou junções.

Um bom encaixe com contatos em diferentes posições dispensa pregação ou colagem. Por exemplo: o encaixe – ou ensablagem – chamado cauda-de-andorinha ou malhete⁽¹⁾.

Note que o ângulo menor que 90° das laterais amplia o contato e cria um travamento. Há diversas outras formas de efetuar a ensabladura ou ensablagem tipo cauda-de-andorinha, reproduzidas a seguir. O assunto é mais do interesse da marcenaria.



• **Emenda ou chave dupla-cauda-de-andorinha:** também conhecida como emenda-borboleta, ou laçarote, é especialmente útil para unir peças de madeira em meia-esquadria, à qual conferem um acabamento peculiar e muito resistente⁽¹⁾.

Nas molduras de quadros, onde é difícil fugir da emenda de topo em meia-esquadria, duplamente frágil, é muito usado o sistema de grampos metálicos. A chave dupla-cauda-de-andorinha oferece uma emenda mais segura que o grampo, mais elegante e não oxida. Hoje essas "chaves", ou "laçarotes", são produzidas em náilon, tendo dimensões mínimas e alta resistência.

Embora pareça uma solução moderna, 2 mil anos a.C. os Egípcios já usavam a dupla-cauda-de-andorinha para emendar as madeiras de seus barcos.



ENSAMBLAGENS/ENCAIXES/JUNÇÕES

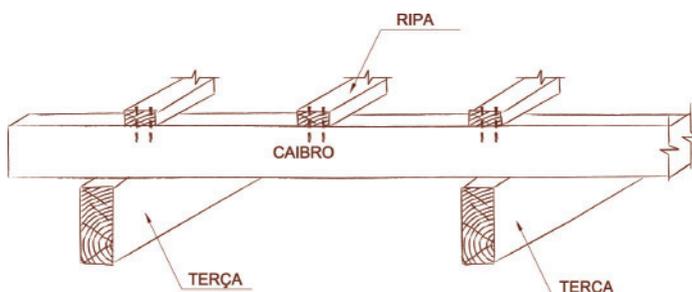
Contato

Uma estrutura de madeira ficará sólida, terá mais firmeza e rigidez, se as peças que a compõem, além das pregadas ou aparafusadas entre si, tiverem contato de superfície o mais íntimo possível. Pode-se dizer que a rigidez do conjunto é proporcional aos contatos individuais.

A norma brasileira (NB 11), no cálculo das ligações, manda não levar em conta o atrito das superfícies em contato. No cálculo de uma ligação, o leitor poderá desprezar esse contato, mas deve tê-lo em alta conta na prática, para o conjunto de todos os contatos, numa estrutura complexa.

Antes de adentrarmos na ensamble, vamos verificar a importância do simples contato. Vamos examinar dois exemplos, na carpintaria civil e naval, para melhor ilustrar o assunto.

- Na carpintaria civil, ligação entre terças e caibro no telhado:



Na realidade, o que gera a rigidez da estrutura é o contato entre terças, caibros e ripas. Os pregos ajudam a manter esses contatos mais íntimos e firmes.

O telhado propriamente dito é o conjunto das telhas, usualmente não amarradas à estrutura, e o que lhe dá rigidez para resistir aos ventos é a imbricação, o forte contato entre elas.

- Na carpintaria naval, a estrutura do casco exige firme contato entre as diferentes vigas, cavernas fixadas na quilha e em pleno contato com o tabuado do costado. A face externa das cavernas precisa ser cortada no mesmo ângulo do casco para haver esse contato pleno.



Para cortar esses ângulos corretos, que variam na mesma baliza (ou caverna), segundo a altura em relação à quilha, o mestre da sala do risco, onde o plano de linhas foi ampliado em tamanho real (escala 1:1), mede em cada linha d'água (horizontal) o ângulo de cruzamento com as linhas de balizas (verticais). Esses escantilhões são anotados em uma régua (fasquia), para cada caverna (baliza).

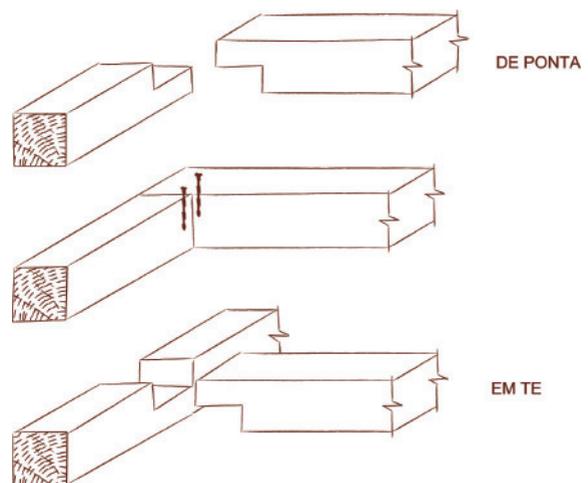
As pranchas para a confecção das balizas, levadas à serra de fita com o perfil já nelas desenhado, serão cortadas, basculando-se a mesa da serra segundo os ângulos anotados na fasquia, que é verticalmente presa ao corpo da máquina, portanto paralela à lamina de corte.

Assim, avança a prancha, bascula a mesa e muda o ângulo de corte da testa da baliza, na inclinação adequada a dar pleno contato às tabuas do costado, como comanda a fasquia⁽⁶⁾.

Conduzidas ao estaleiro e pregadas sobre a quilha, as cavernas, em seu lado externo, irão desenhando o casco em todas as suas curvas, nas quais serão pregadas as pranchas do casco. Quanto mais perfeitos os escantilhões recortados nas testas das cavernas (lado exterior), mais perfeitas as curvas do cavername, e maior contato terão entre si as cavernas e pranchas do costado, para orgulho do mestre carpinteiro naval. Para acompanhar as curvas do casco, grossas pranchas do costado são levadas ao lugar por grampos de grande porte; banhando-se a tábua com óleo de linhaça e aquecendo-a com maçarico nas curvas mais acentuadas. Por levarem as pranchas do casco aos devidos lugares, entrando em perfeita formatura no costado, esses grampos de porte são chamados sargentos.

OUTRAS ENSAMBLADURAS/ UNIÕES/JUNÇÕES

Meia madeira: muito mais usada para unir duas peças de madeira de igual bitola, é o tipo mais simples de junção. Recomendo usar cola ou pelo menos dois parafusos, pois ambas as peças perderam metade da sua bitola.



MACETES E CABOS DE FERRAMENTAS

Muitas madeiras servem para a confecção de cabos de formão ou ferramentas de impacto, como os macetes, porém vamos examinar aqui apenas as excelentes, consideradas paradigmas.

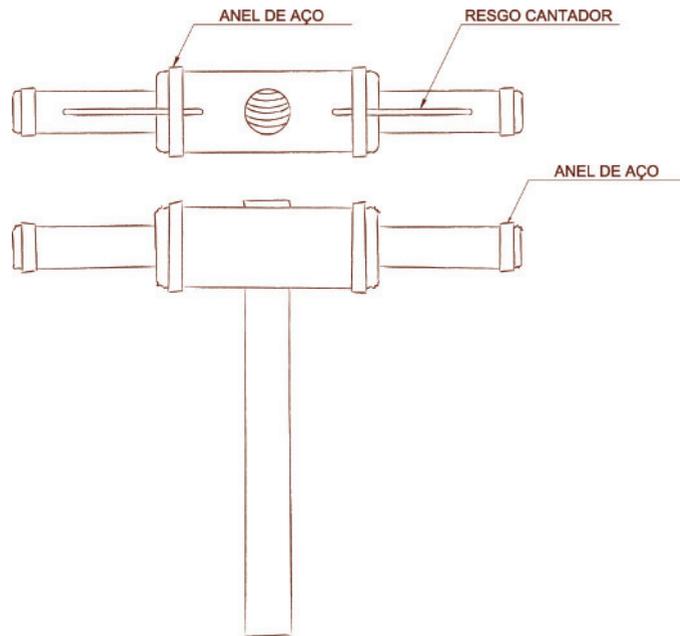
Para resistir ao impacto do macete, do martelo de calafate ou do cabo de formão, que batem ou são batidos por talhadeiras ou por martelos de aço, a madeira deve ter:

- alta resistência à compressão axial;
- alta resistência ao choque-trabalho-absorvido;
- alta resistência ao cisalhamento.

A experiência dos carpinteiros indica no Sul as excelências:

- **Cabo de formão:** rabo-de-macaco, *Lonchocarpus campestris* (Fabaceae), braúna-preta, *Melanoxylon brauna* (Leguminosae Caesalpinoideae), também conhecida em algumas regiões como rabo-de-macaco.
- **Martelo de calafate:** camboim-de-cerca, *Myrciaria sp* (Myrtaceae). Não é propriamente uma árvore, sendo comum apresentar diâmetro máximo de 15 cm, tendo crescimento muito lento. O cerne é achocolatado (castanho escuro) e o brancal vai do bege escuro ao castanho. Seus anéis de crescimento são muito pequenos. O camboim é considerado o mourão de cerca de maior duração, face à extraordinária resistência aos fungos apodrecedores e aos cupins. Seu uso como mourão é um enorme desperdício (até para carvão foi usado), pois trata-se de madeira excelente para peças torneadas.

Roxinho ou pau-roxo, *Peltoyne spp* (Leguminosae Caesalpinoideae), cuja ficha dendrológica se encontra no capítulo 9. Outras madeiras adequadas a cabos de formão e macetes: peroba-de-campos, pindabuna, aroeira, tajuva e tatajuba, guaribu, jataí-peba, cotia (baga-de-cotia), cumaru⁽⁴¹⁾.

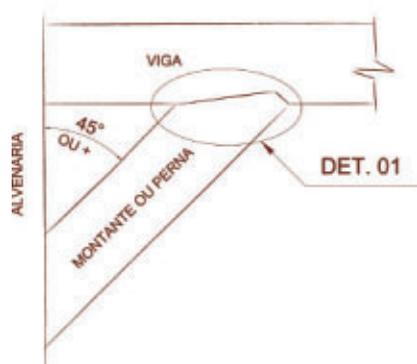


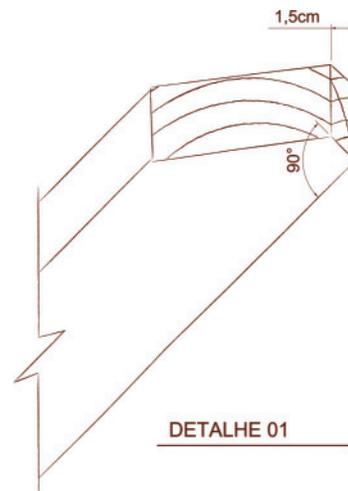
MÃO-FRANCESA

Para aliviar a carga de uma viga, ou para suportar uma varanda ou outra construção cuja base tenha apenas um ponto de apoio, usa-se a mão-francesa, viga inclinada (normalmente 45°) que descarregará parte da carga na parede portante.

A mão-francesa pode ser confeccionada com peça de igual bitola que a viga apoiada, ou um pouco menor. Todavia, terá melhor acabamento se ambas tiverem a mesma espessura.

DETALHE DE ENCAIXE DA MÃO-FRANCESA NA VIGA A SER APOIADA.





Um entalhe de 2 cm, num barrote de 8 x 16, é suficiente para travar a mão-francesa sem enfraquecer a viga sustentada.

Com esse tipo de encaixe, dois parafusos com 6 cm de altura, ou cavilha de madeira, são suficientes para travar a peça.

PALITOS

• **Bucais:** Embora não recomendados pelos dentistas, os palitos continuam sendo muito usados, servidos em qualquer restaurante, quer para o pouco educado “palitar os dentes”, quer como espeto para azeitonas e outros tira-gostos. O contato com os dedos e principalmente com a mucosa da boca, língua e gengivas, exige escolha criteriosa da madeira, que deve ser de talho doce para receber o torneamento liso; de tecido não fibroso, para não levantar farpas, o que exclui quase todas as folhosas (as dicotiledôneas). Razoável resistência à flexão ajuda a não quebrar com facilidade ao ser flexionado para sair de entre dois dentes. Madeira recomendada:

- Pinho-do-paraná – *Araucaria angustifolia*. A mais indicada. Seus extrativos o mantêm desinfetado por bom tempo. O palito, descartável, não transmite bactérias à boca e também não exsuda resinas de gosto desagradável.
- Pinho-bravo – *Podocarpus spp.* Como segunda opção.
- Pínus – *Elliottii*, *Taeda* etc. Também servem, porém muito secundariamente.

• **Picolé:** Como o palito bucal, o palito do picolé vai à boca, principalmente de crianças, não podendo levantar farpas, nem transmitir gostos. Deve ter talho doce para facilitar a confecção, com bom acabamento. Enquanto houver pinho (araucária), nenhuma outra madeira deveria ser usada, porém a crescente escassez obriga a recorrer às coníferas (*Pinus* e *Podocarpus*), que também são constituídas de traqueídeos fibrosos, de tecido uniforme, sem parênquimas, nem fibras. De talho doce, portanto. O inconveniente do pínus é a presença de canais resiníferos, que modificam a resistência do tecido, e a excessiva impregnação de extrativos nos anéis tardios. Mesmo assim, essa madeira supera as folhosas. Portanto, com usos tão nobres, devemos lutar pelo incentivo ao reflorestamento com pinheiros brasileiros.

O IPT/SP indica, além do pinho-do-paraná, as seguintes madeiras, para palitos: caixeta, coerana, mandioqueira e ucuuba-branca (virola)⁽⁴¹⁾.

TELHADO OU COBERTURA

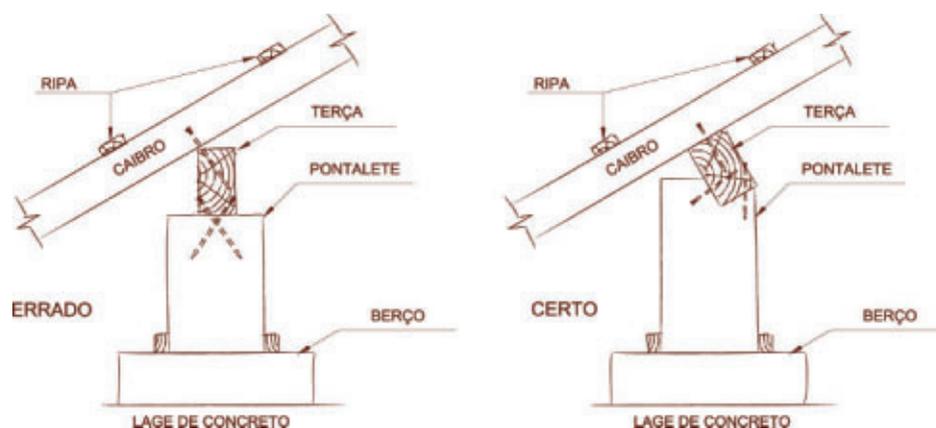
Vamos tratar aqui da cobertura simples de uma casa, para estudarmos as vigas e peças estruturais e analisarmos os cuidados na sua confecção. Essas observações são extensíveis a outros tipos de estruturas simples de madeira.

Para estruturas mais complexas e de maior responsabilidade, como pontes, galpões industriais e grandes vãos de cobertura, recomendo consultar o IBRAMEM (São Carlos, SP), ou suas publicações especializadas. Recomendo também consultar o excelente trabalho de Antonio Moliterno⁽⁶⁵⁾.

Todavia, se o interesse do leitor for a conservação/restauração de telhados, o manual de autoria de José La Pastina Filho⁽⁶⁶⁾ é a publicação indicada.

A estrutura (de um telhado), ou o madeiramento, como dizem os carpinteiros, se constitui de uma trama de peças de madeira de bitolas decrescentes. A saber: terças, caibros e ripas.

Essa trama se apóia na cinta, normalmente de concreto armado, que coroa a alvenaria da edificação, ou em pontaletes sobre a laje⁽⁶⁴⁾.



Os caibros podem ser colocados de pé, isto é, com a menor dimensão apoiada sobre a terça, ou deitados. Melhor de pé, para que resista mais à flexão.

TERÇAS

As terças têm diferentes denominações, segundo suas posições na estrutura do telhado:

- **Frechal:** apoiado sobre a estrutura de alvenaria; recebe as pontas dos caibros.
- **Espigão:** terça inclinada, que une a cumeeira ao canto da alvenaria, ou o canto da edificação ao frechal.
- **Cumeeira:** a terça do topo da estrutura, onde se fará o coroamento do telhado.

As demais, que se apóiam nas tesouras, ou em pontaletes, se houver laje de forro, são chamadas simplesmente de terças.

Sobre as terças se assentam os caibros e sobre estes as ripas⁽⁶⁴⁾.

As terças, que "trabalham" principalmente à flexão, sendo em menor número e tendo maior responsabilidade, devem ser de madeira mais rija, de "qualidade dura", resistente principalmente a insetos xilófagos. Seu principal inimigo são os cupins de madeira seca. Após cinco ou seis anos da edificação, quando cessam as atividades dos óleos e resinas naturais repelentes de insetos, as madeiras tornam-se mais vulneráveis.

Quanto à bitola, as terças são usualmente de:

- Perna-de-serra – 6 cm x 12 cm, quando o vão entre as tesouras não ultrapassar 2,50 m.
- Barrote – 8 ou 6 cm x 16 cm se o vão tiver entre 2,50 e 3,50 m.

É recomendável que o construtor calcule as dimensões segundo as resistências da madeira que vai utilizar, sabendo que a prática mais corrente estabeleceu essas bitolas quando a peroba-rosa era a madeira mais utilizada nas estruturas de telhado (regiões Sul e Sudeste).

Entretanto, também é sabido que os carpinteiros sempre superdimensionaram as estruturas de madeira, quer por estética (madeira fina não fica bem) quer por segurança, já admitindo algum ataque de cupins a suportar, ou também o tão comum "embarrigamento". Nesse caso, a madeira cede sem perder nada de sua resistência. Trata-se apenas de uma acomodação que prejudica a estética arquitetônica.

Esse "embarrigamento" varia segundo a espécie da madeira e a posição anisotrópica do corte da peça. Optar por uma peça de maior altura, ou com os anéis anuais mais próximos à posição vertical, ajuda a evitar esse inconveniente.

Basta um simples cálculo do esforço a que é submetida uma terça de 6 x 16, sabendo-se que a peroba-rosa suporta mais de 1.000 Kg/cm² à flexão estática (madeira com 15% de umidade), para ver que é notório o superdimensionamento.

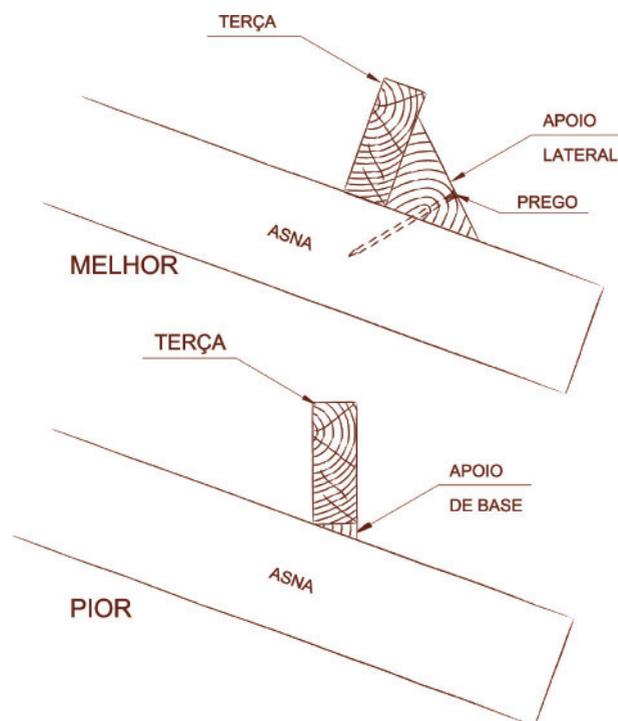
Mesmo o guanandi – *Calophyllum brasiliense* (família Clusiaceae) – e a canela-parda – *Nectandra spp* – (família Lauraceae), dentre as madeiras de menor resistência, segundo a lista de recomendações para vigas, resistem a mais de 800 Kg/cm² (41).

Assim sendo, parece-me suficiente a prática dos carpinteiros, bem como observar a "Relação de madeiras indicadas para construção naval" (capítulo 9). Isso, aliás, aplica-se a praticamente todas as peças de construções, embora estejamos tratando de uma simples tesoura para pequenos vãos⁽⁶⁵⁾.

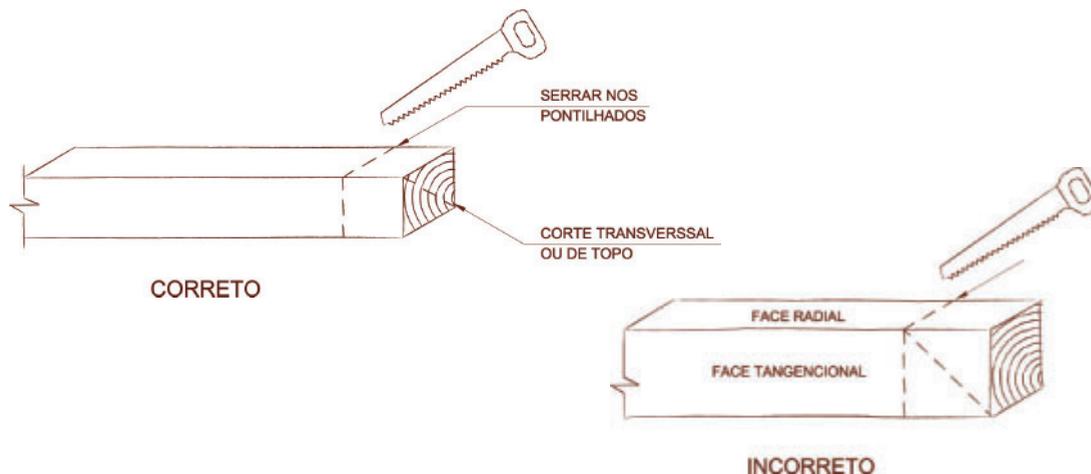
Quando a terça se apóia na asna da tesoura, que é inclinada, para manter um adequado contato com os caibros a ela sobrepostos, e assegurar estabilidade, será necessário usar apoios triangulares, adotando-se duas hipóteses: apoio lateral e apoio de base.

O apoio lateral tem a vantagem de permitir pleno contato dos caibros, sem precisar de entalhes. Na confecção do apoio, cuidar para deixar o corte transversal, o topo, voltado para os lados.

E produzir dois apoios triangulares laterais, onde os pregos não passarão pelo topo da madeira.



Assim faremos dois apoios onde os pregos obrigatoriamente penetrarão pelo topo.



CAIBROS

Quando apoiados nas terças, indo da cumeeira para além do frechal, na medida do beirado desejado, os caibros são peças comercializadas normalmente nas bitolas de 5 cm x 6 cm e 6 cm x 8 cm. Para distanciamentos entre as terças de até 2,00 m usa-se a menor bitola. Acima disso, caibros de 6 x 8.

Os caibros são pregados à distância máxima de 0,50 m, de eixo a eixo. Quando os caibros terminam no frechal, a ligação adequada a essa terça-cinta é a do tipo boca-de-lobo.

As mesmas recomendações, cautelas e espécie da madeira para as terças, aplicam-se a caibros e ripas. Aqui também a prática dos carpinteiros revela um superdimensionamento das peças, o que convém manter. Graças a ele, telhados de velhas igrejas, há muito devorados por cupins, não despencaram sobre as cabeças dos fiéis.

RIPAS

Cruzando perpendicularmente os caibros e paralelas às terças, as ripas fecham a trama do telhado e recebem as telhas. Um gabarito com a bitola da telha serve de marcador do espaço entre as ripas.

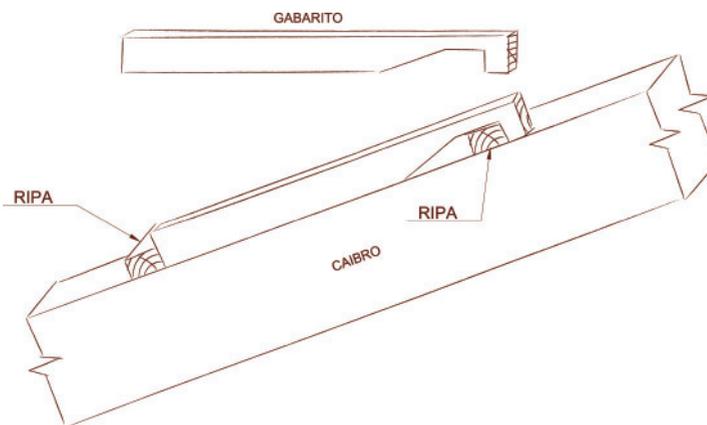
As ripas são vendidas em diversas bitolas, sendo as mais usuais: 1,2 cm x 5 cm; ou 1,5 cm x 5 cm; ou ainda 2 cm x 4 cm.

Aplicam-se às ripas as mesmas recomendações para caibros e terças. Como regra geral, o prego deve penetrar $\frac{2}{3}$ a peça base de apoio e $\frac{1}{3}$ na peça apoiada.

As ripas são posicionadas, usualmente, com a maior dimensão apoiada no caibro, isto é, "deitada". Assim oferecerá melhor apoio à telha e maior superfície de atrito, ajudando a evitar deslocamentos pelo vento.

A ripa "trabalha" à flexão oblíqua.

Usam-se pregos preferencialmente galvanizados (zincados) para fixar caibros e ripas, por serem estruturas estáveis, pouco afetadas por forças externas, à exceção do vento, cujo esforço sobre o telhado pode ser estimado entre 40 e 50 kg/m².



Madeiras duras requerem furação antes de serem fixadas.

A estrutura do telhado, se não houver quebra de telhas, entupimento por detritos de calhas e canaletas, não sofrerá com a umidade. Porém estará sujeita ao ataque dos cupins de madeira seca, após cinco ou seis anos, dependendo da resistência natural da madeira.

No início, o ataque se restringirá às partes de brancal (alburno) das peças. Porém, à medida em que o tempo e o calor sob as telhas for reduzindo o efeito das resinas de defesa, próprias da espécie, o cerne também será devorado, embora mais lentamente.

Os efeitos dos tratamentos mais antigos, à base de metais tóxicos, como o cobre, o chumbo, o cromo e o arsênio, duravam muitos anos. Hoje, restritos às usinas industriais de preservação de madeira, tais produtos foram substituídos por piretróides e outros inseticidas de baixa toxicidade.

As bitolas mais usuais das vigas de madeira variam bastante de região para região, e sofrem pequena redução de 0,5 cm quando são aplainadas:

<p>Barrote { 6 cm x 16 cm 8 cm x 16 cm</p>	<p>Ripas { 2,5 x 5 cm – bruta 2 x 5 cm – aplainada 2 x 4 cm – bruta 1,5 x 4 ou 5 cm – menos comum, aplainada</p>
<p>Perna-de-serra { 5 cm x 10 cm 6 cm x 12 cm</p>	
<p>Caibro { 3 cm x 9 cm 2,5 cm x 9 cm</p>	

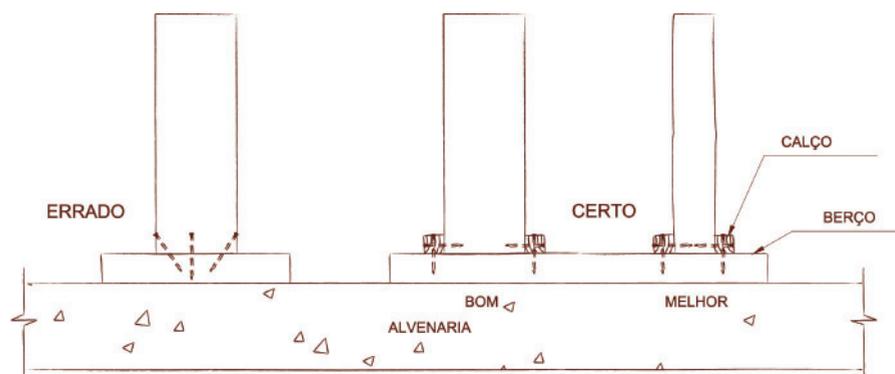
PONTALETE

Peça vertical, com dimensões de perna-de-serra ou de barrote, apoiada em uma lage, ou alvenaria, para suporte de terças de estrutura de um telhado. Devem ter berço para apoio na lage, e calços na base, para melhor fixação.

O pontalete substitui a clássica tesoura quando há lage de cobertura, com grande vantagem e economia de madeira.

Basta calçar o pontalete por dois lados, de preferência o mais largo, pois sofre apenas compressão axial.

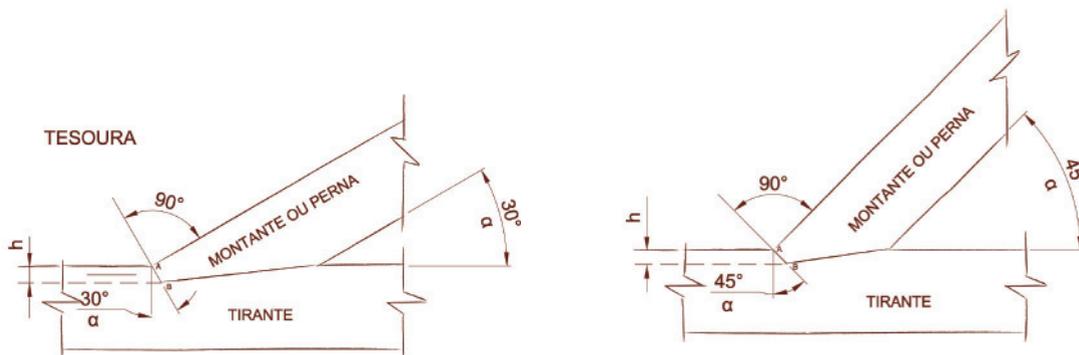
O espaçamento entre pontaletes é determinado pela seção das terças. Usando-se angelim-vermelho, seção de barrote 8 x 16 cm, o espaçamento máximo é de 3,5 m. Com seção de perna-de-serra igual a 6 x 12 cm, o espaçamento deverá ser de 3,0 m, no máximo.



TESOURA

Trataremos apenas da tesoura tipo *howe*, para telhados simples. A tesoura é uma estrutura em treliça que se apóia nos frechais, ou diretamente na alvenaria das paredes, capaz de vencer pequenos vãos e sustentar a estrutura do telhado. As terças apóiam-se nas tesouras, quando houver.

A tesoura, para o telhado de uma casa com vãos de 4 m a 6 m (no máximo), é feita com barrotes de mais ou menos 8 cm x 16 cm, em madeiras de lei ou de qualidade dura, com boa resistência à flexão e à compressão: ipê, angelim-vermelho, angico, canela-preta, itaúba etc. A linha, ou banzo inferior, pode ser de seção superior às das demais peças. Porém, para melhor acabamento, convém manter a mesma espessura. A tesoura clássica tem o seguinte formato.



Detalhes das ligações, com diferentes inclinações dos telhados: 30° e 45°.

Nas ligações com entalhe, também chamadas ensambladuras, ainda convém observar:

- As ligações de qualquer das peças da tesoura devem obedecer aos mesmos cálculos, valores e cuidados.
- A altura do dente (h) deve ficar dentro dos seguintes parâmetros:
 - $h \geq 2 \text{ cm}$
 - $h > \frac{1}{8}$ da altura da peça entalhada (como limite mínimo).
 - $h < \frac{1}{4}$ da altura da peça entalhada (como limite máximo).
- A direção do dente deve ser a bissetriz do ângulo formado entre as duas peças unidas na ensambladura⁽⁶⁵⁾.

Na prática, face à dificuldade de orientar o carpinteiro, pode-se adotar o ângulo de 90° conforme a figura 29, com resultados satisfatórios para telhados de 30° a 45° de inclinação.

Recomendo ainda: se a estrutura do telhado é aparente, evite usar estribos, chapas de aço e outros auxiliares de ensablagem, esteticamente insuportáveis.

Use cavilhas de madeira dura para reforçar a segurança das ligações (ipê, aroeira, maçaranduba), e use peças de madeiras mais robustas para evitar os feios “embarrigamentos” das vigas, que não comprometem a segurança, mas agridem a estética.

Ainda algumas observações sobre a construção do telhado:

- O prego deve penetrar sobre a peça de apoio o dobro do que penetra na peça apoiada, isto é 1/3 na ripa; 2/3 no caibro.
- É desnecessário tratar a madeira contra fungos apodrecedores, pois os telhados costumam ser muito secos e alcançam temperaturas elevadas.
- Contra insetos xilófagos, cupins da madeira seca, os tratamentos hoje disponíveis devem ser repetidos a cada dois ou três anos, por firma especializada.
- Contra telhas corridas, infiltração por entupimento, ventos represantes da chuva e telhas trincadas, o melhor remédio é a manta isolante aluminizada. Evita a passagem do calor e é melhor garantia contra infiltrações e goteiras. A manta é aplicada sobre os caibros.

MADEIRAS PARA VIGAMENTOS

Madeiras indicadas para vigamentos (caibros, ripas e vigas), segundo o IPT/SP⁽⁴¹⁾.

Acapu*	Caviúna*	Ipê-peroba*	Paraju
Achuarana	Cega-olho	Itaúba-preta*	Pau-cepilho
Açoita-cavalo	Cobi	Jacarandá-do-litoral*	Pau-jacaré
Amarelinho*	Copaíba	Jacarandá-pardo*	Pau-marfim*
Amendoim*	Coração-de-negro*	Jacarandá-paulista*	Pau-pereira
Amoreira*	Cumarú*	Jacareúba	Pau-roxo*
Andiroba*	Cumbaru*	Jataí*	Pelada
Angelim-araroba	Cupiúba	Jataí-peba	Peroba-de-Campos*
Angelim-rosa*	Maçurã	Jequitibá	Peroba-rosa
Angico-preto	Fava-de-rosca*	Laranjeira	Pinho-do-pará*
Angico-vermelho	Faveira-vermelha	Leiteiro	Piquiá*
Araçá	Faveiro	Louro-inamuí*	Piquiarana
Aroeira-do-sertão	Garapa*	Louro-pardo*	Pitiá-de-lagoa

Aroeira-do-sertão	Garapa*	Louro-pardo*	Pitiá-de-lagoa
Bacuri	Grapiapunha	Louro-vermelho	Pitomba
Bálsamo*	Grubixá	Maçaranduba	Sacambu*
Barriga-d'água	Grumixava	Maçaranduba-de-leite	Sangue-de-boi
Baru*	Guacá	Urucurana	Sapopema
Bicuíba-rosa	Guaicara	Mandigau	Sapucaia-vermelha
Braúna-preta	Guaiuvira*	Manteigueira	Sucupira*
Cabriúva-parda*	Guanandi	Melancieira	Sucupira-açu*
Cabriúva-vermelha*	Guapeva	Milho-cozido-de-folha-larga	Sucupira-amarela*
Caingá	Guarajuba	Milho-cozido-de-folha-miúda	Sucupira-parda*
Canafístula*	Guarantã	Muiracatiara*	Sucupira-preta*
Canela-parda	Guaribu-amarelo	Murici	Taiúva*
Canela-sassafrás*	Guariúba	Oiticica-amarela	Tanibuca
Canjerana*	Guarucaia	Óleo-pardo*	Tatajuba*
Caovi	Imbuia*		

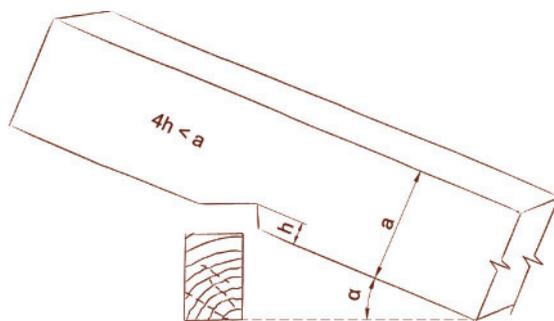
Obs.: A 1ª edição é de 1978, quando a realidade das madeiras brasileiras era diferente.

*Madeiras que hoje têm aplicações mais nobres, na opinião do autor.

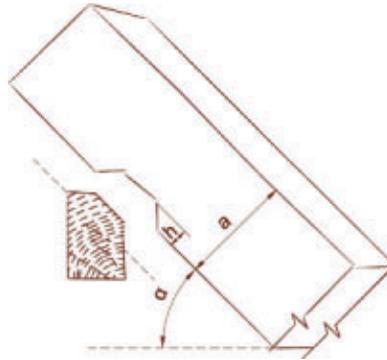
UNIÃO/CONTATO

Ao unir duas peças, estando uma delas inclinada, para assegurar bom contato será necessário fazer entalhe em pelo menos uma delas.

A altura desse entalhe (h) não deve exceder a $\frac{1}{4}$ da altura da peça "a", sob pena de enfraquecê-la.



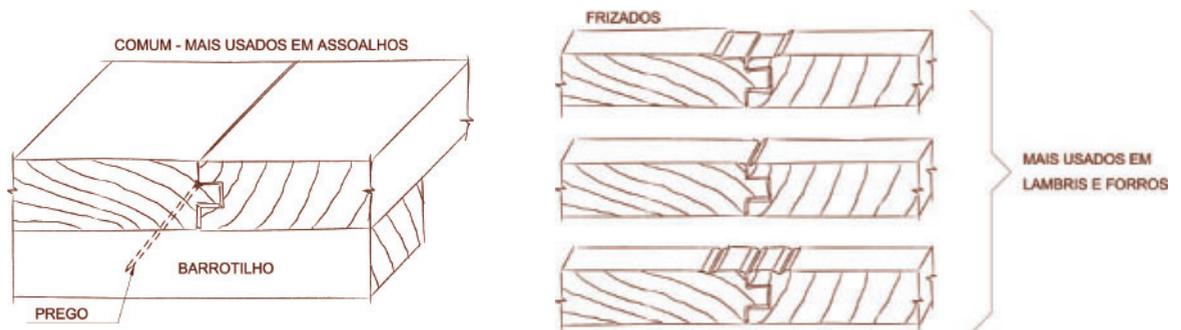
Quando o ângulo for maior, resultando em entalhe mais profundo ($> 1/4$), entalhar as duas peças.



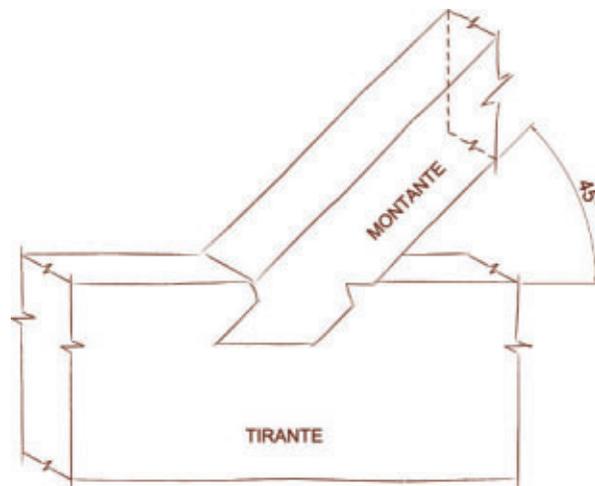
• **União macho e fêmea:** é comum na construção civil, sendo muito empregada em assoalhos, lambris e forros, quase sempre apoiados em barrotinhos. Modelos mais usuais.

Comum: tipo assoalho (ver Assoalho, neste capítulo).

Frizados: mais usados em forros e lambris.



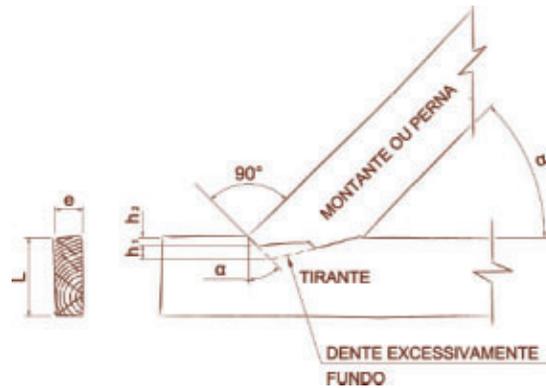
Emenda especial de encaixe: dispensa elementos de fixação (pregos, parafusos ou cavilhas).



Nas partes em contato direto, recomenda-se tratamento especial com preservante contra umidade e fungos apodrecedores. Para isso, hoje é difícil encontrar carpinteiro habilitado.

Copiei esse encaixe da obra restaurada pelo IPHAN em Pirenópolis (GO), por sua concepção incomum⁽¹¹⁾.

- **Outros modelos de ligações/uniões** – Nas ligações sujeitas a grande esforço, onde a altura do dente (h) for superior à quarta parte ($1/4$) da altura da peça suporte (na figura, o banzo inferior), o que comprometeria sua resistência (perderia $1/4$ da altura), convém abrir dois dentes no pé da asna.



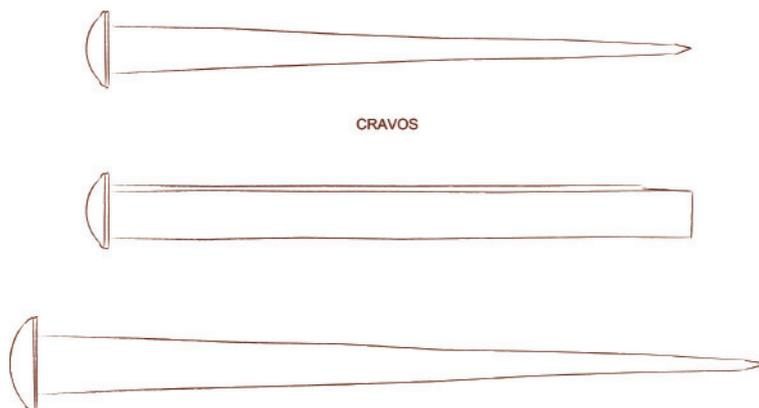
PREGOS E PARAFUSOS

PREGOS E CRAVOS

Os pregos são peças feitas de arame de aço ou cobre, e mais raramente de latão. A maioria é de seção redonda, ou quadrada. O prego comum, chamado “prego de ferro”, é o de cabeça chata, com corpo circular, podendo receber zincagem por galvanoplastia. Para serviços especiais, como a colocação de assoalho, o prego deve ter pequena cabeça cônica para penetrar completamente no ombro superior do macho, não atrapalhando o encaixe da fêmea da tábua seguinte. São chamados “pregos sem cabeça”.

- Pregos de aço mais duro, para cravar em alvenaria, são chamados “pregos de aço”.
- Os pregos de cobre são geralmente de seção quadrada, para evitar a rotação das peças pregadas, facilitada pela lubrificação do azinhave, produto da oxidação do cobre.
- Chamam-se cravos as peças de ferro de maior tamanho. Produzidos de forma artesanal, em geral são chatos, servindo para unir peças maiores de madeira.

Muito usados nas construções do período colonial, continuam a ser empregados na carpintaria naval (conforme o modelo).



A presença da água do mar exige a zincagem a fogo, mais resistente e duradoura que a galvanoplastia (elétrica).

O cravo é aquecido ao rubro e recebe óxido de zinco em pó, por aspersão. É uma zincagem algo rugosa, mas os cravos são quase sempre empregados em peças de madeira muito dura, sempre com furação prévia, o que facilita a cravação.

- O prego espiralado tem de três a cinco vezes mais resistência ao arrancamento do que os pregos comuns, redondos.

As medidas dos pregos

Os fabricantes de pregos no Brasil adotam como medidas comuns:

- **Diâmetro (Ø)** – É dado em JP – Jauge de Paris (por essa razão, os pregos eram também chamados de “pontas de Paris”) –, que é a medida francesa antiga para os arames com os quais se fazem os pregos.

Nesse padrão de medida, o diâmetro é indicado em primeiro lugar.

JP	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
mm	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,80	2,00	2,20	2,40
JP	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
mm	2,70	3,00	3,40	3,90	4,40	4,90	5,40	5,90	6,40	7,00	7,60	

- **Altura (h)** – O mais comum é dizer comprimento do prego. A unidade de medida é a LPP (linha de polegada portuguesa), equivalente a 2,30 mm.

Aqui basta multiplicar a segunda medida (h) – indicada no pacote (maço) do prego –, por 2,3 e se terá a medida em mm (aproximadamente).

Vamos a um exemplo, o prego mais utilizado na construção civil: (Ø) 17 x 27 (h).

São:

$$17 \text{ JP} = \text{na tabela} = 3,00 \text{ mm}$$

$$27 \text{ LPP} = 27 \times 2,3 = 62,10 \text{ mm ou } 6,21 \text{ cm.}$$

Atualmente alguns fabricantes passaram a indicar no maço também uma medida inglesa equivalente (aproximada).

No nosso exemplo:

$$17 \times 27 = \text{medida franco-lusitana.}$$

$$2 \frac{1}{2} \times 11 = \text{medida inglesa.}$$

Onde o primeiro número indica a altura (h) em polegada inglesa (25,4 mm) e o segundo indica o diâmetro (Ø) em BWG (Birmingham Wire Gauge), que é a tabela inglesa para os arames.

Note que nesse caso o diâmetro e a altura trocaram de posição em relação à medida anterior.

BWG	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11
mm	0,89	1,07	1,24	1,47	1,65	1,83	2,11	2,41	2,77	3,05
BWG	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
mm	3,40	3,76	4,19	4,57	5,16	5,59	6,05	6,58	7,21	7,62

Do exemplo anterior: prego 17 x 27 ou 2 1/2 x 11.

Altura (h) – 2 1/2 polegadas inglesas x 25,4 = 63,5 mm.

Diâmetro (Ø) – 11 BWG – ver tabela de conversão = 3,05 mm.

Note que há uma pequena diferença nos resultados em milímetros, fruto da inexatidão prática da conversão entre polegadas e milímetros. Mais informações: <http://www.gerdau.com.br>.

No Brasil, o padrão métrico oficial é definido pela norma NBR 6627.

Recomendações sobre uso de pregos

A respeito dos pregos, convém alertar que só devem ser usados em peças estáticas, como aquelas empregadas em pequenas estruturas do telhado, além de rodapés e vistas (ou alisares), nas quais a fixação não é comprometida por esforços aplicados à madeira.

As peças móveis, como esquadrias, principalmente dobradiças, não devem receber pregos, nem mesmo as peças fixas que as sustentam, como as aduelas (forras), caixilhos etc.

As esquadrias devem ser unidas por cavilhas, espigas etc. (ver acima, neste capítulo) ou por parafusos. Os pregos não oferecem resistência estrutural, podendo ser afrouxados, e até arrancados, a depender do esforço suportado pela peça de madeira.

Além dessa restrição, convém alertar que pregos de ferro enferrujam com facilidade, principalmente na faixa litorânea, onde mesmo os galvanizados pouco resistem.

A ferrugem é um processo de descamação contínuo, que irá permitir a entrada da água da chuva. Em dois lados do prego, a madeira oferece a superfície “de topo” transversal, grande absorvedora da umidade. Nesse nicho úmido e abrigado do sol proliferam os fungos apodrecedores.

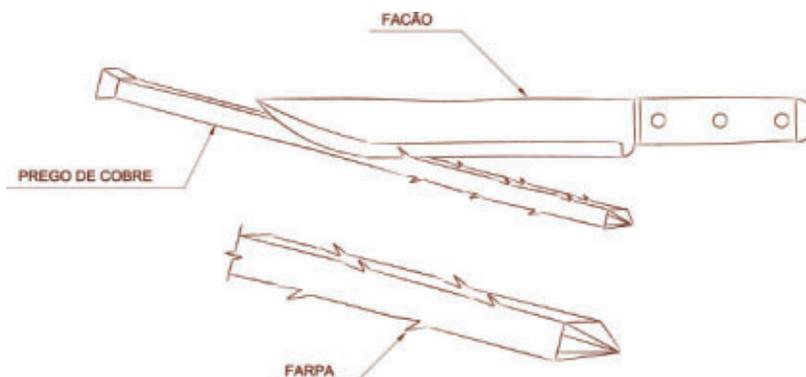
Use pregos com muita restrição, apenas em peças fixas ou em ligações provisórias.

Os cravos navais, zincados a fogo e rebatidos (a punção), duram mais se tiverem a cabeça protegida por batoque ou massa impermeável. Não esquecer que o bater do martelo danifica o zincado.

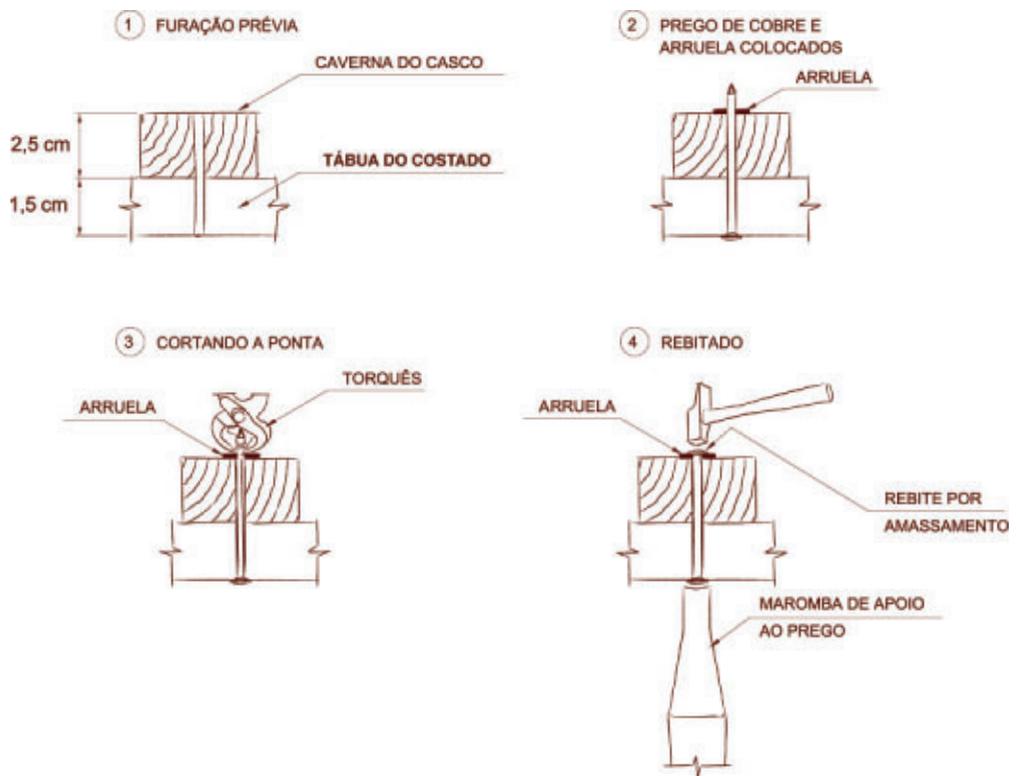
Na carpintaria naval, o bom carpinteiro coloca calafeto (fios de algodão torcido, ou estopa de cânhamo) ao pregar o tabuado do casco às cavernas, para evitar alguma entrada de água junto à cabeça do cravo. Daí a expressão popular antiga, sobre um homem precavido: “Não prega prego sem estopa”.

• **Pregos de cobre:** os pregos de cobre sofrem pequena oxidação superficial (azinhavre, ou zinabre) que os torna mais escorregadios. Isso facilita sua movimentação e afrouxa a fixação.

Ajuda bastante fazer “unhas” nas quinas do prego de cobre, batendo com um facão, dando-lhe retenção.



No tabuado do casco de uma embarcação leve, os pregos de cobre são rebatidos para oferecerem segurança, recebendo rebite de cobre ou latão na ponta, cortada e rebatida conforme o desenho⁽⁶³⁾.



Nas ligações das peças maiores, como a quilha e sobrequilha, usa-se também cavilhas de cobre, feitas com barras redondas desse metal, rebitadas em ambas as extremidades pelo mesmo processo.

Ou são dobrados, após atravessarem a peça, voltando a nela cravar⁽¹⁵⁾.



Para facilitar a formação do gancho, alguns carpinteiros usam bater as laterais da ponta do prego para esticá-la e torná-la mais fina (e mais comprida...).

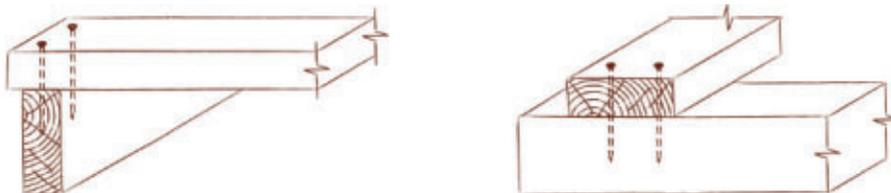
Embora os desenhos não mostrem a cabeça do prego, ela deveria ser cravada na tábu (do casco, no modelo) para permitir emassar e pintar, no acabamento.

Nesse caso recomendo usar punção! Não bater direto com o martelo, pois pode criar mossas na tábu, difíceis de corrigir.

- **Outros cuidados na pregação:** A rapidez e a simplicidade do uso fazem os carpinteiros preferirem os pregos. Bateu, fixou!!

Onde forem usados pregos, isto é, em peças estáticas, ou onde o esforço externo puder ser desprezado, como no telhado simples de uma casa (forrada), convém ainda tomar alguns cuidados:

- Junto ao topo, pregar ou furar com muito cuidado, se a madeira for dura (furo \approx 80% do diâmetro do prego).

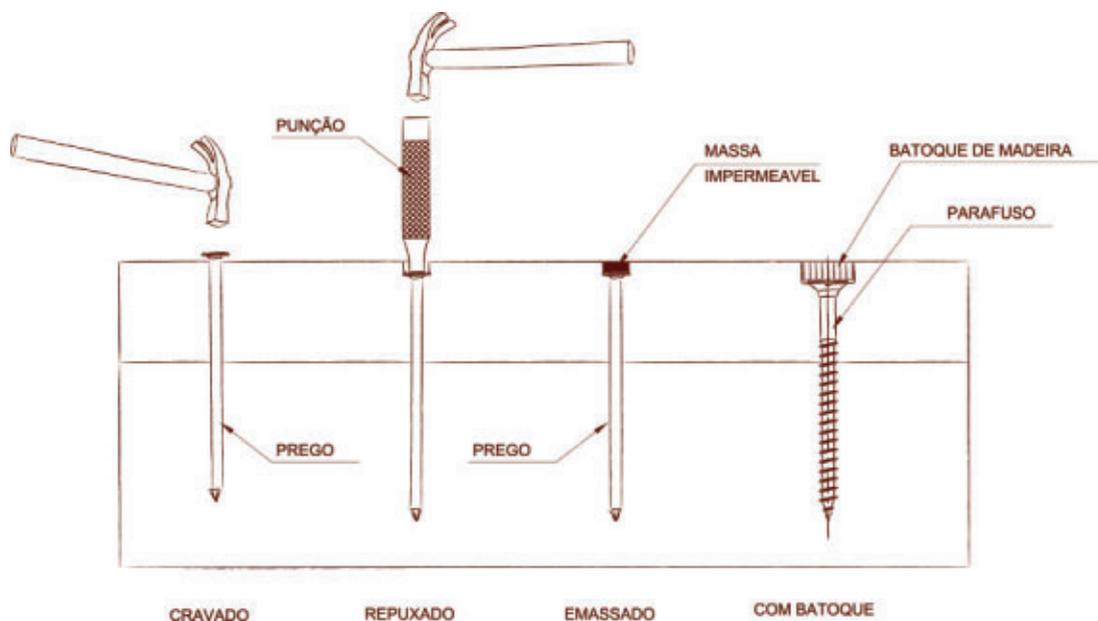


- Evite pregar, com entrada ou saída do prego pelo topo da madeira. Entrar pela face tangencial ou radial. Isto é, nas laterais da peça, quando possível.



- Onde houver ar salitrado, ou em obras expostas às intempéries, se o prego for pequeno, repuxar sua cabeça com o punção, enterrando-a na madeira e cobrindo-a com massa impermeável, cera etc. Usar batoque de madeira com cola fenólica se o prego for grande. Parafusos, idem.

- Como regra geral, tanto pregos como parafusos devem penetrar na peça de suporte o dobro do que penetram na peça fixada.



Os pregos finos, com diâmetro inferior a 2 mm (bitola 13), a exemplo dos empregados para prender alisares (vistas), podem ser cravados diretamente na madeira, mesmo sendo dura. Acima dessa bitola, furar a madeira com broca equivalente a 80% a 90% do diâmetro do prego.

Não colocar dois pregos a uma distância inferior a 10 cm no mesmo fio das fibras, principalmente nas proximidades da seção transversal (topo). Caso contrário, o efeito cunha resultará no fendilhamento da tábuas.

Para unir uma peça de madeira (rodapé, por exemplo) à alvenaria, use prego de aço, que é mais duro.

• **Rotação:** um único prego redondo, unindo duas peças de madeira, não impedirá o movimento de rotação se alguma das peças sofrer um empuxo lateral. Dois pregos travam essa rotação, mas nem sempre é possível pregá-los. Os pregos de cobre, muito usados na construção de embarcações miúdas, (baleeiras, botes, bateiras) são de perfil quadrado.

No casco de madeira de uma embarcação de maior porte (traineira de pesca, por exemplo), que sofre diferentes esforços pela força do mar, os carpinteiros da ribeira preferem os cravos, que são chatos e impedem a rotação. A mesma observação vale para as cavilhas, que embora redondas, têm enorme força de travamento (ver Cavilhas).

• **Tabela de segurança:** apenas por critérios empíricos, resultantes da experiência dos carpinteiros navais, daremos a seguir a relação dos elementos de fixação em ordem crescente de segurança:

- Pregos de ferro comum – a facilidade de enferrujar torna-o o menos seguro dos elementos fixadores.
- Pregos de ferro galvanizado.
- Pregos de cobre, simples cravação.
- Cravo de ferro (zincado).
- Pregos de cobre retravado.
- Pregos de cobre rebitado.
- Parafuso de ferro para madeira – exceto na carpintaria naval.
- Parafuso de ferro para madeira, galvanizado.
- Parafuso de latão.
- Parafuso de aço inox.
- Estojo – parafuso com porca e arruela. (Ferro comum, galvanizado, latão ou inox.)
- Cavilha de madeira.
- Cola, na carpintaria naval, sempre de dois componentes.
- **Repuxo:** os pregos de ferro (aço), galvanizados ou não (principalmente estes), devem ser “repuxados”, isto é, batidos com uma ponteira usualmente chamada repuxo ou punção para que penetrem mais fundo, ficando abaixo da superfície da madeira.

O prego inicialmente batido com o martelo, diretamente na cabeça, ao chegar ao nível da superfície da tábuas deve ser batido com o punção. É preciso segurar a ferramenta com firmeza, pois ela tende a sair da posição com facilidade.

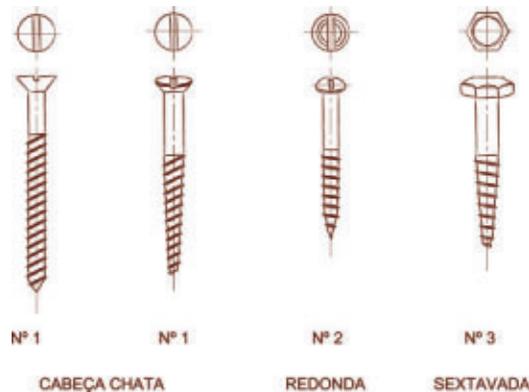
O vazio entre a cabeça do prego e a superfície deve ser preenchido com massa de vidraceiro, cera de abelha, cera de carnaúba ou outro material impermeabilizante. Esse é o objetivo: isolar a cabeça do prego da umidade externa, capaz de enferrujá-la, e que facilitaria a ação dos fungos apodrecedores, além do mau aspecto estético⁽⁶³⁾.

O engenheiro Antonio Moliterno, em sua excelente obra *Caderno de projetos de telhados em estruturas de madeiras* (65, p. 135), citando o professor Arcangeli, na obra *La ciencia delle costruzioni*, apresenta um gráfico de deformações/esforço que corrobora a experiência dos carpinteiros da Ribeira.

PARAFUSOS

Para a união de peças de madeira, os parafusos oferecem inúmeras vantagens sobre os pregos, principalmente segurança, com o único inconveniente de exigirem mais tempo na cravação, até por que sempre é necessário pré-furar as peças (aproximadamente 80% do diâmetro).

Os parafusos usados na carpintaria podem ser de aço (comum ou galvanizado), latão (polido, cromado) ou de aço inoxidável⁽¹⁵⁾.



O parafuso para madeira tem um tipo mais aberto de rosca, dita auto-atarrachante. O rasgo da cabeça pode ser simples (para a chave de fenda), em cruz ou cavado (para a chave Philips). Raramente os parafusos para madeira apresentam rasgo ou entrada para outros tipos de chaves (Allen, por exemplo), mais usados na mecânica⁽⁶³⁾.

Quando à cabeça, os parafusos podem ser:

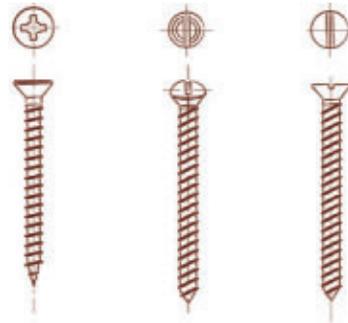
- O parafuso, que ficará definitivamente encravado na madeira, raso com a superfície da peça, é o cabeça-chata n° 1.
- Para uniões com previsão de desmontagem, como ocorre nos móveis modernos, usar o cabeça-redonda n° 2 ou o de panela (nesse caso a cabeça ficará saliente).
- Para serviços em madeiras duras, que exigem força, é recomendável o cabeça-sextavada n° 3, atarrachado com chave de boca ou de estrela.

Note que cerca de $\frac{1}{3}$ do parafuso é liso (sem rosca) na parte junto à cabeça.

Os parafusos para aglomerados de cepilho e cavaco de madeira, compensados ou contraplacados devem ter rosca em todo o corpo para maior aderência ao material, que tem menor elasticidade que a madeira⁽¹⁷⁾.

Antes de aplicar o parafuso, deve-se furar a madeira ou o aglomerado, usando broca que corresponda entre 80% e 90% do diâmetro da parte fina do parafuso. Um pouco mais na madeira dura, um pouco menos na madeira mole e nos aglomerados. O carpinteiro cuidadoso não aplica um parafuso sem antes raspá-lo em parafina, cera ou, na pior hipótese, em sabão. Facilita o atarraxar e tirar.

PARAFUSOS PARA AGLOMERADOS E CONTRAPLACADOS



As chapas de MDF e HDF (ver Capítulo 6) são mais rijas, quase sem nenhuma elasticidade. Exigem parafusos mais robustos, com reforço junto à cabeça.

PARAFUSO PARA CHAPAS MDF E HDF CABEÇA E PESCOÇO REFORÇADOS



Em obras expostas ao intemperismo, o parafuso de aço – mesmo o zincado – deve ficar abaixo da superfície, coberto por massa ou cera impermeável. Cabeça maior pode exigir o escareamento prévio da tábuia para permitir a penetração.

Parafusos de cabeça maior que 1 cm devem ser ocultados por batoques da mesma madeira, aplicados com cola impermeável, que não reaja com a água.

O parafuso de metal, isto é, geralmente feito de latão (liga de cobre e zinco), possui ação química antifungos e oxidação insignificante, podendo ficar exposto, sendo a colocação de cera ou de batoques ditada apenas por critérios de acabamento da superfície.

Dimensões/bitolas

Alguns fabricantes já usam o sistema métrico nas medidas de parafusos para madeira. Entretanto, é mais comum adotarem a medida antiga, estampada na caixa, em polegadas inglesas e números.

A polegada inglesa corresponde a 2,54 cm ou 25,4 mm, havendo sempre um arredondamento, por

Comprimento															
Pol.	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	1	1 $\frac{1}{4}$	1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{3}{4}$	2	2 $\frac{1}{4}$	2 $\frac{1}{2}$	3	3 $\frac{1}{2}$	4
mm	10	12	16	20	22	23	30	40	45	50	55	65	75	90	100

não coincidirem os múltiplos. Veja a tabela abaixo.

Diâmetro nominal													
N°	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18
Pol.	0,086	0,099	0,112	0,125	0,138	0,151	0,164	0,177	0,19	0,216	0,242	0,268	0,294
mm	2,2	2,5	2,8	3,2	3,5	3,8	4,2	4,5	4,8	5,5	6,1	6,8	7,5

Quanto aos números, não consegui localizar a origem remota. Não é BWG nem JP (ver Pregos, neste capítulo). Para conversão, em mm ou polegadas inglesas, use a seguinte tabela:

Assim, quando um velho carpinteiro pedir parafusos 2/10 ou 2 x 10 ele quer parafusos com:

- altura (h), (ou comprimento) de 2" \approx 50 mm.
- diâmetro n° 10 (ver tabela) \approx 4,8 mm ou 0,19" (25,4 mm x 0,19 = 4,826 mm ou 4,8 mm, com arredondamento).

8. Acabamentos, cuidados e recomendações gerais

8

ACABAMENTOS, CUIDADOS E
RECOMENDAÇÕES GERAIS

ACABAMENTOS

Muitas são as formas de tratar a madeira, para dar a ela o "acabamento", o aspecto final desejado. É possível mudar a cor da peça, para que pareça ser feita de material mais nobre, e também para eliminar irregularidades. É possível até dar-lhe aspecto de material envelhecido, de acordo com os projetos de decoração. Examinaremos a seguir alguns desses métodos e seus resultados, de forma sintética. Maiores detalhes são fornecidos pelos fabricantes, nas embalagens dos produtos utilizados.

BREU

O breu é uma resina vegetal, de cor âmbar, algo alaranjado, quase cristalino. Moído, o pó branco é muito aderente, razão de ser usado por equilibristas, trapezistas e bailarinos. Misturado ao asfalto, ou ao betume (petróleo que aflora), produz massa impermeável e não "escorre" com o calor. É muito adequado para calafetar o convés das embarcações, tão sujeitas ao sol direto (o revestimento de madeira é feito para dar conforto aos tripulantes). Aplicado sobre um calafeto prévio de fio de algodão torcido, no espaço entre as tábuas do convés, o breu fornece segura impermeabilidade e, como já foi dito, não escorre com o calor. Ou seja: o asfalto impermeabiliza, o breu segura. Esse "breu marinho" é escuro, quase preto, daí a expressão popular "escuro como breu", apesar de o breu puro ser branco.

Esse material é adequado para calafetar qualquer obra exposta ao intemperismo e a raios solares diretos. Não requer sobrepintura.

CALAFETO

É uma técnica, arte, da carpintaria naval que pode ser útil à carpintaria civil, pelo menos para ilustrar a maneira de lidar com a madeira.

O objetivo de qualquer calafeto é impedir a entrada da água, mesmo em condições adversas, ou apesar do movimento das tábuas (de um casco de embarcação)⁽⁶⁹⁾.

O calafeto clássico é feito em três etapas:

- Fio de algodão torcido.
- Estopa de cânhamo ou manilha.
- Massa de acabamento.

Essas etapas são precedidas pela regularização do espaço entre pranchas para receber as estopas. No casco redondo, as pranchas do costado, mesmo se cortadas em esquadro, ao se encostarem umas às outras já apresentarão um afastamento, que se afunila em direção à caverna.

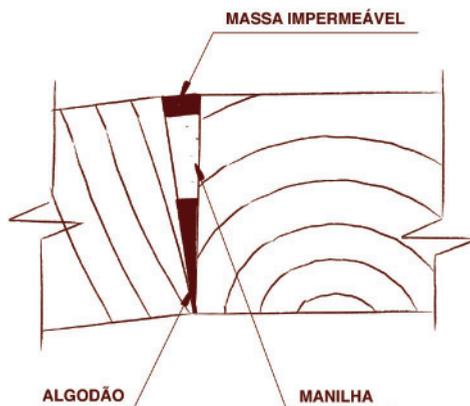
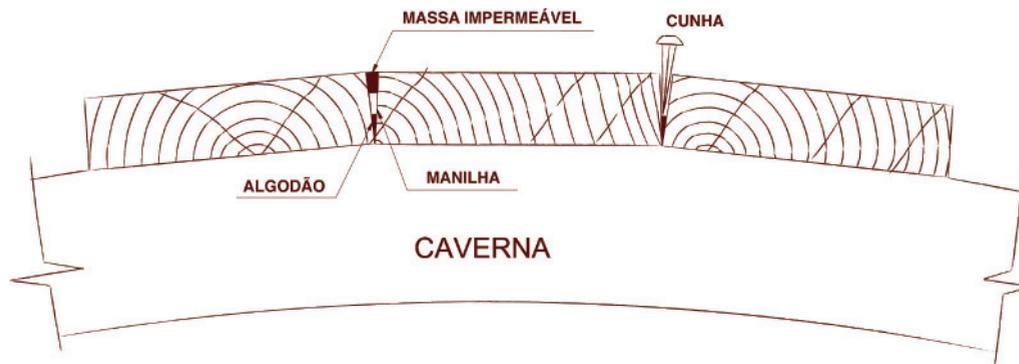
Se a curva é pequena, o carpinteiro pode dar um pequeno ângulo no corte da prancha para criar espaço adequado ao calafeto, ou o calafete abrirá o rasgo que achar suficiente, passando o maújo⁽⁶⁹⁾.



A primeira etapa do calafeto requer fio de algodão torcido, enrolado até formar o cordão da espessura desejada. Mais fino para a parte mais profunda, mais grosso para a segunda camada. Tudo batido com as cunhas adequadas⁽⁵⁹⁾.

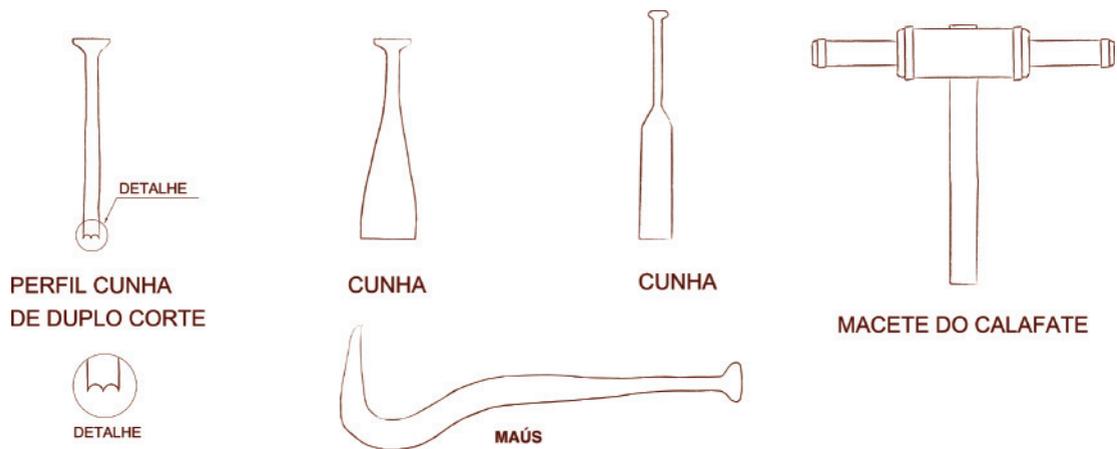
A segunda etapa é feita com estopa alcatroada de manilha, cânhamo, ou outra fibra forte banhada em óleo-de-linhaça, importante componente do calafeto, pois confere aderência e impermeabilidade às estopas.

O calafeto é comprimido no vão entre as pranchas, por cunhas de aço batidas com o macete do calafate, feito com madeiras muito duras, como o camboim-de-cerca, o roxinho e o rabo-de-macaco.



O rasgo longitudinal faz com que o macete "cante" e o calafate saiba se está batendo com força adequada. (Ver capítulo 7.)

As cunhas têm diversos tamanhos e espessuras na extremidade, segundo a grossura do fio ou estopa a ser batido.



O corte (extremidade) da cunha deve ser freqüentemente molhado em óleo de linhaça, o que ajudará a fixar o cordão/estopa no lugar.

Sobre a estopa é aplicada massa impermeabilizadora. Em seguida, para finalizar, o casco é pintado.

No convés das embarcações maiores, onde a impermeabilidade é importante, mas não cabe um serviço de carpintaria mais fina, mais oneroso, usa-se calafetar o piso com fio de algodão e breu, como já explicado (ver acima, neste capítulo).

COLAS

Colar é a mais eficiente e segura forma de unir duas peças de madeira de forma definitiva.

Os mais remotos comentários sobre trabalho de carpintaria falam de colas. Hoje, a fabricação de vigas e estruturas de madeiras utiliza peças coladas.

Uma viga construída assim resiste muito mais à flexão do que a madeira maciça, vencendo grandes vãos. O principal inconveniente das colas é exigir o trabalho nem sempre fácil de manter as peças unidas firmemente durante o tempo de fixação, ou de secagem superficial. Como regra geral, as colas mais fortes demoram mais a atingir a máxima firmeza (endurecimento total).

COLA ANIMAL

É a mais antiga da carpintaria, fabricada com peles, cartilagens e ossos. Também é chamada cola de carpinteiro. Esses tecidos de animais são pegajosos por natureza, vendidos na forma de plaquetas duras ou granuladas. Dissolvidas em banho-maria, adquirem consistência gelatinosa, fluida. Tornam-se fáceis de aplicar⁽¹⁷⁾.

Ao esfriar e secar, a cola volta à consistência dura. Tendo penetrado nos tecidos da madeira, forma uma firme camada aderente, mais resistente que a média das madeiras. Pode-se dizer que é uma cola muito eficiente, pois não é solúvel em água fria e é de preço módico. Não pode faltar em uma oficina de marcenaria. Sua praticidade diminui nos canteiros de obras, uma vez que é preciso mantê-la aquecida.

Sua cor, castanho-escuro, também é inconveniente, pois pode manchar madeiras claras.

COLAS SINTÉTICAS

Hoje, praticamente todas as colas são sintéticas, fabricadas a partir de produtos químicos derivados de petróleo ou hulha.

Para simplificar nossa explicação, vamos dividi-las em duas categorias.

De um só componente

- **Branca:** cola de uso geral na carpintaria, de cor branca leitosa quando líquida. Torna-se cristalina e sem cor ao secar, não afetando a cor natural da madeira. As colas brancas já foram produzidas com caseína, produto orgânico derivado do leite fermentado. Hoje são totalmente sintéticas, à base de polímeros vinílicos, como o poliacetato de vinila (PVA).

Muito práticas, secam superficialmente em poucos minutos, mas têm baixa resistência mecânica e são solúveis em água.

- **Incolor:** base cianoacrilato líquido, um acrílico. Seca instantaneamente e não é solúvel em água.

De dois componentes

São compostas de adesivo líquido e um endurecedor, ou catalizador de reação de secagem, ou de endurecimento.

Há vários tipos e composições no mercado. Trataremos dos mais usados:

- **Cascophen** – cola de base fenólica.

- **Epóxicas** – o epóxi é um adesivo líquido de extrema resistência, de larga aceitação na carpintaria naval e civil.

A velocidade da secagem, ou endurecimento superficial, depende do ativador, ou endurecedor, empregado. O polímero nitrogenado denominado poliaminoamida reage lentamente, em até 24 horas. A reação das polimercaptanas é rápida: termina apenas alguns minutos após a perfeita mistura homogênea dos dois componentes.

A secagem superficial permite a liberação dos grampos ou fixadores das peças na colagem. Porém, o endurecimento total, que permitirá que a viga colada entre em trabalho de plena carga, ainda demorará algum tempo, no mínimo 24 horas. Aguarde.

Observação: a cola de secagem lenta terá mais resistência final que as rápidas.

Na colagem, tenha o mesmo cuidado com a “anisotropia” da madeira, como na união por pregos ou cravos. A seção transversal ou de topo é a menos confiável para colagem. Nela convém aplicar uma primeira camada tênue, para que o produto penetre nos tecidos e entre eles. Assim será criada uma superfície mais rija antes da colagem definitiva. As superfícies tangencial e radial, para efeitos de colagem, podem ser consideradas equivalentes.

COLA MASSA

Em geral são resinas epóxicas reagindo com uma poliamida ou poliamina (polímeros nitrogenados). Essas resinas contêm cargas minerais para que a mistura adquira a consistência de massa.

No convés das embarcações maiores, onde a impermeabilidade do convés é importante mas não cabe um serviço de carpintaria mais fina, mais oneroso, usa-se calafetar o piso com fio de algodão e breu, conforme explicação anterior (Ver acima, neste capítulo).

MASSAS

Também chamadas erroneamente de “betumes”, servem para preencher o espaço de pregos rebatidos, ou imperfeições de uma peça, e mais comumente para preencher (calafetar) as fissuras entre tábuas de um assoalho, em consequência da perda de umidade.

MASSA DE COLA

A elaboração do tipo mais comum consiste em misturar uma cola – pode ser a de carpintaria (incolor ao secar) – com o pó da lixação do próprio assoalho. O cuidado aqui é não haver mistura de diferentes madeiras nessa massa, para que ela mantenha a cor do assoalho a calafetar.

Aplicada com espátula, deve ser aparelhada e lixada após secar. Esse tipo de massa, com o mesmo cuidado na seleção de pó-de-lixar ou de serragem, antes da peça em acabamento receber o verniz ou laqueadura, serve para reparar trincas ou falhas⁽³¹⁾.

MASSA DE VIDRACEIRO

Outro tipo muito comum de massa para acabamento é a chamada massa de vidraceiro, feita com gesso e óleo de linhaça. Há quem acrescente um pouco de alvaiade para clarear e proteger. Como o óleo de linhaça é secativo, a massa endurece e adere à madeira. Muito usada na colocação de vidros em esquadrias de madeira. Convém pintar esse tipo de massa após a secagem, pois ela trinca com facilidade, o que abre portas para a entrada de umidade.

PINTURAS

Em princípio, sou contra pintar madeiras. Considero uma agressão, um contra-senso, cobrir com tinta a incomparável beleza da madeira. Tratá-la sim, com lacas, vernizes e óleos que ressaltam seu aspecto tão nobre. Alguém conhece madeira feia?

Todavia, na madeira exposta ao intemperismo, sujeita à incidência da lixiviação da chuva e aos raios UV do sol, a camada superficial se torna "ruça", de um cinza sujo sem qualquer beleza. Tratamentos anuais com óleo de linhaça ou protetor *stain*, após uma lixação, poderiam resguardar a peça da ação do tempo – o que é caro e pouco prático.

Daí madeiras expostas serem pintadas. O tipo de tinta é definido pela natureza do aglutinante dos pigmentos: óleo, esmalte ou plástico (PVA, acrílico etc).

A tinta mais resistente é a esmalte, inclusive por ser menos atacada por fungos, carunchos, principalmente a do tipo brilhante.

O principal cuidado a tomar é verificar se a madeira está seca antes da aplicação da tinta. Como regra geral não se deve tratar madeira verde. Impermeabilizar a madeira verde com tinta irá potencializar a fermentação da seiva de embebedimento ou de capilaridade, gerando podridão interna.

Madeira seca, pintada periodicamente sobre fundo para madeira e tinta de boa qualidade, pode durar muitos anos. É a solução ideal para móveis de jardim.

A tinta à base de látex, ou polivinilamida (PVA), apesar de menos impermeável, é mais elástica e mais porosa, permitindo a saída do vapor de água residual, produzido pelo calor solar. E suporta melhor o "trabalhar" da madeira. É boa para ambientes externos⁽⁴⁶⁾.

Os pontos fracos são sempre os mesmos: entradas de pregos e parafusos, principalmente se forem de ferro, unindo duas peças de madeira. O tratamento prévio das peças a serem juntadas é indispensável. Pintar a peça depois de pronta não irá salvá-la da podridão nas partes em contato. Mesmo coladas sofrerão o ataque de fungos.

Não pintar ou aplicar qualquer impermeabilizante na madeira em dias chuvosos, ou com URA acima de 80%, quando ela estará com sua umidade intrínseca (μ) muito elevada, próxima ao PSF. Essa umidade extra vai alimentar fungos. Evitar também os dias de calor excessivo, com temperatura superior a 35°C, o que amplia a adsorção da água. Antes de pintar, eliminar o pó da lixa, sujeiras e, principalmente, manchas de bolores.

Na face transversal, ou de topo, tratar a madeira duplamente. Aplicar duas demãos de fundo, ou de selador, e duas demãos de tinta.

Nas junções de peças externas, demorar com o pincel molhado na fresta, deixando que ela absorva a tinta, promovendo impermeabilização. Se chover, espere a madeira secar completamente antes de pintar.

As peças móveis, como as folhas de esquadrias, em maior grau, e as que as suportam, em segundo, são os artefatos de madeira que requerem mais cuidados na fabricação, na colocação, na proteção e na conservação. Exija qualidade e madeira seca do fabricante. Instale-as com boas ferragens, envernize-as ou pinte-as com o material mais adequado e conserve-as sempre (inclusive lubrificando as ferragens).

VERNIZES

Os primeiros vernizes eram extrativos vegetais diluídos em álcool, ou outro solvente. É o caso da velha e boa goma-laca. Hoje o mercado de vernizes evoluiu muito. Dispomos de proteção contra UV solar e ar salitrado, e temos vernizes próprios para embarcações etc. O pintor e o lustrador terão de buscar os folhetos fornecidos pelos fabricantes, para que possam se informar a respeito das aplicações, dos cuidados a tomar, dos rendimentos e das garantias.

Para ilustrar, vamos tratar dos vernizes, divididos em duas categorias: os simples, constituídos por apenas uma substância de aplicação direta, mas dotados de vários protetores na formulação, e os compostos, formados por dois componentes que devem ser misturados pouco antes da aplicação. São os poliuretanos, genericamente chamados de lacas. Muito usadas em pedras e assoalhos, ao secarem as lacas formam uma película muito resistente, capaz de suportar o vaivém das pessoas e a ação dos agentes agressivos ácidos ou alcalinos.

O termo laca era muito aplicado a vernizes de alto brilho, com cores incorporadas e dureza protetora. Hoje refere-se à laca sem cor.

Os vernizes, mesmo os formulados com proteção contra raios ultravioleta, são transparentes e não escondem a beleza da madeira. Todavia, os raios solares penetram e degradam a superfície da peça, terminando por descascar o verniz, embora mais lentamente que o verniz comum.

Como é complicado remover a camada de madeira "ruça" por meio de lixamento profundo, não recomendo verniz para o exterior.

TINGIMENTOS OU VELATURAS

O esgotamento das florestas e as restrições ao corte de árvores fizeram aumentar o uso de corantes, com o objetivo de dar à madeira disponível o aspecto, o "acabamento", das madeiras nobres⁽¹⁷⁾.

Começamos pelo mogno. O "acabamento em mogno", do inglês "*mahogany finish*", é o tingimento de madeira menos nobre com a cor do mogno.

O mogno verdadeiro (*Swietenia mahagoni*), árvore do Caribe, tem a cor do vinho tinto. Os franceses a chamavam *acajou* – é o vermelho-acobreado da tintura para cabelos. Esgotado esse mogno, apelou-se para o aguano-brasileiro (*Swietenia macrophylla*), da Amazônia Ocidental, que ocupou o lugar do mogno em vários mercados. No Brasil, dar acabamento "em mogno" significa tingir com a cor do cedro-rosa (*Cedrela fissilis*), que é muito parecida. Todavia, para uso externo, a cor do mogno é o acaju (leia mais sobre o assunto na ficha dendrológica do mogno-brasileiro).

Aplicando bicromato de potássio a 5% (em ebulição) teremos o mogno-brasileiro com a cor do mogno-verdadeiro (chamemos assim para distingui-los). É preciso tomar cuidado na operação: os cromatos são tóxicos.

Outros tingimentos

- **Amoníaco a 20%:** para clarear a madeira.
- **Cromato de ferro:** para envelhecimento.
- **Ácido pícrico:** idem.
- **Cromato de sódio:** para uma cor amarelo-laranja (algo parecida com a do vinhático ou a do araribá).

Hoje há no mercado anilinas para todas as cores de madeira desejadas. Porém elas não conferem às madeiras um acabamento tão bom quanto o dos processos acima citados.

As madeiras duras, impermeáveis às substâncias preservantes, não recebem bem os tingimentos. Adquirem um aspecto manchado. O tingimento não penetra, não se incorpora aos tecidos. Mais fáceis de tratar, mais permeáveis, as madeiras menos rijas e mais claras recebem melhor os tingimentos. Madeiras em geral baratas, como caxetas, marupás e pinus, recebem melhor ainda os "acabamentos", o que é vantajoso, pois permite o uso intenso da floresta.

ENVELHECIMENTO

É o tratamento dado à madeira para lhe dar aparência de muito antiga. O efeito é obtido com a aplicação de mordentes ácidos ou alcalinos.

Cada madeira reage de uma forma à ação do mordente. O artesão, orientado pela experiência, irá escolher a substância a ser utilizada, assim como o grau de sua concentração.

Os mordentes mais empregados são o amoníaco a 20% e o ácido pirogálico a 8%. Pode-se também aplicar o ácido muriático, a soda ou a potassa, em soluções fracas, com extremo cuidado e usando EPI adequado (as luvas de borracha são indispensáveis).

A queima superficial, feita com maçarico a gás, também confere aspectos extraordinários às madeiras, principalmente às mais claras⁽¹⁷⁾.

Experimente tratar a peça previamente com óleo de linhaça, e aplicar a chama após a secagem. Haverá forte destaque dos anéis de crescimento.

Para um efeito maior de envelhecimento, após a queima, desbastar a superfície com escova de latão. Não utilize escova de aço⁽³¹⁾.

POLIMENTO

Técnica antiga, hoje pouco utilizada. O polimento consiste em esfregar a madeira com um pedaço da mesma madeira, ou de outra mais dura, produzindo um brilho acetinado muito agradável, sem a "vitrificação" do verniz. Com o polimento, algumas madeiras adquirem um brilho algo perolizado, muito interessante.

O polimento produz mais efeitos em madeiras de cerne bem saturado por extrativos, que não aceitam a impregnação por preservantes, mesmo sob pressão.

As madeiras de grã reversa jamais ganharão brilho com o simples polimento nas partes onde o tecido fibroso afronta a superfície tangencial, apresentando "aspereza" (aspecto "arrancado"). Para elas, não recomendo essa técnica.

Madeiras que oferecem bons resultados com o polimento:

- Araribá – *Centrolobium tomentosum*.
- Braúna – *Melanoxylon brauna*.
- Cabriúva (ou bálsamo) – *Myroxylon balsamum*.

- Canelas – *Ocotea spp* (louros; idem).
- Cangerana – *Cabralea canjerana*.
- Copaíba – *Copaifera langsdorffii*.
- Freijó – *Cordia goeldiana*.
- Gonçalves-alves – *Astronium macrocalyx*.
- Jacarandás – Todos, com exceção do jacarandá-mimoso.
- Mogno/Aguano – *Swietenia macrophylla*.
- Pindabuna – *Duguetia lanceolata*.
- Roxinho (pau-violeta) – *Peltogyne spp*.
- Sucupira-amarela – *Ferreira spectabilis*.
- Sucupira-preta – *Bowdichia virgilioides*.

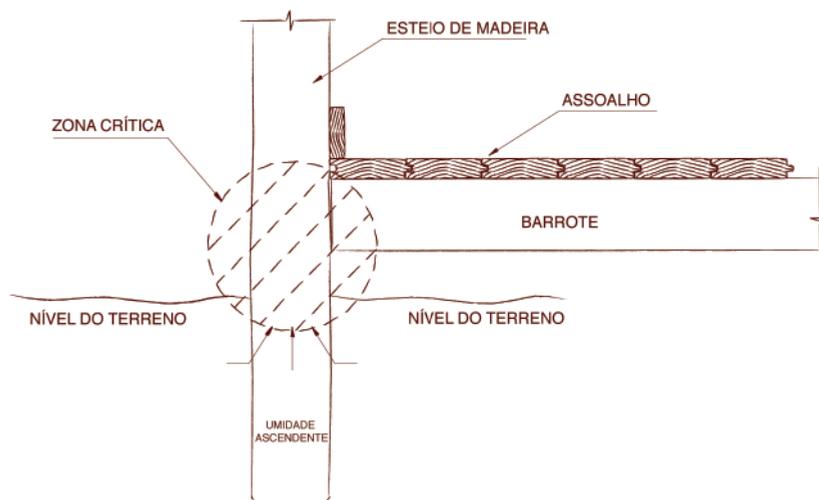
CUIDADOS

PONTOS VULNERÁVEIS À UMIDADE NAS EDIFICAÇÕES

Trataremos a seguir da umidades nas construções, principalmente nas mais antigas, onde é comum a ação da umidade devido às infiltrações através de telhados, de solos mal drenados ou de paredes porosas⁽⁴²⁾. As situações de risco são, em síntese, as seguintes.

Umidade do solo

- Peça de madeira em contato direto com o solo.



Esteios cravados diretamente no terreno "sugam" a umidade, que pode atingir até o viga do assoalho, mesmo se houver um colchão de ar sob ele.

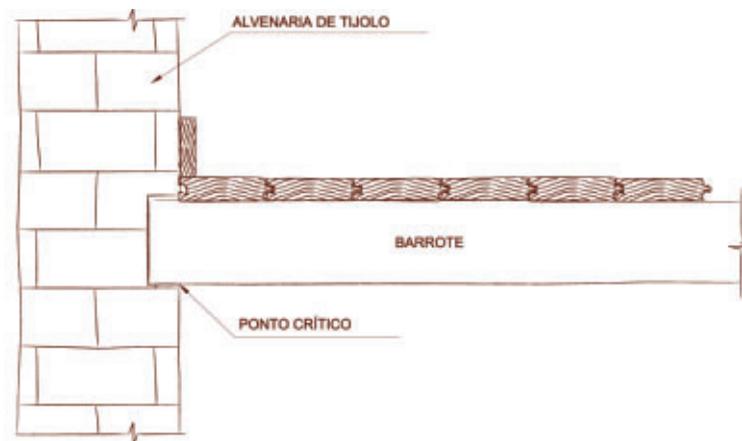
- Postes, mourões de cerca e esteios de casas sofrem o mesmo problema. Sem qualquer contato com o ar, a parte do poste que está enterrada não apodrece. No entanto, ela suga umidade do solo, elevando-a até à "cintura" da peça, ao nível do terreno, onde a terra mais fofa não impede o contato com o ar, formando ambiente propício à ação dos fungos fermentadores.

O ambiente favorável aos fungos reúne oxigênio e sombra, além de umidade e calor.

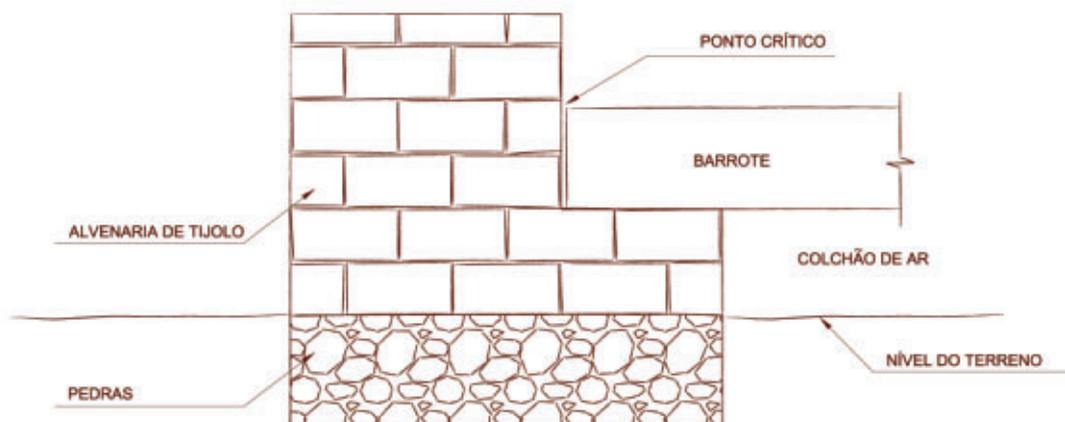
Recomendação: é indispensável tratar e impermeabilizar as partes da madeira que serão enterradas no solo. De preferência com tinta betuminosa.

- Peças de madeira que recebem umidade direta em alvenarias com infiltrações, ou construídas com areia proveniente da foz de algum rio, contaminada pela maré alta. Essa era uma ocorrência muito freqüente no Brasil colonial, nas construções à beira mar.

O sal adsorve água e mantém a alvenaria úmida, sendo comum a presença de “grumos” descascando o reboco. Além disso, a caiação comum não é impermeabilizante, mantendo a argamassa em contato com o ar, absorvendo água da chuva.



Nota-se o cuidado, quase sempre observado, de evitar o contato direto do barrote de madeira com o solo, o que seria fatal. Apesar disso, a umidade “sobe” pela alvenaria não impermeabilizada.



Observação: o topo da madeira, onde ela apresenta o corte transversal, é sua face mais vulnerável.

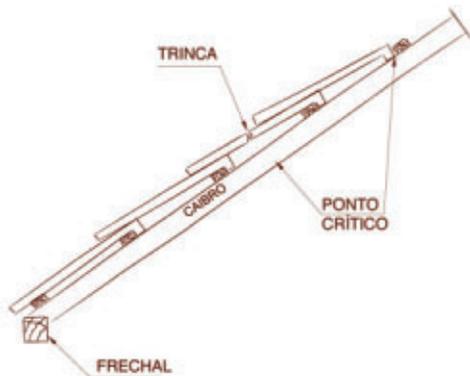
Recomendação: além do tratamento preservante geral (ver capítulo 5), a ponta do barrote em contato com a alvenaria deve ser ventilada ao máximo e receber pintura impermeabilizante. Se a ponta do barrote não é aparente, recomendo tinta betuminosa, com demão reforçada no topo. Evitar o contato direto da madeira com alvenaria, usando calços de borracha dura, ou outro material inerte.

A alvenaria pode ser impermeabilizada com silicone líquido, vertido em furos inclinados, até à saturação, e receber fundo impermeabilizante, antes da pintura.

Umidade por infiltração de água

O caso mais comum, até em construções atuais, é a infiltração pelo telhado.

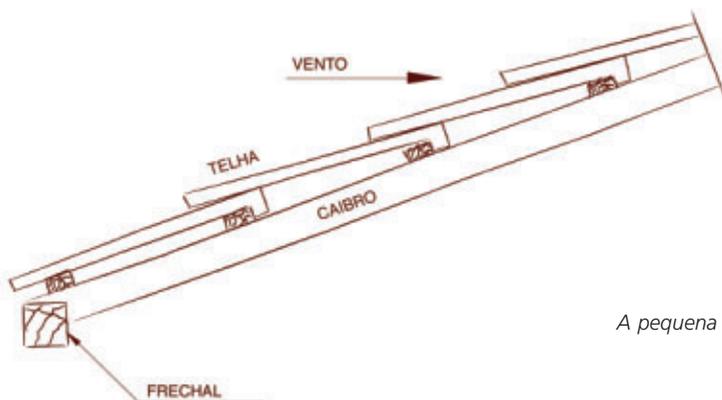
- Trinca ou deslocamento de telhas:



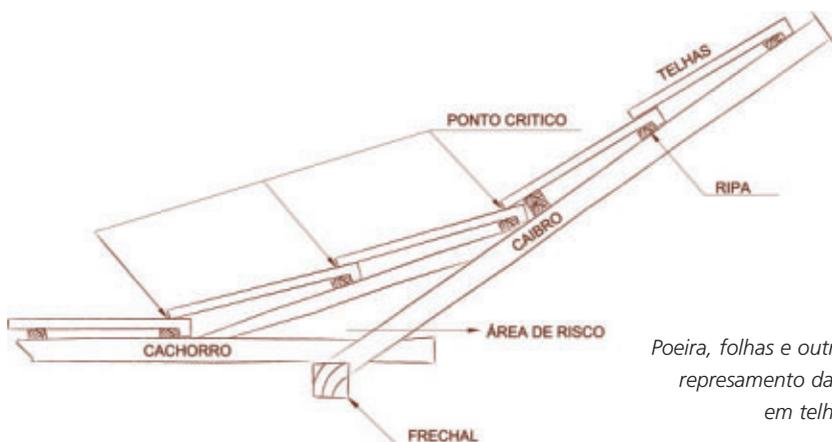
A trinca ou o corrimento (deslocamento da telha) levam água da chuva à estrutura do telhado⁽⁴²⁾.

A quantidade de água poderá ser tão grande que atingirá também o frechal.

- Pouca inclinação do telhado ou inflexão da linha de descida (galbo)⁽⁴²⁾.



A pequena inclinação facilitará o retorno da água represada pelo vento.



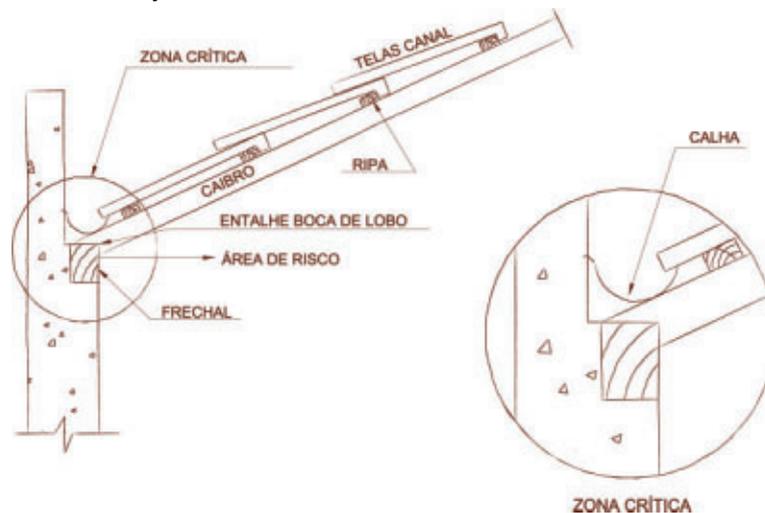
Poeira, folhas e outras sujeiras facilitarão o represamento da chuva, principalmente em telhado de capa e canal⁽⁶⁶⁾.

Recomendação: para os telhados modernos as proteções são bem conhecidas, incluindo-se as mantas isolantes. Além disso, as telhas evoluíram bastante. Não correm e nem trincam com facilidade.

Todavia, numa construção tombada tais recursos dificilmente são aplicáveis. Restam a escolha de madeiras secas, de resistência comprovada, tratadas de forma adequada, o travamento das telhas e, sobretudo, as vistorias freqüentes⁽⁶⁶⁾.

Outras causas de infiltração

- **Calhas:** embutidas na alvenaria, ou contíguas a platibandas, entopem com facilidade, pois a água da chuva conduz toda a sujeira do telhado⁽⁴²⁾.

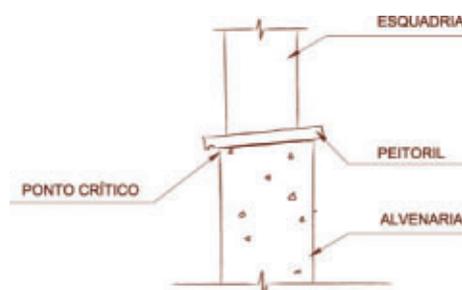


Observação: é também comum acontecer o entupimento do pé do tubo de descida da calha, já na calçada, pelo uso de Joelho de 90°, onde a sujeira vinda do telhado ficará represada. Chuvas mais fortes encherão o tubo, e a calha transbordará.

Recomendação:

- Tratamento especial de preservação do frechal.
- Usar apara-folhas na boca do tubo de descida.
- Usar curva de 90°, e não Joelho, no pé do tubo.

- **Esquadrias:** o apodrecimento do peitoril é muito comum por ter pouca inclinação, e/ou nenhuma proteção da face em contato com a alvenaria.

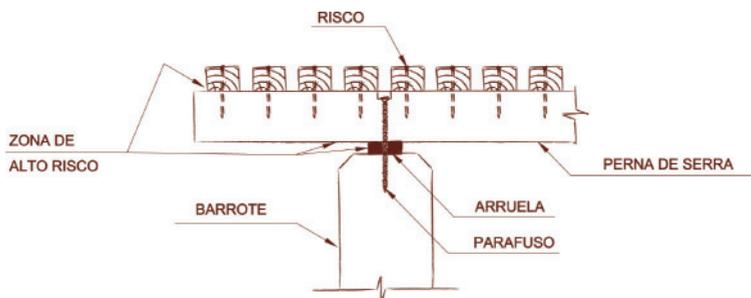


Para a proteção da face oculta dos marcos (aduelas) de esquadrias, em contato com a alvenaria e eventual umidade, usava-se pintá-las com alvaiade (cerusita), água e um pouco de óleo-de-linhaça. No tempo em que a alvaiade era carbonato de chumbo, essa era uma proteção de longo prazo contra fungos apodrecedores. Hoje, com o banimento dos metais pesados, a alvaiade é óxido-de-zinco, bem menos eficiente. Fica porém a recomendação: tratar previamente a madeira na face em contato com a alvenaria.

- **Soleiras:** o mesmo se aplica às soleiras de portas externas de madeira, como é comum em construções antigas, onde a infiltração e o estacionamento da água de chuva é constante. Recomendo aqui cuidado em dobro, inclusive proteção betuminosa, face à grande vulnerabilidade do material.

- **Madeira exposta ao tempo:** nas tábuas pregadas, impermeabilizar ambas as superfícies em contato antes de uni-las. Não usar pregos de ferro, nem mesmo zincados (galvanizados). Usar pregos de cobre ou parafusos de latão ou inox, principalmente no litoral.

A madeira exposta ao tempo, além de seca, tratada e, se possível, impermeabilizada, deve ser “robusta”, isto é, deve ter dimensões parecidas entre largura e espessura. Não usar tábuas de largura muito superior à espessura, muito mais sujeitas a trincar, encaonar e empenar.



Recomendações: no contato entre as vigas principais, manter um colchão-de-ar, usando arruela não oxidável (feita de aço inox, latão, acrílico ou borracha), além do tratamento betuminoso.

- **Lambrequins, testeiras e topos de vigas** – são partes da estrutura ou do acabamento do telhado, muito expostas ao intemperismo, às quais as recomendações acima nem sempre – ou nem todas – são aplicáveis. Os lambrequins e testeiras devem ser de madeira resistente, de baixa contração, ou “trabalho”. O que significa madeiras estáveis, secas, em umidade de equilíbrio da madeira (UEM), tratadas adequadamente, além de pintadas ou envernizadas em ambas as faces. Pregar com pregos galvanizados (no mínimo).

Nos telhados onde as pontas dos caibros ou das terças despontam no extremo do beirado, o topo, em corte transversal, é a parte vulnerável, como já esclarecido (ver capítulo 7), devendo receber tratamento e acabamento em dobro, até por serem superfícies adsorvedoras.



RECOMENDAÇÕES GERAIS NO USO DA MADEIRA

ALBURNO

Em geral é madeira mole, sem proteção natural contra os fungos apodrecedores e insetos xilófagos. Se você conservar uma parte de alburno na peça em uso, apenas para efeito de contraste decorativo, trate o brancal com várias demãos de um protetor impermeabilizante, incolor.

BATIMENTO

Nunca bata na madeira diretamente com ferramenta de metal. Use sempre macete de madeira ou borracha, ou coloque um pedaço de madeira entre o martelo e a peça em preparação. Ele atuará como amortecedor, evitando o choque seco do aço, que certamente criará mossas de difícil recuperação na peça.

O carpinteiro diligente não aperta a madeira com grampos, torno, ou sargento, sem colocar um amortecedor – a madeira macia – entre o aço e a peça que está sendo trabalhada.

Entretanto, se uma peça de acabamento for amassada, experimente molhar a amolgadura com água, colocar sobre ela um pano molhado e apertar com um ferro de passar bem quente. Com a vaporização da água absorvida, os tecidos da madeira poderão inchar, retornando à forma original.

Ao trabalhar a madeira, cortando com um formão, por exemplo, utilize macete de madeira para bater na ferramenta de corte.

CERNE

As indicações deste manual referem-se ao cerne. Quanto mais distinto for o alburno (brancal) em relação ao cerne, menos elas se aplicam a essa parte mais mole da madeira.

FARPAS

As farpas são características de grande parte das leguminosas, a maior família produtora de madeiras do Brasil. Isso ocorre porque essas árvores apresentam o tecido fibroso e o parênquima muito contrastados. As farpas, mais duras e resistentes, resultam da separação do tecido fibroso durante o corte ou a aplinação.

Assim é necessário cuidado no seu emprego como madeira sem revestimento, não sendo recomendável para corrimãos de escadarias ou de passarelas, onde a madeira deve estar nua, para gerar aderência com a umidade da mão do usuário. Madeiras de outras famílias também produzem farpas, mas as leguminosas são campeãs nesse quesito.

FURAÇÃO

A recomendação de furar a madeira antes de pregar ou aparafusar deve ser estendida a todas as espécies duras, de elevado peso específico. Nessas madeiras, a resistência ao fendilhamento por separação de tecidos é sempre baixa (ou média), ao contrário do que acontece nas coníferas. E o prego funciona como cunha, provocando o fendilhamento.

Para evitá-lo, deve-se usar broca um ou dois números menores que o parafuso. As madeiras moles aceitam pregos. É o caso das caixetas, do aguai e do tamanqueiro etc.

MADEIRA SECA OU ÚMIDA?

Quando usar? Observando-se as fichas das características físicas e mecânicas das madeiras (capítulo 9), verifica-se que, em algumas espécies, a secagem até a faixa de 12% a 15% de umidade amplia as resistências a quase o dobro, enquanto reduz o peso específico à metade.

A madeira verde é mais fácil de serrar e aplainar, porém sofrerá alterações, às vezes substanciais, em suas medidas, principalmente na face tangencial, onde as madeiras apresentam suas principais características e beleza.

Assim, de tora para pranchões, é recomendável que a madeira seja serrada ainda verde. Depois deverá ser posta a secar, pelo menos até "murchar". Esse primeiro encolhimento se deve à perda de água de capilaridade, isto é, da água livre.

É recomendável acabar a peça que se deseja – para assoalhos, lambris e forros, por exemplo – com a madeira já seca. Assim ela não apresentará grandes diferenças após a colocação, que geram gretas indesejáveis no revestimento, exigindo a calafetação mais grossa, sempre instável.

Todavia, a madeira seca a 12% ou menos de umidade, o que só se consegue em secagem forçada (estufas), também está fora de suas dimensões estáveis.

Por estáveis queremos dizer as dimensões compatíveis com a umidade do ambiente em que vai ser aplicada. A madeira assim seca deve descansar gradeada, por pelo menos dois meses (dependendo da espécie), para absorver a umidade do ar e alcançar medidas de equilíbrio com a URA. No sentido axial, o do comprimento da tábua, o encolhimento/dilatação tem percentuais desprezíveis. Porém, no sentido tangencial, o da largura, esses percentuais são máximos, chegando a mais de 10%. Assim, no exemplo escolhido de assoalho ou lambri, se a madeira encolher muito depois de colocada, teremos gretas largas e feias a calafetar.

A madeira seca em estufa, com umidade de 12% ao menos, aplicada imediatamente, sofrerá dilatação com força incontrolável quando adsorver umidade do ar. O lambri irá estufar, criando "barrigas" difíceis de corrigir, principalmente em áreas litorâneas.

PILARES

Em obras externas não devem apoiar-se diretamente no piso, seja ele de alvenaria ou de madeira. O pé de um pilar de madeira é sua parte mais vulnerável, pois os poros/vasos e o parênquima (tecido mole), por capilaridade, adsorvem a água do piso, criando condições ideais para o desenvolvimento dos fungos apodrecedores. Convém elaborar um pequeno colchão-de-ar com a colocação, na base, de uma arruela grande de cobre ou latão, ou de um pedaço de acrílico.

PISOS

As madeiras muito duras, com dureza Janka maior que 700 kgf, devem ser trabalhadas depois da secagem natural (um a dois meses à sombra), após o "encolhimento", quando evapora a água que satura os tecidos.

Se esperarmos para aplainar um assoalho após a secagem completa, a madeira alcançará dureza total. Em algumas espécies, o índice irá superar o da madeira verde em mais de 50%. Com isso, a máquina poderá trepidar, deixando "costelinhas" na madeira, irregularidades difíceis de eliminar com lixa.

Todavia, se a madeira dura estiver seca, para evitar as "costelinhas" a máquina deverá estar muito bem ajustada, operando em alta rotação, com as lâminas afiadas.

Tais madeiras, no caso de assoalho de tábuas com largura superior a 15 cm, devem receber pelo menos dois frisos – cortes de serra circular – com pouco menos de 1 cm de profundidade, para "romper" as fibras e diminuir o encanoamento da madeira.

SEGURANÇA

A celulose da madeira adsorve de 20% a 25% a mais de umidade que a celulose do algodão. É fácil notar que um guardanapo de papel "chupa" muito mais rapidamente a água derramada do que o guardanapo de pano.

Ao adsorver a umidade da mão, a madeira cria aderência, que resulta em boa segurança quando usamos uma escada-de-mão ou uma ferramenta com cabo (pá, machado, enxada), ou um corrimão de escadaria.

Não elimine essa qualidade pintando ou envernizando tais peças de madeira. Segurança é fundamental.

TRATAMENTO

Evite que uma madeira nua (não tratada) encoste em outra, em obras externas (deques, mirantes, passarelas).

Todas as partes das madeiras que ficarão em contato devem ser previamente tratadas com zarcão de fundo para uso naval, ou pelo menos com um fundo para madeira, ou com tinta de base betuminosa, se as peças forem expostas ao intemperismo.

VULNERABILIDADE

Já vimos que o brancal ou alburno, a parte mais externa do tronco que rodeia/envolve o cerne, é sempre madeira mais fraca, que ainda não recebeu sua cota de resinas e óleos de saturação.

Vimos também que a madeira é um material "anisotrópico", isto é, reage e tem resistências diferentes segundo o plano em que se exerça alguma força sobre ele, bem ao contrário do aço, que tem resistência igual, qualquer que seja o sentido da aplicação do esforço.

O que vamos examinar agora é a vulnerabilidade de um dos planos do lenho, o plano transversal, no qual a madeira é serrada seguindo a direção dos raios, tecido parenquimatoso, semipermeável, que liga o floema e vai em direção à medula, o centro do tronco.

Os carpinteiros dizem "topo" para esse plano, e a serra-de-mão adequada para esse corte transversal da tora é a "topiadora". É o corte normal (perpendicular) ao sentido longitudinal da madeira.

A vulnerabilidade decorre de três fatores:

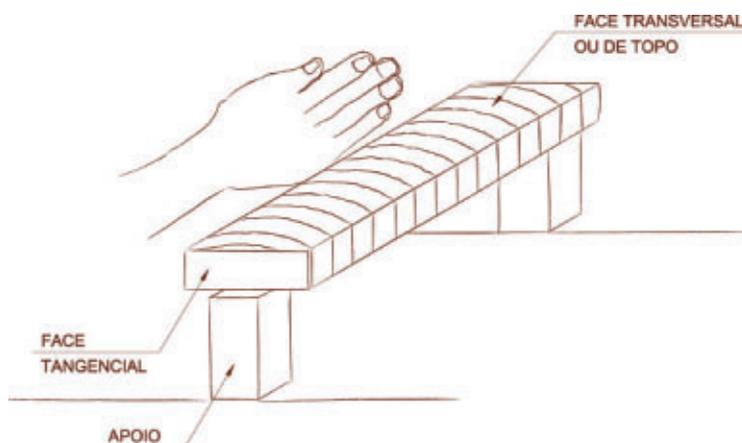
- A baixa resistência ao fendilhamento de todas as madeiras. Separar os tecidos entre si requer pouco esforço. Observe as fichas das diferentes madeiras e verifique que, em todas, a resistência ao fendilhamento é a menor das resistências.
- No processo de secagem, os tecidos da madeira encolhem na largura e não no comprimento. No corte transversal, ou de topo, vasos/poros, parênquima e fibras (estamos falando de folhosas) aparecem cortados na "largura" e, portanto, têm muito a encolher. Só os raios, que vão da casca à medula, oferecem seu "comprimento" ao corte, e praticamente não irão encolher. A força do encolhimento por secagem é tal, que separa as ligações entre diversos tecidos, fendendo a madeira.
- Na face transversal, ou de topo, a madeira apresenta a abertura dos vasos ou "poros". É o sentido de maior permeabilidade do parênquima axial, que segue o mesmo alinhamento dos poros. Essa é a face mais permeável, adsorvente, no mesmo sentido em que flui a seiva ascendente no tronco.

Assim, esse plano transversal, além de oferecer pouca resistência à separação dos tecidos, é adsorvedor de umidade, propícia à proliferação de fungos e bactérias.

É bem ilustrativo dessa fragilidade o caso dos antigos mastros de madeira das embarcações a vela. Usualmente construídos com troncos retilíneos de determinadas madeiras (olandim, por exemplo), repousavam na sobrequilha, no fundo da embarcação, local úmido e de pouca ventilação. Era a parte vulnerável do mastro, o pé. Para evitar a adsorção da umidade por capilaridade, os antigos carpinteiros da Ribeira colocavam na carlinga, entalhe na sobrequilha onde vai repousar o pé do mastro, uma moeda grande (patacão) de cobre ou de bronze para criar um pequeno colchão de ar, capaz de ventilar essa parte, tão vulnerável aos fungos apodrecedores. Atualmente, quando os mastros são metálicos, ou de fibra, mantém-se a tradição de colocar uma moeda na carlinga. Agora é para "dar sorte".

A baixa resistência ao fendilhamento torna insegura a colocação de pregos e parafusos no topo, no sentido longitudinal da peça. Os tecidos se afastam pelo efeito cunha, e o parafuso não irá agüentar. Dois pregos, no mesmo fio da grã, próximos ao topo, provocarão rachadura na certa.

Apoiada pelas extremidades, uma peça de madeira em corte transversal, isto é, oferecendo a face transversal, ou de topo, em lugar da face tangencial de uma tábua comum, quebrará facilmente com uma pancada no centro.



Não é seguro aplicar pregos na face tangencial, comumente a parte larga da tábua, muito perto do topo. Isso poderá ocasionar trincamento, devido ao "efeito cunha" do prego. Principalmente nas madeiras duras. O prego deve ser precedido por furação com broca.

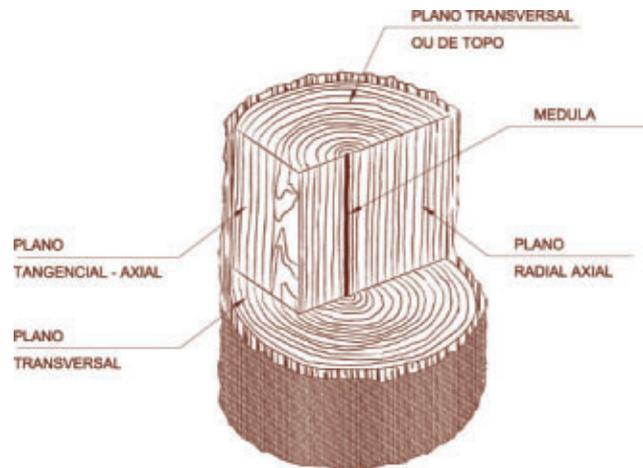
Assim, por tudo o que já foi explicado, os topos da madeira oferecem sua maior vulnerabilidade. Devem ser tratados em dobro, com os cuidados já relacionados. Se você vai aplicar preservante ou repelente de umidade na tábua, aplique em dobro no topo, observando a absorção, aí mais forte.

Todavia, a resistência à compressão paralela às fibras, aplicada na superfície transversal da madeira, o que implica em pressionar o comprimento das fibras, é maior do que a compressão normal às fibras, aplicada sobre as faces tangencial ou radial da peça, o que significa comprimir as laterais das fibras. Ao comprimir a lateral das fibras, perpendicular (normal) a elas, nas faces tangencial e radial, iremos comprimir as paredes das fibras; e o lume (vazio), pouca ou nenhuma resistência oferecerá. Bem ao contrário da compressão paralela (na mesma direção) ao comprimento das mesmas.

ENFRENTANDO A ANISOTROPIA

Já vimos que a madeira é um material anisotrópico, isto é, reage de forma diferente segundo a direção ou plano sobre o qual é aplicado o esforço.

E a madeira apresenta três planos principais, de acordo com a posição que ocupava na árvore.



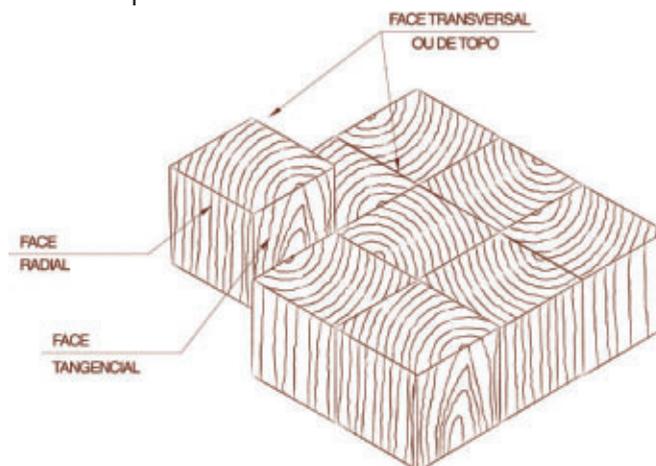
Apenas à guisa de exemplo, em ensaios de flexão estática envolvendo algumas espécies de coníferas (*Pinus*), corpos de prova com anéis predominantemente verticais apresentaram resistência média 5% maior que a de corpos de prova com anéis em posição horizontal⁽²¹⁾. O mesmo ocorre com outras madeiras mais duras. (Ver capítulo 7, Cavernas cozidas.)

Segundo a finalidade a que se destina, tentamos utilizar cada peça jogando com suas características anisotrópicas.

PISO INDUSTRIAL

Nessa aplicação se exige resistência máxima ao esmagamento por trânsito de máquinas pesadas.

A maior resistência é oferecida no sentido longitudinal, paralelo às fibras, em praticamente todas as espécies. Portanto, o piso deve ser feito com tacos "em pé", oferecendo ao trânsito o plano transversal ao de topo.



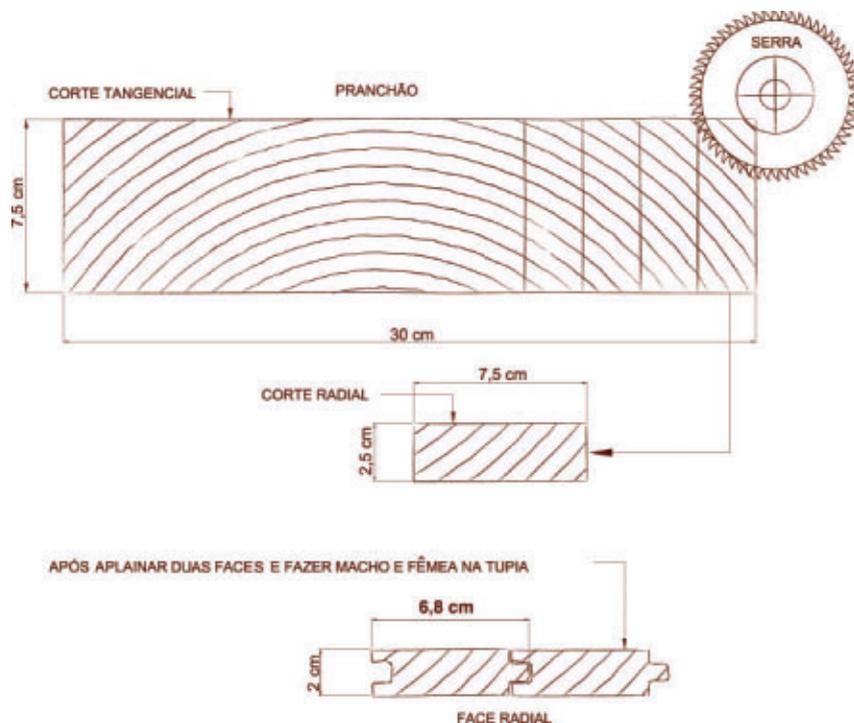
Exemplo: Jatobá (*Hymenaea parvifolia*), madeira seca – compressão: paralela às fibras – 966 kg/cm²; perpendicular às fibras – 192 kg/cm² ⁽³⁸⁾.

CONVÉS OU DEQUE FECHADO

Se o objetivo do serviço é apresentar um piso “fechado”, do tipo assoalho, em local exposto a influências externas, como o convés de uma embarcação, devemos cortar as tábuas no sentido radial (da casca para a medula), oferecendo à vista, ou ao sol, a face radial. Também contribui para a qualidade e durabilidade do assoalho (convés) cortar as tábuas com pouca largura, reduzindo assim o “trabalhar” de cada peça, segundo a influência da umidade externa.

Vamos a um exemplo:

- A partir de um pranchão, com 7,5 cm de espessura e corte tangencial, pode-se produzir assoalho de tábuas estreitas, de face radial, onde haverá menor “trabalho” de cada peça, resultando num piso praticamente estável.

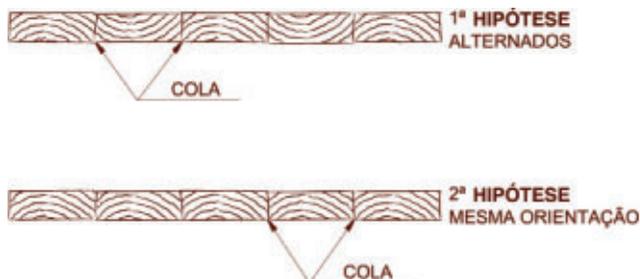


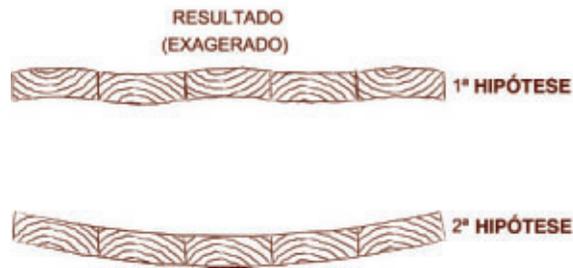
COMPENSANDO O ENCANOAMENTO

Vamos tratar aqui de uma questão prática, referente a peças coladas que necessitam oferecer uma superfície plana após o acabamento.

É o caso da porta ou painel de tábuas coladas, ou da “porta” ou “saia” de um leme. A questão é: como orientar as tábuas componentes para se obter uma superfície plana⁽⁶⁸⁾?

Para melhor visualizarmos a solução, consideramos a colagem de tábuas “secas ao ar”, de madeiras com “contrações” de médias a altas, e exageramos no desenho.



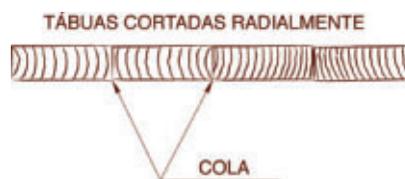


Fica claro que a melhor solução é a alternância de tábuas, com os anéis de crescimento para baixo e para cima⁽⁵¹⁾⁽⁷⁰⁾. Na segunda hipótese haverá um somatório de encanoamentos, que possivelmente romperão a colagem, ou, o que é mais provável, fenderão as tábuas.

Recomendações:

- Certifique-se de que todas as tábuas estejam igualmente secas e sejam da mesma espécie de madeira.
- As tábuas secas em estufa devem ter umidade em equilíbrio com a do ambiente (ver capítulo 5).
- Procure usar tábuas de menor largura, isso reduzirá o empenamento natural de cada peça e, portanto, do conjunto, pois o somatório será menor.
- Escolha espécies cujas propriedades físicas indiquem baixa contração por secagem. Por exemplo: caviúna, cedro-rosa e freijó (paradigmas), e a maioria das canelas (itaúba e imbuia inclusas).

Ressalta aqui uma solução teórica, difícil de alcançar na prática: usar apenas tábuas cortadas no sentido radial, cujo encolhimento em qualquer face da largura é mínimo.



CALCULANDO A CONTRAÇÃO

A alteração da dimensão de uma peça de madeira por contração ou dilatação, resultantes da variação da URA, pode ser calculada pela fórmula:

$$\Delta D = D_0 \times C \times \Delta \mu \div \text{PSF}$$

Onde:

ΔD = variação de dimensão:

D_0 = dimensão inicial.

C = contração da espécie (ver ficha) no sentido (tangencial ou radial) da tábua.

$\Delta \mu$ = variação do grau de umidade da madeira

PSF = vamos considerar $\approx 30\%$, parâmetro universalmente aceito⁽⁴⁴⁾.

Um exemplo: quanto variará na largura uma porta de 80 cm, feita de tábuas de freijó, cortadas tangencialmente e coladas na vertical? Vemos na ficha do freijó que sua contração tangencial é de 6,7%, que corresponde ao fator 0,067.

A variação de umidade ($\Delta\mu$) – suponhamos que a porta tenha sido fabricada no litoral, com umidade de 17%, sendo vendida no Planalto Central, onde pode atingir até 8% de umidade (a depender da estação). Assim, a variação da umidade será de - 9% . Teremos:

$$\begin{aligned}\Delta D &= 80 \times 0,067 \times (-9\%) \div 30\% \\ &= - 1,6 \text{ cm (variação de 2\%)}\end{aligned}$$

A largura da porta “encolherá” 1,6 cm.

Se a porta voltar ao litoral “inchará” 1,6 cm.

Observação: no exemplo consideramos as tábuas componentes solidárias entre si (coladas) trabalhando como peça única.

Deve-se levar em conta que um encolhimento de 2% pode comprometer uma peça de precisão, e gerar esforços capazes de causar danos irreparáveis em obras de arte, como no caso de esculturas, mesmo tratando-se de madeira das mais estáveis, como o freijó.

O deslocamento de obras de arte ou peças de madeiras tombadas deve ser precedido de exame cuidadoso do teor de umidade e da temperatura no ponto de partida e no destino. O ideal será criar microclima igual ao inicial, se o deslocamento não puder ser evitado.

Observação: há medidores de umidade muito práticos no mercado. Esses aparelhos medem a condutividade elétrica da madeira: quanto mais seca, menor a condutividade.

9. Fichas técnicas das madeiras de lei

9

FICHAS TÉCNICAS DAS MADEIRAS DE LEI

INTRODUÇÃO

Desde que Portugal resolveu desbravar os oceanos, a construção naval passou a ter importância estratégica e comercial para o país. Assim, a Coroa decidiu reservar as melhores madeiras disponíveis para uso exclusivo dos carpinteiros da Ribeira das Naus.

Os estaleiros selecionaram a matéria-prima de acordo com a resistência, estabilidade, boa trabalhabilidade e durabilidade apresentadas. No Brasil, a Metrópole, acompanhada pelos governos locais, procurou ser coerente com sua postura inicial: tentou controlar a derrubada das árvores que lhe interessavam por meio de decretos e ordenações. Por isso essas madeiras ficaram conhecidas como madeiras de lei (ver capítulo 3).

Porém, contrariando as restrições legais, as madeiras de lei foram utilizadas de forma intensiva na construção de palácios, mansões e igrejas durante o período colonial. Hoje, na restauração de monumentos, os técnicos do IPHAN se deparam com elas, enfrentando o dilema de substituí-las.

Como elas são madeiras-paradigma, neste manual procuramos indicar as possíveis substitutas. É o que já faz o IBAMA, em louvável esforço de incentivar o uso intensivo e não-seletivo das florestas ainda existentes.

Mais adiante, neste capítulo, o leitor encontrará uma relação das madeiras indicadas para a construção naval, segundo informações dos principais estaleiros e arsenais da Marinha⁽⁵²⁾, com as adequadas classificações botânicas, que credito ao Pe. Raulino Reitz, antigo diretor do Jardim Botânico/RJ.

Na composição das fichas técnicas foram utilizados dados importantes obtidos junto ao IPT/SP e ao LPF/IBAMA. Observações do Autor acerca das aplicações, qualidades e defeitos das madeiras permeiam as informações dos laboratórios. São frutos de sua experiência na construção naval e civil.

Aviso importante: para determinar propriedades físicas e mecânicas, o IPT/SP adotou a Norma Brasileira NB 26/53, da ABNT, e a NBR 6230/85, do IMETRO⁽⁴¹⁾. O LPF/IBAMA seguiu as normas da Comissão Pan-Americana de Normas Técnicas (COPANT), compatíveis com as normas ASTM⁽³⁹⁾.

Além disso, esses dois conceituados laboratórios colheram amostras em diferentes regiões – o IPT mais no Sul-Sudeste, e o LPF na Amazônia –, quando não trabalharam com espécies diferentes, do mesmo gênero botânico, comercialmente aceitas como equivalentes.

Assim, ao reunir dados dos dois laboratórios numa mesma ficha técnica, o Autor esclarece não objetivar comparações. O acúmulo de dados visa dar ao leitor mais elementos para auxiliá-lo a julgar a compatibilidade da madeira disponível com seus objetivos construtivos.

Porém, é indispensável recorrer às publicações originais (ver bibliografia), examinar os dados completos e os métodos empregados, quando o projeto for erigir estrutura de maior responsabilidade. Também é recomendável mandar testar, em laboratório, amostras de cada lote de madeira a ser empregado na obra.

“RELAÇÃO DE MADEIRAS INDICADAS PARA CONSTRUÇÃO NAVAL”

As características físicas e mecânicas de todas as madeiras marcadas com asterisco (*) encontram-se disponíveis para consulta no Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

Nº de ordem	Nome vulgar	Nome científico	Família
1	Acapu*	<i>Vouacapoua americana</i> Aubl.	Leg. Caes.
2	Acariúba	<i>Minquartia guianensis</i> Aubl.	Olaceae
3	Aguano*	<i>Swietenia macrophylla</i> King	Meliaceae
4	Anauerá	<i>Licania macrophylla</i> Benth	Chrysobalanaceae
5	Andiroba*	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	Meliaceae
6	Angélica	<i>Dicorynia paraensis</i> Benth	Leg. Caes.
7	Angelim-rosa*	<i>Platycamus regnellii</i> Benth	Leg. Pap.
8	Angico-preto*	<i>Piptadenia macrocarpa</i> (Benth)	Leg. Mim.
9	Angico-vermelho	<i>Piptadenia rigida</i> Benth	Leg. Mim.
10	Aracanga	<i>Aspidosperma desmanthum</i> Muell. Arg.	Apocynaceae
11	Araribá-rosa*	<i>Centrolobium tomentosum</i> Benth	Leg. Pap.
12	Balata (verdadeira)	<i>Manilkara bidentata</i> (A. DC.) A. Chev.	Sapotaceae
13	Baru	<i>Coumarouna alata</i> Taub.	Leg. Pap.
14	Braúna	<i>Melanoxylon brauna</i> Schott	Leg. Caes.
15	Cabreúva-vermelha*	<i>Myroxylon balsamum</i> (L) Harms	Leg. Pap.
16	Canafístula*	<i>Cassia ferruginea</i> Schrad.	Leg. Caes.
17	Canela-parda*	<i>Nectandra</i> sp	Lauraceae
18	Canela-preta*	<i>Nectandra mollis</i> Nees	Lauraceae
19	Canjerana*	<i>Cabralea canjerana</i> Said.	Meliaceae
20	Casca-preciosa	<i>Aniba canelilla</i> (H.B.K.) Mez.	Lauraceae
21	Castanha-do-pará	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	Lecythidaceae
22	Cedro*	<i>Cedrela</i> spp	Meliaceae
23	Cinco-folhas	<i>Sparattosperma vernicosum</i> Burm et Sshum	Bignoniaceae
24	Coataquiçaua	<i>Peltogyne lecointei</i> Ducke	Leg. Caes.
25	Copaíba*	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Leg. Caes.
26	Cumaru-ferro	<i>Coumarouna ferrea</i> Duck	Leg. Pap.
27	Cupiúba	<i>Goupia glabra</i> Aubl.	Celastraceae
28	Freijó*	<i>Cordia goeldiana</i> Huber	Boraginaceae
29	Guarajuba*	<i>Terminalia</i> sp	Combretaceae
30	Guariúba	<i>Clarisia racemosa</i> R. e Pay	Moraceae
31	Guatambu	<i>Aspidosperma macrocarpum</i> Mart.	Apocynaceae
32	Gonçalo-alves*	<i>Astronium macrocalyx</i> Schott	Anacardiaceae
33	Ipê-pardo*	<i>Tabebuia ochracea</i> Standley	Bignoniaceae
34	Ipê-tabaco	<i>Tabebuia vellosii</i> Tel.	Bignoniaceae
35	Itaúba*	<i>Mezilaurus itauba</i> (Meissn) Taub.	Lauraceae
36	Jacarandatã	<i>Machaerium pedicellatum</i> Vog.	Leg. Pap.
37	Jacarandá-violeta	<i>Machaerium violaceum</i> Vog.	Leg. Pap.

38	Jatobá	<i>Hymenaea stilbocarpa</i> Hayne	Leg. Caes.
39	Louro-pardo*	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell) Arab.	Boraginaceae
40	Muirapiranga	<i>Brosimum paraence</i> Huber	Moraceae
41	Pau-d'arco-amarelo	<i>Tabebuia</i> sp	Bignoniaceae
42	Vinhático	<i>Plathymenia reticulata</i> Benth	Leg. Mim.
43	Vinhático	<i>Plathymenia foliolosa</i> Benth	Leg. Mim.
44	Pau-pérola*	<i>Cassia apoucouita</i> Aubl.	Leg. Caes.
45	Pau-roxo	<i>Peltogyne excelsa</i> Ducke	Leg. Caes.
46	Pau-roxo	<i>Peltogyne maranhensis</i> Huber e Ducke	Leg. Caes.
47	Pau-roxo	<i>Peltogyne paradoxa</i> Ducke	Leg. Caes.
48	Pau-roxo*	<i>Peltogyne confertiflora</i> (Hayne) Benth	Leg. Caes.
49	Pequirana-da-terra-firme	<i>Caryocar glabrum</i> (Aubl.) Pers.	Caryocaraceae
50	Peroba-de-campos*	<i>Peratecoma peroba</i> (Record) Kuhlm	Bignoniaceae
51	Canela-tapinhoã	<i>Mezilaurus crassiramea</i>	Lauraceae
52	Sagaraji	<i>Colubrina rufa</i> Reiss	Rhamnaceae
53	Sucupira	<i>Bowdichia nitida</i> Spr.	Leg. Pap.
54	Sapupira-parda	<i>Diploptropis racemosa</i> (Hoehne) Amsh	Leg. Pap.
55	Sapupira-preta	<i>Diploptropis martiusii</i> Benth	Leg. Pap.
56	Taiúva*	<i>Chlorophora tinctoria</i> (L) Caud.	Moraceae
57	Tapaiúna	<i>Dicorynia ingens</i> Ducke	Leg. Caes.
58	Tapinhoã	<i>Mezilaurus navalium</i> (Fr. Allem.) Taub.	Lauraceae
59	Tatajuba	<i>Bagassa guianensis</i> Aubl.	Morace
60	Timbouva*	<i>Enterolobium timbouva</i> Mart.	Leg. Mim.

Cópia das páginas 101 e 102 do livro *História da Intendência da Marinha*⁽⁵²⁾. Na relação acima mantivemos, ao lado do nome botânico de cada espécie, as abreviaturas dos nomes dos naturalistas que as classificaram, como recomenda a boa técnica. Todavia, no restante deste manual as omitimos, por entendermos não serem do interesse do público-alvo [N. A.].

FICHAS TÉCNICAS DAS MADEIRAS

O número que acompanha o nome da madeira, título da ficha técnica, é o mesmo que consta na "Relação de madeiras indicadas para construção naval".

ACAPU (I)

Introdução: Esta é uma das mais belas madeiras brasileiras, seu aspecto lembra a sucupira, porém é de cor mais escura, quase negra, às vezes algo marrom. Excelente para peças decorativas.

Classificação botânica: *Vouacapoua americana*, *V. pallidior*, família Leguminosae Caesalpinoidea. A primeira espécie, mais escura, é a mais resistente e mais atraente.

Nomes vulgares: acapu-do-igapó, angelim-da-folha-larga, ritangueira⁽⁷⁾. Internacional: *wacapou*.

Ocorrência: Floresta Amazônica, Amazonas, Pará, Maranhão.

Classificação comercial: madeira de lei, madeira nobre.

Aspecto – características gerais

Alburno: bege-claro, bem diferenciado.

Anéis de crescimento: pouco distintos, demarcados pelo tecido fibroso mais escuro e/ou pelo parênquima marginal.

Brilho: moderado.

Cheiro: adocicado, pouco acentuado.

Gosto: indistinto.

Grã: direita.

Figura e cor: o contraste entre o tecido fibroso muito escuro e o parênquima, variando um pouco junto aos anéis de crescimento, gera um belo aspecto fibroso, numa madeira quase negra ou marrom muito escuro.

Peso: madeira pesada, dura ao corte, trabalhabilidade razoável, furar antes de pregar.

Textura: média, medianamente áspera ao tato.

Durabilidade natural: muito resistente ao apodrecimento, bem como aos xilófagos. Excepcional durabilidade, quase impermeável à impregnação preservante⁽⁵⁸⁾.

Aplicações recomendadas: embora sirva, por suas características especiais, a qualquer aplicação em carpintaria naval (obras vivas), creio que essa madeira merece ser empregada exclusivamente em usos mais nobres, onde se possa tirar partido de sua rara beleza, como objetos de decoração, tacos de bilhar, móveis de fino acabamento, peças torneadas, acabamentos internos de iates.

Jamais usá-la em aplicações externas rústicas como mourões, dormentes, vigas de pontilhões etc., nem em serviços mais comuns da carpintaria civil. Tampouco em usos onde normalmente se pinta a madeira, como aduelas (forras) e vistas (alizes), por exemplo. Como em todas as leguminosas, há forte distinção entre os tecidos, principalmente as fibras e o parênquima, o que provoca o levantamento fácil de farpas. Assim, não usar em acabamentos onde convém manter a madeira nua e sujeita ao manuseio, por exemplo, corrimão de escadas.

Recomendada para mobiliário de qualidade, ebanesteria, cabos de talheres de luxo, talha⁽¹⁶⁾.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo IPT/SP para a espécie *V. americana*, colhida no PA⁽⁴¹⁾.

Propriedades físicas

- Massa específica (densidade): $\mu = 15\%$ – g/cm^3 D – 0,91 – pesada (encontradas peças com $D > 1$.)
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 4,9 – média. Tangencial = 7,1 – baixa. Volumétrica = 14,0 – média.

Propriedades mecânicas

- Compressão axial – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 σ – 953 – alta.
- Coeficiente de qualidade $\sigma/100D$ – 10,5 – alto.*
- Flexão estática – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 – 1.602 – alta.
- Choque – trabalho absorvido – mad. seca ao ar – kgf.m – 389 – médio.
- Cisalhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 132 – médio.
- Dureza Janka – mad. verde – kgf – 741 – alta.
- Tração normal às fibras – mad. verde – kgf/cm^2 – média.
- Fendilhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 9,8 – médio.

* Talvez o mais alto do Brasil.

ACARIÚBA OU ACARIQUARA (2)

Introdução: a árvore apresenta um tronco retilíneo, ereto, com acentuadas reentrâncias, como se fora fendilhado, o que lhe confere inconfundível aspecto (pernas fechadas de um homem).

Classificação botânica: *Minquartia guianensis*, família Olacaceae.

Nomes vulgares: acari, acariquara-roxa, ararinha, acaricoarana, erroneamente também chamada de acapu. Internacional: *manwood* (o nome internacional decorre do que explicamos na introdução; o aspecto do tronco lembra pernas de um homem em pé).

Ocorrência: Amazônia.

Classificação comercial: madeira de lei.

Aspecto – características gerais

Alburno: (branco), pouco definido.

Anéis de crescimento: pouco distintos, ligeiramente demarcados por zonas fibrosas.

Brilho: sem brilho.

Cheiro e gosto: imperceptíveis.

Figura e cor: pardo-claro, com leves manchas arroxeadas longitudinais, que lhe conferem o aspecto característico fibroso.

Grã: irregular/cruzada.

Peso: muito pesada, $D > 1,0$.

Textura: fina, lisa ao tato.



Durabilidade natural: alta resistência ao ataque de fungos e xilófagos (inclusive teredos navais). Considerada popularmente como incorruptível, praticamente impermeável a preservantes, mesmo sob pressão. Poros/vasos obstruídos por tilos e resinas.

Aplicações recomendadas: na carpintaria naval, excelente para todas as vigas estruturais de obras vivas, quilha, sobrequilha, roda e cadaste. Na construção civil, para estruturas de um modo geral. O tronco bruto tem belo aspecto, com gomos pronunciados, sendo muito usado em pilares, esteios de varandas e pergolados, sem pintura.

Recomendações gerais: madeira mais adequada para peças brutas, como vigas, linhas, esteios e, na construção naval, em peças estruturais. Deve ser trabalhada logo após o murchamento (secagem inicial), porque quando totalmente seca é de péssima trabalhabilidade, tirando corte de ferramentas e máquinas.

Não recomendada: para uso em postes, mourões, dormentes etc., embora seja altamente adequada, face as suas aplicações mais importantes.

Cuidado: tornada rara, ela vem sendo substituída no comércio pela carapanaúba, *Aspidosperma discolor* (ou *A. carapanauba*), Família Apocynaceae, conhecida por peroba-do-rego, peroba-de-gomo, por ter o tronco bruto, muito parecido com a acariúba, porém sem a mesma durabilidade (uso externo)⁽²¹⁾.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo IPT/SP para a espécie *M. guianensi*, colhida no PA⁽⁴¹⁾.

Propriedades físicas

- Massa específica (densidade) $\mu = 15\%$ – g/cm^3 D – 1,04 – muito pesada.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 5,8 – alta. Tangencial = 9,0 – média. Volumétrica = 15,9 – média.

Propriedades mecânicas

- Compressão axial – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 σ – 795 – alta.
- Coeficiente de qualidade $\sigma/100$ D – 7,6 – médio.
- Flexão estática – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 – 1.600 – alta.
- Choque – trabalho absorvido – mad. seca ao ar – kgf.m – 4,97 – alto.
- Cisalhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 111 – médio.
- Dureza Janka – mad. verde – kgf – 710 – média.
- Tração normal às fibras – mad. verde – kgf/cm^2 – 77 – média.
- Fendilhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 8,8 – médio.

AGUANO OU MOGNO-BRASILEIRO (3)

Introdução: mogno, acaju ou caoba são nomes comerciais, dados a um tipo de madeira que alcançou renome internacional. Na realidade, diversas espécies de árvores, em diferentes partes do mundo, têm produzido madeiras comercializadas sob o nome genérico de mogno.

O primeiro mogno, chamemos de mogno-verdadeiro, é uma madeira do Caribe e América Central. Botanicamente *Swietenia mahagoni*, família Meliaceae⁽¹⁰⁾.

Madeira densa, muito estável, boa resistência aos ataques de fungos e cupins. Acredito que sua fama decorreu principalmente de sua magnífica cor de vinho tinto, ou mais exatamente, vermelho-acobreado, ou *acajou*, como o chamam os franceses. Moveleiros famosos como Chippendale e Shetaton, no século XVIII, encarregaram-se de torná-la uma das madeiras nobres mais cobiçadas.

Na mesma época, Havana tornou-se sede dos maiores estaleiros espanhóis, sendo o mogno a principal das madeiras utilizadas na carpintaria naval.

No final século XIX, esgotadas as florestas caribenhas, os madeireiros buscaram nas Filipinas e na África outras espécies, capazes de substituir esse primeiro mogno.

Na África, a escolha recaiu sobre o gênero botânico *Khaya*, espécies *K. ivorensis* e *K. anthotheca*. Madeira de pouco peso, boa resistência, fácil de trabalhar, tem boa estabilidade e resistência a ataque de fungos.

No Brasil, a espécie escolhida foi *Swietenia tessmanni* ou *macrophylla* da mesma família Meliaceae, isso apenas na segunda metade do século XX, sendo aqui conhecido até então como aguano, cedroí ou araputanga. Botanicamente muito próximo do verdadeiro mogno, a madeira é mais leve, embora com excelentes qualidades, quer na resistência, quer na trabalhabilidade e estabilidade. No aspecto, lembra muito o cedro-rosa, que é da mesma família. Para conferir-lhe a cor do mogno caribenho, os moveleiros aplicam um corante: bicromato de potássio, antes do verniz.

Hoje, no Brasil, a cor do aguano já atingiu *status* de madeira nobre, e uma anilina muito parecida com a cor do cedro-rosa é usada para tingir outras madeiras, conferindo-lhes o "acabamento em mogno" (brasileiro), lembrando remotamente a cor acaju, do mogno caribenho, ou caoba.

Ainda a respeito das tentativas de substituição do mogno-verdadeiro, o nosso jequitibá-vermelho também foi cogitado, acredito que mais pelo aspecto cor.

Nome científico: *Cariniana rubra*; família Lecythidaceae*⁽⁶⁸⁾.

***Obs.:** *Cariniana pyriformes*, no Amazonas, um tipo de jequitibá conhecido como mogno-da-colômbia⁽¹⁰⁾; e por abarco, na Colômbia⁽¹⁶⁾.

Classificação botânica: *Swietenia macrophylla*, família Meliaceae.

Nomes vulgares: aguano, cedroí, mogno; araputanga, em Mato Grosso.

Ocorrência: na região da Amazônia, parte de Goiás e Mato Grosso.

Classificação comercial: madeira de lei, madeira nobre.

Aspecto – características gerais

Alburno: estreito, contrastado, branco-amarelado.

Anéis de crescimento: demarcados por faixas do parênquima axial marginal pouco distintos.

Brilho: acentuado.

Cheiro e gosto: imperceptíveis.

Cor: (do cerne) castanho levemente rosado.

Figura: na face tangencial, os raios aparentam concentrar-se nas linhas pouco distintas dos anéis de crescimento.

Grã: direita, às vezes irregular.

Peso: moderadamente pesada.

Textura: média, predominante.

Durabilidade natural: resistência média ao ataque de fungos apodrecedores em ambientes úmidos, bastante resistente a xilófagos (inclusive teredos). Pouco permeável à penetração de soluções preservativas.

Obs.: enquanto era disponível, o mogno-verdadeiro foi muito usado na construção naval, para casco e convés das lanchas italianas tipo "vedeta" e na americana clássica "Chris-Craft"⁽⁶⁹⁾.

Aplicações recomendadas: excelente madeira de construção naval, hoje tornou-se madeira nobre, sendo aplicável em interiores de cabines de iates. Na marcenaria, para painéis decorativos, móveis de esmerado acabamento, molduras, instrumentos musicais etc. Chapas faqueadas para capear contraplacados e chapas de aglomerados. Também utilizada em ebanisteria, talha, objetos de decoração e painéis decorativos.

Recomendações gerais: evitar contato com a umidade e com o solo, evitar o intemperismo. Tratar como material nobre.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo IPT/SP para a espécie *Swietenia macrophylla*, colhida no MT⁽⁴¹⁾.

Propriedades físicas

- Massa específica (densidade) $\mu = 15\%$ – g/cm^3 D – 0,63 – moderadamente pesada.
- Contração por secagem (%): do PSF $\mu = 0\%$
Radial = 3,2 – baixa. Tangencial = 4,5 – baixa. Volumétrica = 8,6 – baixa.

Propriedades mecânicas

- Compressão axial – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 σ – 547 – média.
- Coeficiente de qualidade $\sigma/100D$ – 8,6 – alto.
- Flexão estática – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 – 924 – média.
- Choque – trabalho absorvido – mad. seca ao ar – kgf.m – 1,31 – baixo.
- Cisalhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 111 – médio.
- Dureza Janka – mad. verde – kgf – 504 – média.
- Tração normal às fibras – mad. verde – kgf/cm^2 – 61 – média.
- Fendilhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 7,1 – médio.

ANAUERÁ (4)

Introdução: vamos tratar do gênero *Licania*, em virtude da semelhança entre as diversas espécies.

Classificação botânica: *Licania macrophylla*, talvez a espécie mais específica do gênero. Família Chrysobalanaceae.

Nomes vulgares: anoerá, macucu, macucu-farinha-seca, caraipé, ajuru, cariperana (considerando diversas espécies).

Ocorrência: Amazônia.

Classificação comercial: madeira de lei.

Aspecto – características gerais

Alburno: pouco contrastado, bege-claro.

Anéis de crescimento: indistintos.

Brilho: sem brilho.

Cheiro e gosto: indistintos.

Cor: cerne pardacento-bege, levemente rosado, com faixas/riscos longitudinais pardas e amareladas.

Figura: manchas longitudinais bege-amareladas.

Grã: direita a irregular.

Peso: madeira muito pesada, dura ao corte, difícil de trabalhar, cega as ferramentas (cristais de sílica abundantes nos tecidos).

Textura: média, pouco áspera ao tato.



Durabilidade natural: as madeiras do gênero *Licania* são consideradas incorruptíveis quando imersas no mar, sendo inclusive muito resistentes a teredos navais (ver capítulo 4), porém apresentam baixa resistência quando em contato com o solo e/ou umidade (água doce). Moderadamente permeáveis às soluções preservantes, sob pressão.

Aplicações recomendadas: na carpintaria naval, excelente para quilha, sobrequilha, pés-de-caverna, sobressano, coral, escoas e tabuado de fundo (pelo elevado peso). Na carpintaria civil, trapiches e obras hidráulicas (no mar). Difícil de aplainar e muito sujeita a empenamentos, deve ser empregada em peças que não exijam acabamento perfeito.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo IPT/SP para *Licania sp*, colhidas no Pará (caraipé ou pintadinho)⁽⁴¹⁾.

Propriedades físicas

- Massa específica (densidade) $\mu = 15\%$ – g/cm^3 D – 1,01 – muito pesada.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 8,0 – alta. Tangencial = 13,4 – alta. Volumétrica = 24,4 – alta.

Propriedades mecânicas

- Compressão axial – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 σ – 835 – alta.
- Coeficiente de qualidade $\sigma/100D$ – 8,3 – alto.
- Flexão estática – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 – 1.475 – alta.
- Choque – trabalho absorvido – mad. seca ao ar – kgf.m – 3,68 – médio.
- Cisalhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 108 – médio.
- Dureza Janka – mad. verde – kgf – 706 – média.
- Tração normal às fibras – mad. verde – kgf/cm^2 – 50 – baixa.
- Fendilhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 7,1 – médio.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo LPF/IBAMA, que utilizou madeira da espécie *Licania octandra*, vulgarmente caraipé, da Estação Experimental de Curuá-Una, PA⁽³⁸⁾.

Propriedades físicas

- Densidade básica – g/cm^3 – 0,77.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 6,1. Tangencial = 11,9. Volumétrica = 17,4.

Propriedades mecânicas

- Flexão estática – módulo ruptura $\mu = 12\%$ – kg/cm^2 – 1.642.
- Compressão $\mu = 12\%$
 - Paralela às fibras – máx. resistência – kg/cm^2 – 850.
 - Perpendicular às fibras – esforço no limite proporcional – kg/cm^2 – 117.
- Dureza Janka
 - Paralela – kg – 831.
 - Transversal – kg – 837.
- Tração – perpendicular às fibras – máx. resistência – kg/cm^2 – 31.
- Fendilhamento – máx. resistência – kg/cm – 50.
- Cisalhamento – máx. resistência – kg/cm^3 – 103.

ANDIROBA (5)

Introdução: as meliáceas constituem importante família produtora de boas madeiras, bastando citar duas espécies muito apreciadas, o cedro-rosa e o mogno-brasileiro (ou aguano). Costumam aliar estabilidade, boa resistência ao apodrecimento e baixo peso/massa específico, que as tornam madeiras muito versáteis.

Classificação botânica: *Carapa guianensis*, família Meliaceae.

Nomes vulgares: andiroba-saruba, iandirova, carapá, nandiroba, aboridã, penaiba.

Ocorrência: Floresta Amazônica e parte do interior do Nordeste.

Classificação comercial: madeira de lei.

Aspecto – características gerais

Alburno: pouco diferenciado na cor e resistência.

Anéis de crescimento: pouco distintos, delimitados pelas faixas de parênquima terminal e maior concentração de poros.

Brilho: pouco lustrosa, presença de óleo/resina.

Cheiro e gosto: imperceptíveis.

Cor: cerne rosa-castanho (lembra o cedro-rosa) ao cortar, escurecendo para marrom-avermelhado⁽³⁶⁾, com poros muito visíveis na superfície tangencial.

Figura: linhas vasculares longas e vasos muito abundantes (poros).

Grã: direita, pouco cruzada ondulada.

Peso: madeira moderadamente pesada, de rápida secagem natural, trabalhabilidade média, moderadamente dura ao corte⁽³⁶⁾.

Textura: média, áspera ao tato.

Obs.: tendência moderada a rachaduras, encaçamento, torcedura e forte endurecimento⁽³⁷⁾.

Durabilidade natural: resistência moderada a fungos apodrecedores em ambientes úmidos, razoável resistência a insetos xilófagos, pouco apreciada por gusanos. Baixa penetração de soluções preservantes, sob pressão⁽²⁾.

Aplicações recomendadas: folhas de contraplacado, móveis e peças decorativas. Na construção naval, indicada para serviços na superestrutura (obras mortas) e no acabamento interno, por ser madeira muito decorativa. Na construção civil, em uso interno: esquadrias (especialmente as folhas), caibros, ripas, rodapés, venezianas, chapas decorativas, móveis, lambris e forros⁽⁶⁰⁾.

Obs.: citada como madeira de construção naval no Grão-Pará, em carta de 1777 do naturalista Alexandre Rodrigues Ferreira, ao Ministro da Marinha em Lisboa, anexando amostras⁽⁵²⁾.

Recomendações gerais: assim como algumas variedades de cedro, a andiroba é muito parecida com o aguano ou mogno-brasileiro, e como tal tem sido vendida por madeiros pouco escrupulosos. Daí ser importante trabalhar com madeira de confiança, ou estar muito atento.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo IPT/SP para a espécie *Carapa guianensis*, colhida no AM⁽⁴¹⁾.

Propriedades físicas

- Massa específica (densidade) $\mu = 15\%$ – g/cm^3 D – 0,72 – moderadamente pesada.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 4,3 – média. Tangencial = 7,4 – baixa. Volumétrica = 13,4 – média.

Propriedades mecânicas

- Compressão axial – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 σ – 552 – média.
- Coeficiente de qualidade $\sigma/100$ D – 7,7 – médio.
- Flexão estática – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 – 1.044 – média.
- Choque – trabalho absorvido – mad. seca ao ar – kgf.m – 3,6 – médio.
- Cisalhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 98 – médio.
- Dureza Janka – mad. verde – kgf – 487 – média.
- Tração normal às fibras – mad. verde – kgf/cm^2 – 66 – média.
- Fendilhamento mad. verde – kgf/cm^2 – 7,6 – médio.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo LPF/IBAMA para a espécie *Carapa guianensis*, colhida na Floresta Nacional do Tapajós⁽³⁷⁾.

Propriedades físicas

- Peso específico básico – g/cm^3 – 0,59.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 4,4. Tangencial = 8,1. Volumétrica = 12,6.

Propriedades mecânicas

- Flexão estática – módulo de ruptura – kg/cm^2 – 1.093.
- Compressão $\mu = 12\%$
 - Paralelas às fibras – máx. resistência – kg/cm^2 – 609.
 - Perpendicular às fibras – esforço no limite proporcional – kg/cm^2 – 90.
- Dureza Janka
 - Paralela – kg – 583.
 - Transversal – kg – 526.
- Tração perpendicular às fibras – máx. resistência – mad. verde – kg/cm^2 – 50.
- Cisalhamento – máx. resistência – mad. verde – kg/cm^2 – 96.

ANGÉLICA (6)

Introdução: o nome vulgar angélica é comum a vários gêneros e famílias botânicas, mas a espécie indicada na "Relação de madeiras indicadas para construção naval", com a classificação de *Dycorinia paraencis*, Família Leguminosae Caesalpinoideae, deve ser a angélica-do-pará, *Dycorinia guianensis*, com ocorrência na Floresta Amazônica, especialmente no Amazonas e Pará, com a qual jamais tive contato, não me sentindo habilitado a descrevê-la, nem discutir suas qualidades.



ANGELIM-ROSA (7)

Classificação botânica: *Platycyamus regnellii*, família Leguminosae Papilionoideae.

Nomes vulgares: pereiro, folha-de-bolo, camará-de-bilro, cataguá, ubá-açu, jacatupé, pau-pente, pau-pereira; mangalô, no Rio de Janeiro.

Ocorrência: Região Sudoeste, Sul da Bahia e Goiás.

Classificação comercial: madeira de lei.

Aspecto – características gerais

Alburno: contrastado branco-amarelado.

Anéis de crescimento: pouco distintos, notados por tecido fibroso mais denso.

Brilho: irregularmente lustroso.

Cheiro e gosto: imperceptíveis.

Cor: cerne castanho com reflexos rosado ou castanho-avermelhado.

Figura: contraste entre tecidos (fibroso e parênquima) característico da família.

Grã: direita a irregular (pouco).

Peso: madeira pesada a moderadamente pesada (conforme a região).

Textura: média, aspecto semifibroso.



Durabilidade natural: elevada resistência ao apodrecimento e xilófagos, mesmo em condições adversas; suporta bem a umidade. Baixa permeabilidade a preservantes.

Aplicações recomendadas: excelente madeira de construção naval, apenas não recomendável para quilha, excelente para cavernas e todas as outras vigas: dormentes, escoas, sobrequilha, vaus e latas. Não indicada para sobressano e verdugo. Na carpintaria civil, seu aspecto agradável e baixa retratilidade a recomendam para fabricação de móveis, lambris, peças decorativas e lâminas faqueadas. Pode ser usada em vigamentos, caibros e ripas, mas deve ser reservada para usos mais nobres.

Obs.: citada como madeira de construção naval no Grão-Pará, em carta de 1777 do naturalista Alexandre Rodrigues Ferreira ao Ministro da Marinha em Lisboa, anexando amostras⁽⁵²⁾.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo IPT/SP para a espécie *Platycamus regnellii*, colhida em SP⁽⁴¹⁾.

Propriedades físicas

- Massa específica (densidade) $\mu = 15\%$ – g/cm^3 D – 0,81 – pesada.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 4,1 – média. Tangencial = 7,3 – baixa. Volumétrica = 12,7 – média.

Propriedades mecânicas

- Compressão axial – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 $\sigma = 630$ – média.
- Coeficiente de qualidade $\sigma/100D = 7,8$ – médio.
- Flexão estática – limite de resistência $\mu = 15\%$ – $\text{kgf/cm}^2 = 1.480$ – alta.
- Choque – trabalho absorvido – mad. seca ao ar – $\text{kgf.m} = 4,32$ – alto.
- Cisalhamento – mad. verde – $\text{kgf/cm}^2 = 130$ – médio.
- Dureza Janka – mad. verde – $\text{kgf} = 741$ – alta.
- Tração normal às fibras – mad. verde – $\text{kgf/cm}^2 = 79$ – média.
- Fendilhamento – mad. verde – $\text{kgf/cm}^2 = 11,1$ – alto.

ANGICO-PRETO (8)

Classificação botânica: *Anadenanthera* ou *Piptadenia macrocarpa*, sinonímia botânica. Família Leguminosae Mimosoideae.

Nomes vulgares: angico, angico-do-campo, angico-de-casca, arapiraca, curupaí, angico-rajado.

Ocorrência: do Maranhão até São Paulo, e parte da região Sul, Zona da Mata e Paraguai.

Classificação comercial: madeira de lei.

Aspecto – características gerais

Alburno: diferenciado.

Anéis de crescimento: pouco demarcados por poros mais finos e parênquima marginal em linhas finas.

Brilho: superfície pouco lustrosa.

Cheiro: imperceptível.

Cor: cerne castanho-amarelado escuro, manchado, escurecendo com o tempo.

Figura: apresenta faixas de tecido arroxeados.

Gosto: algo adstringente.

Grã: reversa.

Peso: madeira muito pesada, densa, difícil ao corte, muito compacta. Trabalhabilidade ruim.

Textura: média.



Durabilidade natural: alta resistência a fungos apodrecedores e xilófagos. Baixa permeabilidade a preservantes, sob pressão.

Aplicações recomendadas: na construção naval, para quilha, sobrequilha, dormentes, escoas, cavernas, roda-de-proa, cadastes, tabuados do costado, vau e latas; excelente para sobressanos e verdugos. Melhor nas obras vivas. Na construção civil, para todas as vigas de responsabilidade, marcos de portas, janelas, tábuas de assoalho e peças torneadas⁽⁴⁰⁾.

Não recomendo para móveis (apesar do bom aspecto), nem esquadrias (a parte móvel), por seu peso muito elevado e trabalhabilidade difícil. Também não recomendo para postes, dormentes, moirões e estacas, pelo alto desperdício de madeira de lei.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo IPT/SP para a espécie *Anadenanthera macrocarpa*, colhida em SP⁽⁴¹⁾.

Propriedades físicas

- Massa específica (densidade) $\mu = 15\%$ – g/cm^3 D – 1,05 – muito pesada.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
 Radial = 4,9 – média. Tangencial = 8,1 – média. Volumétrica = 13,9 – média.

Propriedades mecânicas

- Compressão – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 σ – 886 – alta.
- Coeficiente de qualidade $\sigma/100D$ – 8,5 – alto.
- Flexão estática – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 – 1.890 – alta.
- Choque – trabalho absorvido – mad. seca ao ar – kgf.m – 7,89 – alto.
- Cisalhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 198 – alto.
- Dureza Janka – mad. verde – kgf – 1.175 – alta.
- Tração normal às fibras – mad. verde – kgf/cm^2 – 139 – alta.
- Fendilhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 15,0 – alto.

ANGICO-VERMELHO (9)

Introdução: a devastação praticamente fez desaparecer os angicos (preto e vermelho) do comércio, embora ainda se encontrem espécimes nos remanescentes das florestas pluviais. Todavia não se pode dispensar o estudo dessas importantes madeiras, muito encontradas nas edificações antigas, principalmente nas regiões Sudeste e Sul.

Classificação botânica: *Piptadenia* ou *Parapiptadenia rigida*, família Leguminosae Mimosoideae.

Nomes vulgares: angico-da-mata, angico-verdadeiro, angico-cedro, angico-rosa, angico-de-cortume, angico-do-banhado, angico-sujo, guarucaia, brinco-de-saguim, paricá.

Ocorrência: árvore típica da Floresta Pluvial Atlântica, na região Sudeste e Sul, mais comum nos três estados sulinos.

Classificação comercial: madeira de lei.

Aspecto – características gerais

Alburno: distinto, branco-amarelado, pouco resistente.

Anéis de crescimento: distintos, regulares, apresentando tecido fibroso mais denso e parênquima axial marginal.

Brilho: irregularmente lustroso; abre brilho sob fricção de madeira dura.

Cheiro: imperceptível.

Cor: cerne castanho-amarelado ao cortar, escurecendo para castanho-avermelhado de aspecto fibroso.

Figura: apresenta faixas de diferentes tonalidades que se entrecruzam.

Gosto: adstringente.

Grã: direita, ligeiramente cruzada ondulada.

Peso: madeira densa, pesada, dura ao corte.

Textura: média, presença de óleos/resinas, algo áspera ao tato.



Durabilidade natural: muito durável e resistente ao apodrecimento e a insetos xilófagos. Baixa penetração de preservantes, mesmo sob pressão.

Aplicações recomendadas: na carpintaria naval⁽⁵⁴⁾, em todas as vigas estruturais, quilha, sobrequilha, cavernas, escoas, vaus e latas. Difícil trabalhar no tabuado do casco. Na carpintaria civil, qualquer viga estrutural, mesmo em obras expostas, estruturas de telhado, assoalho, marcos de portas e janelas (folhas não), peças torneadas, deques e trapiches⁽⁴⁰⁾. Não recomendo para postes, moirões, dormentes etc. Madeira de lei merece melhor uso.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo IPT/SP para a espécie *Parapiptadenia rigida*, colhida no RS⁽⁴¹⁾.

Propriedades físicas

- Massa específica (densidade) $\mu = 15\%$ – g/cm^3 D – 0,85 – pesada.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 3,8 – média. Tangencial = 8,4 – média. Volumétrica = 14,2 – média.

Propriedades mecânicas

- Compressão axial – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 σ - 542 – média.
- Coeficiente de qualidade $\sigma/100$ D – 6,4 – médio.
- Flexão estática – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 – 1.092 – média.
- Choque – trabalho absorvido – mad. seca ao ar – kgf.m – 3,29 – médio.
- Cisalhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 139 – alto.
- Dureza Janka – mad. verde – kgf – 734 – alta.
- Tração normal às fibras – mad. verde – kgf/cm^2 – 97 – alta.
- Fendilhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 9,8 – médio.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo LPF/IBAMA para a espécie *Piptadenia suaveolens*, colhida na Estação Experimental de Curuá-Una, PA⁽³⁸⁾.

Propriedades físicas

- Densidade básica – g/cm^3 – 0,76.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 5,1. Tangencial = 8,3. Volumétrica = 13,1.

Propriedades mecânicas

- Flexão estática – módulo ruptura $\mu = 12\%$ – kg/cm^2 – 498.
- Compressão $\mu = 12\%$
 - } Paralela às fibras – máx. resistência – kg/cm^2 – 798
 - } Perpendicular às fibras – esforço no limite proporcional – kg/cm^2 – 142.
- Dureza Janka
 - } Paralela – kg – 739.
 - } Transversal – mad. verde – kg – 835.
- Tração perpendicular às fibras – máx. resistência – mad. verde – kg/cm^2 – 46.
- Fendilhamento – máx. resistência – mad. verde – kg/cm – 67.
- Cisalhamento – máx. resistência – mad. verde – kg/cm^2 – 139.

Obs.: apenas para exemplificar, colocamos nesta ficha os dados técnicos de duas espécies de gêneros afins. A espécie *Piptadenia suaveolens* é mais conhecida como faveira-folha-fina, porém também como angico-vermelho na Amazônia, e bem poderá substituir a madeira paradigma, hoje escassa.

ARARACANGA (PEROBA) (10)

Introdução: há alguma confusão, com relação às madeiras denominadas peroba, pequiá ou pitiá, no Sul, e araracanga, no Norte. Atentos aos objetivos práticos deste manual, vamos reunir as dezenas de espécies do gênero *Aspidosperma* (do grego: semente em forma de escudo ou rodela), distinguindo-as pela cor:

- Chamaremos araracanga (ficha 10), a peroba de cor mais vermelha, às vezes arroxeadada ao cortar, tornando-se um pouco amarelada com o tempo, também chamada pequiá-marfim-do-roxo ou simplesmente peroba-rosa.
- Chamemos guatambu, peroba-guatambu, peroba-rosa ou peroba (ficha 31), as diversas espécies de cor amarela com manchas rosadas (daí o nome), mais rosa-avermelhada ao cortar, passando a amarelo, com manchas castanho-claro ou amarelo-queimado, substituindo as manchas rosas. Daí ser chamada também de pequiá-marfim.

Classificação botânica: *Aspidosperma desmanthum*, família Apocynaceae.

Nomes vulgares: araraíba, araraúba-da-terra-firme, para-tudo-branco, jacamim, quina-da-mata, pequiá-marfim-do-roxo, peroba.

Obs.: não confundir com pequi ou piqui.

Ocorrência: de São Paulo para o Sul, Norte do Espírito Santo e Sul da Bahia, na Mata Atlântica. Considerando as diversas espécies, ocorre também na Floresta Amazônica.

Classificação comercial: madeira de lei.

Aspecto – características gerais

Alburno: diferenciado, branco-palha.

Anéis de crescimento: tecido fibroso mais denso e parênquima marginal assinalam as camadas anuais, não muito distintas (principalmente as da Amazônia).

Brilho: moderado.

Cheiro: imperceptível.

Cor: cerne amarelo-avermelhado, levemente arroxeadado, com leve toque rosado, na madeira recém-cortada. Lembra a peroba-guatambu, porém mais vermelha.

Figura: levemente demarcada na superfície tangencial pelos anéis de crescimento, um pouco mais escuros.

Gosto: amargo, adstringente (como todas as perobas).

Grã: pouco cruzada, algo ondulada.

Peso: madeira pesada, densa, dura ao corte.

Textura: fina, algo áspera ao corte.



Durabilidade natural: muito resistente a fungos e insetos xilófagos. Permeável aos preservativos, sob pressão. Razoável resistência a teredos navais.

Aplicações recomendadas: na carpintaria naval, para todas as vigas estruturais, quilha, cadaste, roda-de-proa, escoas, dormentes, forração do costado, vaus e latas. Na carpintaria civil, para marcos de portas e janelas, tábuas de assoalho, tacos, peças de acabamento. Não recomendo para folhas de esquadrias (portas e janelas), pelo peso elevado e tendência a fendilhar. Resiste bem à umidade, porém tem tendência a trincar ao sol, fendilha facilmente ao secar.

Indicada para quilhas de barcos, construção pesada, obras hidráulicas; travessas, vigas e pisos de vagão⁽¹⁶⁾⁽¹⁴⁾.

Obs.: citada como madeira de construção naval no Grão-Pará, em carta de 1777 do naturalista Alexandre Rodrigues Ferreira ao Ministro da Marinha em Lisboa, com o nome araracanga ou peroba-vermelha⁽⁵²⁾.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo IPT/SP para a espécie *Aspidosperma polyneuron*, colhida em SP⁽⁴¹⁾.

Propriedades físicas

- Massa específica (densidade) $\mu = 15\%$ – g/cm^3 D – 0,83 – pesada.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 4,0 – média. Tangencial = 7,8 – média. Volumétrica = 13,1 – média.

Propriedades mecânicas

- Compressão axial – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 σ – 555 - média.
- Coeficiente de qualidade $\sigma/100$ D – 7,1 – médio.
- Flexão estática – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 – 1.058 – média.
- Choque – trabalho absorvido – mad. seca ao ar – kgf.m – 2,38 – médio.
- Cisalhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 121 – médio.
- Dureza Janka – mad. verde – kgf – 691 – média.
- Tração normal às fibras – mad. verde – kgf/cm^2 – 83 – média.
- Fendilhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 9,4 – médio.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo LPF/IBAMA para a espécie *Aspidosperma desmanthum*, colhida no PA⁽³⁸⁾.

Propriedades físicas

- Densidade básica – g/cm^3 – 0,82.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 5,8. Tangencial = 9,0. Volumétrica 14,5.

Propriedades mecânicas

- Flexão estática – mod. ruptura $\mu = 12\%$ – kgf/cm^2 – 1.356.
- Compressão $\mu = 12\%$
 - } Paralela às fibras – resistência à ruptura – kgf/cm^2 – 692.
 - } Perpendicular às fibras – resistência no limite proporcional – kgf/cm^2 – 121.
- Dureza Janka – mad. verde
 - } Paralela – kgf – 708.
 - } Transversal – kgf – 696.
- Tração – perpendicular às fibras – resistência à ruptura – mad. verde – kgf/cm^2 – 52.
- Fendilhamento – resistência à ruptura – mad. verde – kgf/cm – 71.
- Cisalhamento – resistência à ruptura – mad. verde – kgf/cm^2 – 112.

ARARIBÁ-ROSA (11) / CANELA-TAPINHOÃ (51)

Introdução: vamos englobar nesta ficha duas ou três espécies botânicas, que produzem madeiras com características e qualidades muito semelhantes, embora com ocorrência em regiões distintas. Comercialmente tratadas como uma só madeira.

Classificação botânica e ocorrência: todas pertencem ao gênero *Centrolobium*, família Leguminosae Papilionoideae.

Espécie *C. robustum*: com ocorrência na Mata Atlântica desde o Sul da Bahia até Santa Catarina.

Espécie *C. tomentosum*: com ocorrência na região Sudeste, no interior de Minas, São Paulo e Paraná, parte de Goiás e Mato Grosso do Sul, na Floresta semidecídua da bacia do rio Pará.

Espécie *C. paraense*: na Floresta Amazônica, principalmente no Pará, onde é conhecido por pau-rainha.

Nomes vulgares: araribá-rosa, araruva, araribá-vermelho, putumuju, na Bahia; lei-nova, no Espírito Santo; tipiri, em Minas Gerais; maiate, em Santa Catarina.

Classificação comercial: madeira de lei, madeira nobre.

Aspecto – características gerais

Alburno: diferenciado, branco-amarelado.

Anéis de crescimento: pouco definidos, levemente marcados por tecido fibroso mais denso.

Brilho: acentuado. Madeira muito impregnada de ceras e resinas, adquirindo brilho com simples esfregar da unha.

Cheiro: agradável, pouco distinto.

Figura e cor: madeira muito decorativa, com veios amarelos-ouro, alaranjados e vermelhos, formando belos arranjos longitudinais de cores vivas.

Gosto: imperceptível.

Grã: direita. Madeira muito "linheira".

Peso: pesada (perde pouco peso com a secagem).

Textura: média.



Araribá-rosa

Durabilidade natural: alta resistência ao apodrecimento, mesmo em condições de umidade. Baixa penetração de soluções preservantes, sob pressão. Há autores que a consideram quase incorruptível.

Aplicações recomendadas: além de ser uma excelente madeira de lei, muito indicada para a forração do casco, assoalho de convés, vaus e latas, era muito usada (antigamente) para fabricação de tonéis e barricas (de água, não de vinho), por ser altamente impermeável^[54].

Sua baixa retratilidade e beleza a recomendam para usos nobres, como cabines de iates, mobiliário, painéis decorativos, lambris, tacos e tábuas de assoalho, lâminas faqueadas para capear contraplacados⁽⁶⁰⁾. Também indicada para ebanesteria, construção naval, barricas e chapas decorativas⁽¹⁶⁾. Embora seja altamente resistente em serviços externos, considero desperdício usá-la em dormentes, cruzetas de postes, moirões e outros usos rústicos.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo IPT/SP para a espécie *C. robustum*, colhida em SP⁽⁴¹⁾.

Propriedades físicas

- Massa específica (densidade) $\mu = 15\%$ – g/cm^3 D – 0,79 – pesada.
- Contração por secagem (%): PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 3,1 – baixa. Tangencial = 5,8 – baixa. Volumétrica = 9,7 – baixa.

Propriedades mecânicas

- Compressão axial – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 σ – 595 – média.
- Coeficiente de qualidade $\sigma/100D$ – 7,6 – médio.
- Flexão estática – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 – 1.100 – média.
- Choque – trabalho absorvido – mad. seca ao ar – kgf.m – 1,99 – médio.
- Cisalhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 115 – médio.
- Dureza Janka – mad. verde – kgf – 600 – média.
- Tração normal às fibras – mad. verde – kgf/cm^2 – 60 – média.
- Fendilhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 8,1 – médio.

BALATA (VERDADEIRA) OU MAÇARANDUBA (12)

Introdução: várias espécies do gênero *Manilkara* são conhecidas por esse nome popular e suas variações⁽⁶⁾. É considerada madeira das mais pesadas de nossas florestas.

Por terem características quase semelhantes, vamos tratá-las como uma só madeira, para efeitos práticos.

Classificação botânica: na Floresta Amazônica, *Manilkara bidentata*, *Manilkara huberi*; na Mata Atlântica, *M. elata*, *M. longifolia*; família Sapotaceae.

Nomes vulgares: na Amazônia, balata, maçaranduba-de-leite, maçaranduba-verdadeira, maçaranduba-da-terra-firme; na Mata Atlântica, maçaranduba-vermelha, maparajúba, paraju.

Ocorrência: Floresta Amazônica e Mata Atlântica.

Classificação comercial: madeira de lei (com algumas restrições), madeira de qualidade dura.

Aspecto – características gerais

Alburno: diferenciado, bege-rosado.

Anéis de crescimento: pouco distintos, demarcados pelo tecido fibroso mais denso.

Brilho: moderado.

Cheiro: indistinto.

Figura e cor: os anéis pouco aparecem e a coloração é quase uniforme, vermelho-castanho-escuro, entremeado por faixas longitudinais levemente arroxeadas. É de notar o aspecto fibroso do cerne, denso na face tangencial, onde os poros não aparecem a olho nu.

Gosto: adstringente na madeira recém-cortada.

Grã: direita.

Peso: madeira muito pesada – $D > 1,0$ –, porém relativamente fácil de trabalhar, inclusive torneiar. Racha com facilidade, indispensável furar antes de pregar.

Textura: média, lisa ao tato.



Durabilidade natural: boa resistência a fungos de apodrecimento, porém é pouco resistente a cupins de madeira seca, e tem baixa resistência aos xilófagos navais (teredos/gusanos). Impermeável às soluções preservantes, mesmo sob pressão.

Aplicações recomendadas: na carpintaria naval, quilha (com restrição), sobrequilha, pés-de-caverna, escoas, sobressano, coral. Nada nas obras mortas. Na carpintaria civil, em vigas estruturais, madeiramento de telhados, tacos e serviços externos⁽⁴⁰⁾.

Obs.: citada como madeira de construção naval no Grão-Pará, em carta de 1777 do naturalista Alexandre Rodrigues Ferreira ao Ministro da Marinha em Lisboa, recomendada para vigas, coral e "frechal" (sic)⁽⁵²⁾.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo IPT/SP para a espécie *Manilkara elata*, colhida no ES⁽⁴¹⁾.

Propriedades físicas

- Massa específica (densidade) $\mu = 15\%$ – g/cm^3 D – 1,05 – muito pesada.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 6,1 – alta. Tangencial = 10,1 – média. Volumétrica = 17,6 – média.

Propriedades mecânicas

- Compressão axial – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 σ – 808 – alta.
- Coeficiente de qualidade $\sigma/100D$ – 7,7 – médio.
- Flexão estática – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 – 1.490 – alta.
- Choque – trabalho absorvido – mad. seca ao ar – kgf.m – 3,10 – médio.
- Cisalhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 154 – alto.
- Dureza Janka – mad. verde – kgf – 500 – média.
- Tração normal às fibras – mad. verde – kgf/cm^2 – 85 – média.
- Fendilhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 9,6 – médio.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo LPF/IBAMA, Estação Experimental de Curuá-Una, PA, para a espécie *Manilkara amazonica* – *M. bidentata*⁽³⁸⁾.

Propriedades físicas

- Densidade básica – g/cm^3 – 0,83.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 5,9. Tangencial = 8,3. Volumétrica = 13,8.

Propriedades mecânicas

- Flexão estática – módulo ruptura $\mu = 12\%$ – kg/cm^2 – 1.307.
- Compressão $\mu = 12\%$
 - } Paralela às fibras – máx. resistência – kg/cm^2 – 648.
 - } Perpendicular às fibras – esforço no limite proporcional – kg/cm^2 – 155.
- Dureza Janka – mad. verde
 - } Paralela – kg – 669.
 - } Transversal – kg – 781.
- Tração perpendicular às fibras – máx. resistência – mad. verde – kg/cm^2 – 60.
- Fendilhamento – máx. resistência – mad. verde – kg/cm – 67.
- Cisalhamento – máx. resistência – mad. verde – kg/cm^2 – 129.

BARU OU CUMBARU (13)

Classificação botânica: *Coumarouna alata* ou *Dipteryx alata*, família Leguminosae Papilionoideae.

Nomes vulgares: cumbaru, no Mato Grosso do Sul; cumaru, baru, em Minas Gerais e Goiás; barujo, coco-feijão, cumarurana, amburana-brava, feijão-de-coco, pau-cumaru, sucupira-branca, no Piauí.

Ocorrência: Região Centro-Oeste, Minas Gerais, Maranhão.

Classificação comercial: madeira de lei.

Aspecto – características gerais

Alburno: contrastado branco-amarelado, pouco resistente.

Anéis de crescimento: distintos, demarcados pelo parênquima marginal, e faixas mais densas, pela ausência de vasos/poros.

Brilho: moderado.

Cheiro e gosto: indistintos.

Cor: cerne castanho-claro a castanho-amarelado, com faixas mais escuras dos anéis anuais.

Figura: os anéis de crescimento bem demarcados, e o aspecto champagne.

Grã: irregular a reversa.

Peso: madeira muito pesada – $D > 1,0$ –, compacta, dura ao corte, de boa trabalhabilidade.

Textura: fina a média, lisa ao tato.



Durabilidade natural: muito resistente a fungos apodrecedores e xilófagos, mesmo em condições adversas. Baixa permeabilidade a soluções preservantes. Abundância de óleos/resinas, poros obstruídos por tilos.

Aplicações recomendadas: na carpintaria naval, todas as vigas de obras vivas, quilha, sobrequilha, roda, cadaste, escoas, pés-de-caverna, além de sobressano, tabuado do casco, verdegos. Melhor abaixo da linha d'água, pelo elevado peso específico. Na construção civil, obras externas sujeitas ao intemperismo, deques, passarelas, trapiches. Interior: assoalhos, marcos de esquadrias (folhas não).

Não é indicada para usos rústicos como postes, dormentes, moirões etc., pelo alto desperdício.

Obs 1: a espécie *Pterodon pubescens* – faveiro –, da mesma família, com a mesma ocorrência, estrutura anatômica e aparência, é muitas vezes confundida com o baru.

Obs 2: citada como madeira de construção naval no Grão-Pará, em carta de 1777 da naturalista Alexandre Rodrigues Ferreira ao Ministro da Marinha em Lisboa "com os mesmos usos do ipê e do angelim" (sic)⁽⁵²⁾.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo IPT/SP para a espécie *Dipteryx alata*, colhida no MS⁽⁴¹⁾.

Propriedades físicas

- Massa específica (densidade) $\mu = 15\%$ – g/cm³ D – 1,10 – muito pesada.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 4,9 – média. Tangencial = 7,3 – média. Volumétrica = 12,5 – média.

Propriedades mecânicas

- Compressão axial – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm² σ – 856 – alta.
- Coeficiente de qualidade $\sigma/100D$ – 7,8 – médio.
- Flexão estática – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm² – 1.530 – alta.
- Choque – trabalho absorvido – mad. seca ao ar – kgf.m – 5,48 – alto.
- Cisalhamento – mad. verde – kgf/cm² – 171 – alto.
- Dureza Janka – mad. verde – kgf – 1.191 – alta.
- Tração normal às fibras – mad. verde – kgf/cm² – 103 – alta.
- Fendilhamento – mad. verde – kgf/cm² – 12,6 – alto.

BRAÚNA (14)

Introdução: vamos chamá-la braúna-preta, para evitar ser confundida com a madeira conhecida por baraúna ou graúna, botanicamente a espécie *Schinopsis lorentzii*, da família Anacardiaceae, também madeira muito dura e pesada, às vezes confundida com aroeira (urundeúva), da mesma família.

Classificação botânica: *Melanoxylon brauna*, família Leguminosae Cesalpinoideae.

Nomes vulgares: baraúna, graúna, maria-preta, árvore-da-chuva, guaraúna, ibirá-una, rabo-de-macaco.

Ocorrência: Mata Atlântica, Sul da Bahia até São Paulo.

Classificação comercial: madeira de lei.

Aspecto – características gerais

Alburno: muito estreito, distinto, amarelo-sujo.

Anéis de crescimento: pouco distintos.

Brilho: moderado.

Cheiro e gosto: indistintos.

Figura e cor: o que caracteriza o cerne da braúna-preta é o seu aspecto sujo, pardo-escuro manchado, riscado de preto. Não tem cor uniforme, lisa.

Grã: direita.

Peso: muito pesada, >1,0 gr/cm³.

Textura: fina (com tendência a farpas), lisa ao tato.



Durabilidade natural: muito resistente a fungos da podridão e insetos xilófagos. Impermeável às soluções preservantes, mesmo sob pressão⁽²⁸⁾.

Aplicações recomendadas: madeira de lei de excepcional resistência e estabilidade que a tornam adequada às quilhas, sobrequilhas e a todas as demais vigas estruturais, sobressano, verdugo, além da forração do casco e convés. Preferencialmente nas obras vivas. Nas obras da construção civil é de uso excelente em estruturas de responsabilidade. Muito adequada à obras externas como deques, passarelas, assoalhos, marcos e estruturas de telhados⁽⁴⁰⁾.

Tem sido muito usada para confeccionar bolas de bocha, assim como outras peças torneadas. Sua rara cor quase negra (comparável ao cerne da pindabuna), a recomenda para usos decorativos, por contraste com madeiras claras. Algumas peças de instrumentos musicais, onde a estabilidade é indispensável. Folhas faqueadas.

Não recomendo para folhas de esquadrias, face ao peso elevado. Tem qualidades que a tornam adequada a serviços brutos externos como dormentes, moirões, postes, o que considero um desperdício.

Não aceita prego, necessário furar previamente.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo IPT/SP para a espécie *Melanoxylon brauna*, colhida no ES⁽⁴¹⁾.

Propriedades físicas

- Massa específica (densidade) $\mu = 15\%$ – g/cm³ D – 1,05 – muito pesada.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
 Radial = 3,6 – média. Tangencial = 7,4 – baixa. Volumétrica = 10,5 – baixa.

Propriedades mecânicas

- Compressão – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm² $\sigma = 946$ – alta.
- Coeficiente de qualidade $\sigma/100D = 9,0$ – alto.
- Flexão estática – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm² – 1.916 – alta.
- Choque – trabalho absorvido – mad. seca ao ar – kgf.m – 4,4 – alto.
- Cisalhamento – mad. verde – kgf/cm² – 156 – alto.
- Dureza Janka – mad. verde – kgf – 1.278 – alta.
- Tração normal às fibras – mad. verde – kgf/cm² – 92 – alta.
- Fendilhamento – mad. verde – kgf/cm² – 12,1 – alto.

CABRIÚVA-VERMELHA OU BÁLSAMO (15)

Introdução: essa espécie botânica específica – *Myroxylon balsamum* –, que ocorre em quase todas as florestas da América Latina, produz (por incisão do tronco) um bálsamo muito valorizado em perfumaria, conhecido por bálsamo-de-tolu ou bálsamo-do-peru.

Na Mata Atlântica, do Espírito Santo até Santa Catarina, e também na Floresta Amazônica, ocorre outra espécie afim, a *Myrocarpus frondosus*, de madeira muito parecida e que também produz um bálsamo aromático, usado na medicina popular. Mesma família botânica. As madeiras são bastante parecidas.

Classificação botânica: *Myroxylon balsamum* ou *Myroxylon peruiferum*, família Leguminosae Papilionoideae.

Nomes vulgares: pau-de-incenso, no Amazonas; caboriba, pau-de-bálsamo, no Paraná; óleo-vermelho, óleo-cabreúva, em São Paulo; sangue-de-gato, quina-quina, cabreúva.

Ocorrência: no Brasil, em quase todo o país, na Mata Atlântica e na floresta semidecídua da bacia do Paraná, parte Sul e Sudoeste da Floresta Amazônica.

Classificação comercial: madeira de lei, madeira nobre.

Aspecto – características gerais

Alburno: distinto, rosado.

Anéis de crescimento: pouco distintos, às vezes demarcados por parênquima marginal.

Brilho: moderado, apesar de saturada de óleos e resinas.

Cheiro: balsâmico, agradável e característico.

Figura e cor: cerne castanho-claro-avermelhado, uniforme, levemente riscado. Exposta ao tempo ou tratada, escurece, tornando-se mais avermelhada. Os anéis anuais suavemente demarcados em "V", mais castanhos.

Gosto: pouco distinto.

Grã: cruzada reversa (não acentuada).

Peso: madeira pesada (perde pouco peso na secagem), dura ao corte, furar antes de pregar.

Textura: média.

Durabilidade natural: alta resistência ao apodrecimento, baixa permeabilidade às soluções preservantes. Saturada de óleos/resinas.



Aplicações recomendadas: seu aspecto muito agradável, suas elevadas propriedades físicas e mecânicas, e boa estabilidade, a recomendam para usos nobres, peças decorativas, lâminas para revestimentos, lambris, e todas as peças de uso interno e madeira aparente, peças torneadas, degraus de escadas, tábuas de assoalho e esquadrias⁽⁴⁰⁾. Excelente madeira de construção naval, prestando-se tanto para as vigas estruturais, quilha, cadastre, roda-de-proa, cavernas, escoas e dormentes, como no revestimento para os acabamentos internos, onde se tira partido de sua beleza e estabilidade⁽⁵⁵⁾. Da mesma forma, na construção civil, embora seja adequada a muitos usos extruturais, deve ser reservada para as peças de acabamento aparente.

Obs.: indicada para torneados, travessas, vigas, mobiliário, carrocerias e construção naval⁽¹⁶⁾.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo IPT/SP para a espécie *Myroxylon balsamum*, colhida em SP e PR⁽⁴¹⁾.

Propriedades físicas

- Massa específica (densidade) $\mu = 15\%$ – g/cm^3 D – 0,95 – pesada.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 4,00 – média. Tangencial = 6,70 – baixa. Volumétrica = 11,0 – baixa.

Propriedades mecânicas

- Compressão axial – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 σ – 725 – alta.
- Coeficiente de qualidade $\sigma/100D$ – 7,6 – médio.
- Flexão estática – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 – 1.352 – alta.
- Choque – trabalho absorvido – mad. seca ao ar – kgf.m – 4,22 – médio.
- Cisalhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 184 – alto.
- Dureza Janka – mad. verde – kgf – 1.034 – alta.
- Tração normal às fibras – mad. verde – kgf/cm^2 – 115 – alta.
- Fendilhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 12,2 – alto.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo LPF/IBAMA para a espécie *Myrocarpus frondosus* – cabreúva-parda –, colhida no MA⁽³⁹⁾.

Propriedades físicas

- Densidade aparente $\mu = 12\%$ – g/cm^3 – 0,92.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 4,4. Tangencial = 7,0. Volumétrica = 11,3.

Propriedades mecânicas

- Flexão estática – módulo ruptura $\mu = 12\%$ – kgf/cm^2 – 1.572.
- Compressão $\mu = 12\%$
 - } Paralela às fibras – resistência à ruptura – kgf/cm^2 – 876.
 - } Perpendicular às fibras – resistência no limite proporcional – kgf/cm^2 – 138.
- Dureza Janka – mad. verde
 - } Paralela às fibras – kgf – 1.139.
 - } Transversal às fibras – kgf – 1.077.
- Tração perpendicular às fibras – resistência mad. verde – kgf/cm^2 – 51.
- Fendilhamento – resistência à ruptura – mad. verde – kgf/cm – 75.
- Cisalhamento – resistência à ruptura – kgf/cm^2 – 148.

CANAFÍSTULA (16)

Introdução: comercialmente, nas regiões Sul e Sudeste, é comum confundir o nome canafístula com dois gêneros botânicos, face a algumas semelhanças das madeiras: *Cassia ferruginea* e *Peltophorum dubium* ou *P. vogelianum* (guaruaia ou sobrasil).

Esta ficha tratará da canafístula ou chuva-de-ouro, do gênero *Cassia*.

Classificação botânica: *Cassia ferruginea*, família Leguminosae Caesalpinoideae.

Nomes vulgares: tapira-coiana, chuva-de-ouro, canafrista.

Ocorrência: do Ceará até o Paraná e parte de Santa Catarina, mais freqüente no interior de São Paulo, Paraná e Mato Grosso do Sul.

Classificação comercial: madeira de lei.

Aspecto - características gerais

Alburno: diferenciado, rosa-claro.

Anéis de crescimento: pouco distintos.

Brilho: acentuado na face tangencial.

Cheiro e gosto: indistintos.

Figura e cor: cerne variando do bege-rosado ao castanho-avermelhado, em listas longitudinais mais escuras.

Grã: cruzada irregular, fibras grossas.

Peso: pesada a moderadamente pesada, dura ao corte.

Textura: média, medianamente lisa ao tato.



Durabilidade natural: moderadamente resistente aos organismos xilófagos, não é recomendável usá-la junto ao solo ou locais úmidos (água doce). Baixa permeabilidade aos agentes preservantes.

Aplicações recomendadas: madeira decorativa, medianamente resistente e muito estável (ver contração por secagem). A recomendam para uso em locais protegidos, em esquadrias, lâminas faqueadas, móveis de esmerado acabamento, peças torneadas, assoalhos e lambris. Na carpintaria naval, em partes mais abrigadas, acabamentos internos, vaus e latas, borda-falsa.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo IPT/SP para a espécie *Cassia ferruginea*, colhida em SP⁽⁴¹⁾.

Propriedades físicas

- Massa específica (densidade) $\mu = 15\%$ – g/cm^3 D – 0,87 – pesada.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 2,7 – baixa. Tangencial = 6,0 – baixa. Volumétrica = 9,7 – baixa.

Propriedades mecânicas

- Compressão axial – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 σ – 723 – alta.
- Coeficiente de qualidade $\sigma/100D$ – 8,3 – alto.
- Flexão estática – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 – 1.029 – média.
- Choque – trabalho absorvido – mad. seca ao ar – kgf.m – 2,64 – médio.
- Cisalhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 126 – médio.
- Dureza Janka – mad. verde – kgf – 882 – alta.
- Tração normal às fibras – mad. verde – kgf/cm^2 – 73 – média.
- Fendilhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 9,1 – médio.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo LPF/IBAMA para a espécie *Cassia fastuosa*, colhida no MA, também conhecida por baratinha⁽³⁹⁾.

Propriedades físicas

- Densidade aparente $\mu = 12\%$ – g/cm^3 – 0,87.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 6,2. Tangencial = 9,1.

Propriedades mecânicas

- Flexão estática – mod. ruptura $\mu = 12\%$ – kgf/cm^2 – 1.162.
- Compressão $\mu = 12\%$
 - } Paralela às fibras – resistência à ruptura – kgf/cm^2 – 736.
 - } Perpendicular às fibras – resistência no limite proporcional – kgf/cm^2 – 130.
- Dureza Janka – mad. verde
 - } Paralela às fibras – kgf – 884.
 - } Transversal às fibras – kgf – 881.
- Tração perpendicular às fibras – resistência à ruptura – kgf/cm^2 – 51.
- Fendilhamento – resistência à ruptura – mad. verde – kgf/cm – 59.
- Cisalhamento – resistência à ruptura – mad. verde – kgf/cm^2 – 136.

CANELA-PARDA (17)

Introdução: muitas são as madeiras popularmente conhecidas como canela e muitas também são as diferentes classificações botânicas. A profusão de nomes populares divergentes de região para região certamente confunde os autores, gerando classificações conflitantes na família das Lauraceae.

Atento à praticidade deste manual, vou generalizar, entendendo que as madeiras de lei, no geral, são incluídas no gênero *Ocotea*, por exemplo: imbuia, canela-sassafras, canela-preta, louro, itaúba e canela-tapinhoã – estas duas⁽²⁾ mais usualmente classificadas no gênero *Mezilaurus* –, com melhor desempenho do que as canelas do gênero *Nectandra*, por exemplo: canela-gosmenta, canela-garuva, canela-branca etc.

Na “Relação de madeiras indicadas para construção naval”, canela-parda e canela-preta estão classificadas no gênero *Nectandra*⁽⁵²⁾.

Classificação botânica: *Ocotea sp*, família Lauraceae, ou *Nectandra sp*. Ver “Relação de madeiras indicadas para construção naval”.

Nomes vulgares: canela-amarela, canela-rajada, canela-do-brejo, canela-fedorenta.

Ocorrência: considerando as várias espécies, Região Sul, Região Centro-Oeste, Região Sudeste e até na Amazônia.

Classificação comercial: madeira de lei.

Aspecto – características gerais (em relação às espécies da Região Sul)

Alburno: pouco diferenciado, mais amarelado.

Anéis de crescimento: pouco distintos.

Brilho: moderado.

Cheiro: pouco perceptível, desagradável.

Figura e cor: o aspecto rajado, pardacento, em faixas longitudinais, variando do amarelo-pardo ao castanho-escuro, manchas escuras.

Gosto: indistinto.

Grã: irregular.

Peso: moderadamente pesada.

Textura: média, superfície áspera ao tato.



Durabilidade natural: quase todas as canelas são estáveis e de boa resistência natural (o cerne), desde que longe da umidade (água doce), à exceção da canela-tapinhoã e itaúba.

Baixa impregnação por preservantes, mesmo sob pressão, face à presença de óleos/resinas naturais.

Aplicações recomendadas: como a água do mar é imunizante, ela pode ser usada em tabuado do casco, vaus, latas, convés, borda-falsa e braços-de-caverna. Mais adequada às obras mortas. Na construção civil, face à estabilidade e peso moderado, presta-se às esquadrias, assoalhos, estruturas de telhados, rodapés e vistas. Manter longe da umidade (água doce) e do intemperismo.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo IPT/SP para *Nectandra sp.*, colhido em SP⁽⁴¹⁾.

Propriedades físicas

- Massa específica (Densidade) $\mu = 15\%$ – g/cm^3 D – 0,59 – moderadamente pesada.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 3,8 – média. Tangencial = 9,9 – média. Volumétrica = 15,2 – média.

Propriedades mecânicas

- Compressão axial – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 σ – 476 – médio.
- Coeficiente de qualidade $\sigma/100D$ – 8,0 – alto.
- Flexão estática – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 – 897 – média.
- Choque – trabalho absorvido – mad. seca ao ar – kgf.m – 1,76 – baixo.
- Cisalhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 91 – médio.
- Dureza Janka – mad. verde – kgf – 368 – baixa.
- Tração normal às fibras – mad. verde – kgf/cm^2 – 63 – média.
- Fendilhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 6,5 – baixo.

CANELA-PRETA (18)

Introdução: repete-se aqui a confusão das canelas, gerada em grande parte pela profusão de nomes populares, que variam de região para região. (Ver ficha 17.)

Fiel às origens, vou tratar aqui da espécie que, na Região Sul, até São Paulo, é considerada madeira de lei. Todavia, as características físicas e mecânicas foram baseadas em dados do IPT/SP – que utilizou nos testes outra espécie, também conhecida por canela-preta, *Acrodictidium* (sic) sp – e do LPF/IBAMA – que utilizou a espécie do gênero *Ocotea*.

Obs.: a classificação *Acrodictidium* está em desuso.

Classificação botânica: *Ocotea catharinensis*, família Lauraceae. Na "Relação de madeiras indicadas para construção naval", *Nectandra mollis*.

Nomes vulgares: canela-coqueiro, canela-pinho, canela-amarela, canela-broto, canela-bicha.

Ocorrência: Região Sul e São Paulo (planalto). Considerando as várias espécies afins, também na Região Norte e Centro-Oeste.

Classificação comercial: madeira de lei.

Aspecto – características gerais

Alburno: estrito e pouco diferenciado (mais amarelado).

Anéis de crescimento: bem distintos, regulares, delimitados por tecido fibroso mais denso e parênquima marginal.

Brilho: pouco acentuado.

Cheiro: característico, fraco.

Figura e cor: o desenho formado na face tangencial pelas camadas de crescimento bem nítidas, com o lenho tardio mais escuro, pardo-castanho (marrom forte), e lenho inicial castanho-claro-amarelado é característico dessa canela. Com o tempo, por oxidação, torna-se quase uniformemente castanho bem escuro (mais escuro que a canela-especiaria que lhe deu o nome).

Gosto: imperceptível.

Grã: direita, bem uniforme.

Peso: madeira pesada.

Textura: média, lisa ao tato.

Durabilidade natural: resistente a fungos apodrecedores, desde que longe da umidade (água doce). Como a água do mar é preservante, revela-se excelente madeira de lei, de boa trabalhabilidade e estabilidade. Praticamente impermeável às soluções preservantes, mesmo sob pressão, face à forte presença de óleos/resinas.

Aplicações recomendadas: na carpintaria naval, vigas secundárias das obras vivas (vaus, latas, pés-de-carneiros, braços-de-caverna, borda-falsa), tabuado do casco e convés. Na carpintaria civil, ótima para esquadrias, móveis, rodapés, vistas (alisares) e estruturas de telhados. Muito usada como assoalho, em dobradinha com a peroba-rosa, formando belos desenhos⁽⁵⁵⁾.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo IPT/SP para o gênero *Acrodictidium sp*, colhida no ES⁽⁴¹⁾.

Propriedades físicas

- Massa específica (densidade) $\mu = 15\%$ – g/cm^3 D – 0,99 – muito pesada.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 6,0 – alta. Tangencial = 9,8. média. Volumétrica = 16,9 – média.

Propriedades mecânicas

- Compressão axial – limite de resistência $\mu = 15\%$ – a kgf/cm^2 $\sigma = 919$ – alta.
- Coeficiente de qualidade $\sigma/100D = 9,3$ – alto.
- Flexão estática – limite de resistência $\mu = 15\%$ – $\text{kgf/cm}^2 = 1.837$ – alta.
- Choque – trabalho absorvido – mad. seca ao ar – $\text{kgf.m} = 3,6$ – médio.
- Cisalhamento – mad. verde – $\text{kgf/cm}^2 = 162$ – alto.
- Dureza Janka – mad. verde – $\text{kgf} = 1.019$ – alta.
- Tração normal às fibras – mad. verde – $\text{kgf/cm}^2 = 88$ – média.
- Fendilhamento – mad. verde – $\text{kgf/cm}^2 = 10,9$ – alto.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo LPF/IBAMA para a espécie do gênero *Ocotea sp*, colhida no PA, sob o nome vulgar de louro-canela⁽³⁸⁾.

Propriedades físicas

- Densidade básica – $\text{g/cm}^3 = 0,63$.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 3,6. Tangencial = 7,8. Volumétrica = 11,1.

Propriedades mecânicas

- Flexão estática – módulo ruptura $\mu = 12\%$ – $\text{kg/cm}^2 = 1.221$.
- Compressão $\mu = 12\%$
 - } Paralela às fibras – máx. resistência – $\text{kgf/cm}^2 = 647$.
 - } Perpendicular às fibras – esforço no limite proporcional – $\text{kgf/cm}^2 = 99$.
- Dureza Janka – mad. verde
 - } Paralela – $\text{kg} = 482$.
 - } Transversal – $\text{kg} = 514$.
- Tração perpendicular às fibras – máx. resistência – mad. verde – $\text{kgf/cm}^2 = 50$.
- Fendilhamento – máx. resistência – mad. verde – $\text{kg/cm} = 61$.
- Cisalhamento – máx. resistência – mad. verde – $\text{kg/cm}^2 = 104$.

CANJERANA (19)

Introdução: como quase todas as madeiras da família Meliaceae (cedro, mogno, andiroba), a canjerana se caracteriza pela estabilidade e boa trabalhabilidade, que aliadas a sua bela cor, cedro-avermelhada, tornaram-na a madeira preferida dos escultores, daí seu nome popular, pau-de-santo (hoje rara)⁽²⁸⁾.

Classificação botânica: *Cabralea canjerana*, *C. glaberrima*, família Meliaceae.

Nomes vulgares: canharana, canjarana, pau-santo, cedro-canjerana.

Ocorrência: Mata Atlântica, Região Sul e Sudeste, até Minas Gerais e Goiás.

Classificação comercial: madeira de lei, madeira nobre.

Aspecto – características gerais

Alburno: pouco contrastado, rosado.

Anéis de crescimento: pouco distintos.

Brilho: face tangencial irregularmente lustrosa, face radial com vivos reflexos.

Cheiro: agradável (lembra o cedro) na madeira verde, desaparecendo ao secar.

Figura e cor: cerne castanho-avermelhado a vermelho-escuro, uniforme, escurecendo por oxidação, tornando-se mais castanha.

Gosto: indistinto.

Grã: direita e levemente irregular.

Peso: moderadamente pesada.

Textura: média, os poros visíveis a olho nu, lisa a levemente áspera ao tato.



Durabilidade natural: resistente ao apodrecimento e ao ataque de xilófagos, baixa permeabilidade aos preservantes. Pouco apreciada pelos teredos navais.

Aplicações recomendadas: excelente madeira da carpintaria naval, mais indicada para as obras mortas e acabamentos internos de cabines em fino artesanato. Inigualável em esculturas, entalhes e trabalhos de arte, folhas externas de contraplacados, móveis, esquadrias, caixas e baús de esmerado acabamento⁽⁵⁴⁾.

Recomendações gerais: reserve apenas para usos nobres.

Obs.: sua cor é mais próxima do mogno-verdadeiro (*acajou*) do que a do aguano.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo IPT/SP para a espécie *Cabralea canjerana*, colhida em SP⁽⁴¹⁾.

Propriedades físicas

- Massa específica (densidade) $\mu = 15\%$ – g/cm^3 D – 0,67 – moderadamente pesada.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 3,60 – média. Tangencial = 7,0 – baixa. Volumétrica = 11,6 – baixa.

Propriedades mecânicas

- Compressão axial – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 σ – 520 – média.
- Coeficiente de qualidade $\sigma/100D$ – 8,0 – alto.
- Flexão estática – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 – 895 – médio.
- Choque – trabalho absorvido – mad. seca ao ar – kgf.m – 1,7 – baixo.
- Cisalhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 107 – médio.
- Dureza Janka – mad. verde – kgf – 556 – média.
- Tração normal às fibras – mad. verde – kgf/cm^2 – 66 – média.
- Fendilhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 7,3 – médio.

CASCA-PRECIOSA (20)

Introdução: O gênero *Aniba* tem diversas espécies na região Amazônica e na região Sul, muitas conhecidas como canelas ou louros.

Classificação botânica: *Aniba canelilla* Lauraceae.

Nomes vulgares: amapaiama, canela, preciosa, no Pará; canela-do-maranhão, casca-preciosa, folha-preciosa, louro-precioso, pau-precioso, pereiorá, na Bahia.

Ocorrência: Amazônia, Região Norte.

Classificação comercial: madeira de lei.

Aspecto – características gerais

Alburno: contrastado, amarelo-amarronzado.

Anéis de crescimento: distintos, regulares.

Brilho: moderado.

Cheiro: agradável.

Cor: cerne marrom-escuro, com zonas dos anéis anuais fibrosas, castanho-escuro; linhas vasculares longitudinais destacadas na face tangencial; tem a típica cor das canelas-pardas.

Figura: destaque dos anéis anuais.

Gosto: pouco distinto, adstringente.

Grã: cruzada irregular.

Peso: muito pesada, dura ao corte, trabalhabilidade boa a regular, razoável estabilidade, embora com tendência a rachaduras.

Textura: média, medianamente lisa ao tato.



Durabilidade natural: resistente a fungos apodrecedores, porém teme a umidade (água doce), boa resistência a insetos xilófagos, e média, a teredos. Praticamente impermeável a soluções preservantes.

Aplicações recomendadas: na carpintaria naval, vigas das obras vivas (quilha, roda, cadaste, sobrequilha, cavernas, escoas, verdugo, vau), não sendo das melhores para tabuado do casco e convés. Na carpintaria civil, construção pesada, estruturas de telhados, marcos de esquadrias (não as folhas), peças torneadas. Não usar junto ao solo ou umidade.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo LPF/IBAMA, Estação Experimental de Curuá-Una, PA, para a espécie *Aniba canelilla*⁽³⁸⁾.

Propriedades físicas

- Densidade básica – g/cm^3 – 0,92.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 6,4 – alta. Tangencial = 8,2 – média. Volumétrica = 13,6 – média.

Propriedades mecânicas

- Flexão estática – módulo ruptura $\mu = 12\%$ – kg/cm^2 – 1.875.
- Compressão $\mu = 12\%$
 - Paralela às fibras – máx. resistência – kg/cm^2 – 997.
 - Perpendicular às fibras – esforço no limite proporcional – kg/cm^2 – 206.
- Dureza Janka – mad. verde
 - Paralela – kg – 1.225.
 - Transversal – kg – 1.275.
- Tração – mad. verde – máx. resistência – kg/cm^2 – 59.
- Fendilhamento – mad. verde – máx. resistência – kg/cm – 90.
- Cisalhamento – mad. verde – máx. resistência – kg/cm^2 – 149.

CASTANHA-DO-PARÁ OU CASTANHEIRA (21)

Introdução: se o comércio internacional continuar interessado na castanha, o valor do fruto vai exigir a preservação da árvore...

Classificação botânica: *Bertholletia excelsa*, família Lecythidaceae.

Nomes vulgares: castanha, castanha-verdadeira, castanha-do-brasil, amendoeira-da-américa.

Ocorrência: Floresta Amazônica até Norte de Mato Grosso e Goiás.

Classificação comercial: madeira de lei.

Aspecto – características gerais

Alburno: diferenciado, branco-rosado, algo acinzentado.

Anéis de crescimento: pouco distintos, formado por faixas de tecido fibroso mais denso.

Brilho: superfície tangencial de brilho médio.

Cheiro e gosto: imperceptíveis.

Cor e figura: suave castanho-rosado, às vezes mais avermelhado, superfície tangencial apresentando finos riscos mais vermelhos.

Grã: direita; é madeira muito "linheira", no dizer dos carpinteiros.

Peso: moderadamente pesada, moderadamente dura ao corte.

Textura: média, lisa ao tato.



Durabilidade natural: boa resistência a fungos e insetos xilófagos, bastante permeável à impregnação de preservantes, sob pressão⁽²⁾.

Aplicações recomendadas: na carpintaria naval, é adequada às obras mortas e à decoração interna em iates de esmerado acabamento, face a sua razoável estabilidade, boa trabalhabilidade e beleza natural. Na carpintaria civil, em painéis, lambris, rodapés, assoalhos, vistas e outras aplicações leves, como madeira aparente e folhas externas decorativas de compensados.

Obs.: citada como madeira da construção naval no Grão-Pará, em carta de 1777 do naturalista Alexandre Rodrigues Ferreira ao Ministro da Marinha em Lisboa, dizendo ser adequada à construção de mastros⁽⁵²⁾.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo IPT/SP para a espécie *Bertholletia excelsa*, colhida no PA⁽⁴¹⁾.

Propriedades físicas

- Massa específica (densidade) $\mu = 15\%$ – g/cm^3 D – 0,75 – moderadamente pesada.
- Contração por secagem (%): PSF até $\mu = 0\%$
 Radial = 4,3 – média. Tangencial = 8,4 – média. Volumétrica = 13,2 – média.

Propriedades mecânicas

- Compressão axial – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 σ – 435 – baixo.
- Coeficiente de qualidade $\sigma/100D$ – 5,7 – baixo.
- Flexão estática – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 – 948 – média.
- Choque – trabalho absorvido – mad. seca ao ar – kgf.m – 2,70 – médio.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo LPF/IBAMA para a espécie *B. excelsa*, colhida na Floresta Nacional de Tapajós⁽³⁸⁾.

Propriedades físicas

- Peso específico básico – g/cm^3 – 0,63.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
 Radial = 4,7. Tangencial = 9,4. Volumétrica = 13,2.

Propriedades mecânicas

- Flexão estática – módulo ruptura $\mu = 12\%$ – kg/cm^2 – 1.183.
- Compressão $\mu = 12\%$
 - Paralela às fibras – máx. resistência – kg/cm^2 – 595.
 - Perpendicular às fibras – esforço no limite proporcional – kg/cm^2 – 101.
- Dureza Janka
 - Paralela – kg – 518.
 - Transversal – kg – 528.
- Tração perpendicular às fibras – mad. verde – máx. resistência – kg/cm^2 – 38.
- Cisalhamento – mad. verde – máx. resistência – kg/cm^2 – 79.

CEDRO (22)

Introdução: madeira leve, fácil de trabalhar, aceita prego, grande estabilidade – o cedro tornou-se pau para toda obra, sendo requerido para todos os usos onde se recomendava madeira estável e durável, até sua quase exaustão. Vale a pena reflorestar...

Classificação botânica: *Cedrela spp.*, família Meliaceae. *Cedrela fissilis* é a espécie mais encontrada, principalmente no Sul e Sudeste. *C. barbata*, *C. hirsuta*, *C. longiflora*, *C. macrocarpa*, *C. odorata* (algumas são sinônimas).

Obs.: A família Meliaceae é uma importante produtora de boas madeiras, sendo a mais comum o cedro, a mais nobre o mogno-brasileiro e, ainda, andiroba, canjerana (pau-de-santo), comboatã e catiguá.

Nomes vulgares: cedro-rosa, cedro-vermelho, cedro-branco, cedro-batata, cedro-macho, cedro-acajou.

Ocorrência: em quase todo o Brasil (considerando as várias espécies do gênero *Cedrela*).

Classificação comercial: madeira de lei, madeira nobre.

Aspecto – características gerais

Alburno: pouco diferenciado, branco-rosado.

Anéis de crescimento: distintos, demarcados pelo parênquima marginal. A olho nu, poros maiores parecem concentrar-se junto aos anéis.

Brilho: lustrosa, com reflexos.

Cheiro: agradável, bem pronunciado.

Cor: castanho-claro-rosado a castanho-avermelhado (variando conforme a espécie e região). Recém-cortado, é rosa-vivo, escurecendo com a oxidação.

Figura: o que confere o aspecto característico na face tangencial são as camadas de crescimento bem demarcadas pela concentração de poros grandes.

Gosto: algo adstringente/amargo.

Grã: direita ou levemente ondulada.

Peso: madeira leve de excelente trabalhabilidade, de corte doce.

Textura: média.



Durabilidade natural: muito resistente a fungos apodrecedores, moderadamente resistente a insetos xilófagos (cupim, por exemplo), moderadamente resistente a teredos navais. Recebe, sem excesso, os preservantes, sob pressão, por ser madeira bem saturada de óleos e resinas.

Aplicações recomendadas: madeira leve, fácil de trabalhar, doce ao corte, boa estabilidade (não empena, não racha); é muito versátil e tem uso geral, alguns nobres. Na carpintaria naval, forro

interno do casco e, nas obras mortas, para toda superestrutura (casarias), por ser de baixo peso específico; laminado para compensado naval. Casco de embarcações miúdas, não as vigas, e excelente canoa-de-um-pau⁽⁵⁴⁾. Na carpintaria civil, esquadrias, aduelas, rodapés, peças de acabamento, lambris, forros e móveis. Foi muito usada no interior de igrejas, em altares e retábulos. Só não recomendo para pilares e vigas portantes, bem como assoalhos (baixa dureza Janka).

Indicada também para caixa de charutos, objetos de decoração, instrumentos musicais, moldes de fundição (por ser estável), laminados, esculturas e talhas⁽⁵⁴⁾.

Não recomendo usar madeira nobre em usos mais rudimentares, como cabos de vassouras, cercas e caixas.

Alguns exemplares, embora da mesma espécie, em razão da natureza do solo, condições climáticas etc., diferem do padrão normal, apresentando madeira esbranquiçada e muito fibrosa, de baixa qualidade (por isso chamada em algumas regiões de cedro-batata).

Obs.: a espécie *C. odorata* é a mais adequada das madeiras nacionais para fabricação de caixas de charutos, por ser leve, estável (como todos os cedros), permitir a respiração e ainda conferir um perfume agradável ao produto⁽⁵⁸⁾.

Recomendações gerais: madeira delicada, cuidado com o martelo. Em embarcações miúdas, como botes, bateiras e baleiras, pode ser usada no casco, porém convém usar madeiras mais fortes para vigas, cavernas, quilha e roda-de-proa. Usada na forração do casco, resultará em embarcação leve, que segura bem a calafetação, não racha e é de boa durabilidade.

Curiosidade: o cedro verdadeiro, ou original, é o do Líbano (árvore na bandeira), *Cedrus libani*, família Pinaceae, portanto uma conífera, nenhum relacionamento com o "nosso" cedro, exceto pelo perfume, principalmente na espécie *Cedrela odorata*. Pelo menos, assim acharam os portugueses...

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo IPT/SP para espécies do gênero *Cedrela*, colhidas em SP, PR, e SC⁽⁴¹⁾.

Propriedades físicas

- Massa específica (densidade) $\mu = 15\%$ – g/cm^3 D – 0,53 – leve.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 4,0 – média. Tangencial = 6,2 – baixa. Volumétrica = 11,6 – baixa.

Propriedades mecânicas

- Compressão axial – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 σ – 399 – baixa.
- Coeficiente de qualidade $\sigma/100D$ – 7,5 – médio.
- Flexão estática – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 – 828 – baixo.
- Choque – trabalho absorvido – mad. seca ao ar – kgf.m – 2,01 – médio.
- Cisalhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 72 – baixo.
- Dureza Janka – mad. verde – kgf – 320 – baixa.
- Tração normal às fibras – mad. verde – kgf/cm^2 – 52 – baixa.
- Fendilhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 5,9 – baixo.

CINCO-FOLHAS OU CAROBA-BRANCA (23)

Introdução: diversas espécies da família Bignoniaceae confundem-se na terminologia popular. A espécie que nos parece correspondente a essa madeira de lei, embora leve, é o ipê-de-flor-branca, anteriormente classificado como *Tecoma leucantha*.

Classificação botânica: *Sparattosperma vernicosum*, *S. leucanthum*, família Bignoniaceae.

Nomes vulgares: caroba-branca, em São Paulo; cinco-folhas, cinco-chagas, no Espírito Santo e Minas Gerais; ipê-batata, ipê-bóia, ipê-branco (as flores), tarumã, em Mato Grosso do Sul.

Ocorrência: Sul da Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Minas Gerais e Mato Grosso.

Classificação comercial: madeira de lei.

Aspecto – características gerais

Alburno: pouco diferenciado.

Anéis de crescimento: distintos, regulares, demarcados por tecido fibroso mais denso.

Brilho: moderado.

Cheiro e gosto: indistintos.

Figura e cor: cerne palha, levemente rosada, na face tangencial apresenta estrias longitudinais mais escuras.

Grã: direita, levemente irregular.

Peso: madeira moderadamente pesada, $D < 0,60 \text{ g/cm}^3$.

Textura: média, superfície tangencial lisa ao tato.

Durabilidade natural: baixa resistência a fungos apodrecedores e xilófagos. Boa permeabilidade às soluções preservantes.

Aplicações recomendadas: na carpintaria naval, é adequada à construção de canoas e embarcações miúdas, nestas podendo ser usada no tabuado do casco, bancos e castelos, não devendo ser usada nas vigas estruturais. Na carpintaria civil, usar apenas em obras internas, sem responsabilidade estrutural e miolo contraplacado. Não usar em assoalhos, telhados, nem em obras expostas ao intemperismo.

Obs.: usada em pequenas embarcações para o mar, a água salgada a preservará de fungos e xilófagos, e as embarcações leves são constantemente puxadas (recolhidas em abrigos), o que as livra do ataque dos teredos.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo IPT/SP para a espécie *Jacaranda semiserrata* – caroba –, colhida em SP⁽⁴¹⁾.

Obs.: da família Bignoniaceae, esta foi à espécie mais próxima da caroba-branca, ou cinco-folhas, da qual encontrei dados de laboratório sobre estas propriedades. Servem como referência.

Propriedades físicas

- Massa específica (densidade) $\mu = 15\%$ – g/cm^3 D – 0,57 – moderadamente pesada.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 3,4 – baixa. Tangencial = 11,1 – média. Volumétrica = 20,8 – alta.

Propriedades mecânicas

- Compressão axial – limite de resistência $\mu = 15\%$ a – kgf/cm^2 σ – 312 – baixa.
- Coeficiente de qualidade $\sigma/100D$ – kgf/cm^2 – 5,4 – baixo.
- Flexão estática – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 – 658 – baixa.
- Choque trabalho absorvido – mad. seca ao ar – kgf.m – 1,36 – baixo.
- Cisalhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 78 – baixo.
- Dureza Janka – mad. verde – kgf – 342 – baixa.
- Tração normal às fibras – mad. verde – kgf/cm^2 – 66 – média.
- Fendilhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 6,9 – médio.

COATAQUIÇAUÁ OU ROXINHO (24,45,46,47 E 48)

Introdução: quinze são as espécies botânicas⁽¹⁰⁾, segundo alguns autores, que produzem madeira, tratadas aqui genericamente como roxinho ou pau-roxo. Esta ficha abrange as espécies de números 24, 45, 46, 47 e 48, arroladas na "Relação de madeiras indicadas para construção naval".

A experiência dos carpinteiros navais nos informa que as diversas espécies botânicas de madeira (roxinho) de um mesmo gênero – *Peltogyne* –, com pequenas diferenças, podem ser tratadas como se fossem uma só madeira, em termos práticos. Obviamente, levadas aos laboratórios, cada espécie (das cinco consideradas) apresentará propriedades um pouco (só um pouco) diferentes. Mas as diferenças entre as cinco espécies não serão mais divergentes do que se tomarmos madeiras de uma mesma espécie, colhidas em diferentes regiões do Brasil.

A idade da árvore, a natureza do solo, a amostra tirada mais junto à raiz ou à copa, também contribuem para resultados diversos. Ou seja, essas pequenas diferenças, entre as várias espécies do gênero, não invalidam a nossa proposta de juntá-las, como uma só madeira. Na carpintaria, uma só; na botânica, cinco. Com os ipês (dezenas de espécies) fazemos algo semelhante. Juntamos tudo em duas madeiras: ipê-tabaco e ipê-pardo.

Classificação botânica: gênero *Peltogyne*, família Leguminosae Caesalpinoideae, em diversas espécies⁽⁷⁾.

Nomes vulgares: coatiçuá, pau-roxo, pau-violeta, guarabu, amarante, pau-roxo-da-terra-firme, coraci.

Ocorrência: Floresta Amazônica e parte da Mata Atlântica, até São Paulo.

Classificação comercial: madeira de lei, madeira nobre.

Aspecto – características gerais

Alborno: contrastado, branco-palha (muito diferenciado).

Anéis de crescimento: pouco distinto, demarcado por tecido fibroso mais denso (e mais escuro).

Brilho: moderado; ao natural, adquire brilho ao esfregar de outra madeira dura.

Cheiro e gosto: indistintos.

Figura e cor: cerne de cor violeta, escurecendo para roxo forte por oxidação, ou por tratamento com óleo ou verniz. Embora os anéis anuais sejam pouco notados, a madeira apresenta belas faixas em tom roxo mais forte, num contraste magnífico.

Grã: irregular (pouco), quase direita.

Peso: muito pesada – D>1,0 – dura e resistente ao corte. Boa trabalhabilidade⁽¹⁴⁾.

Textura: fina, lisa ao tato.

Durabilidade natural: muito resistente aos xilófagos, porém medianamente resistente à umidade. Baixa permeabilidade às soluções preservantes⁽²⁾.

Aplicações recomendadas: por sua resistência mecânica e durabilidade elevada se presta a qualquer viga, na construção naval ou civil⁽⁴⁰⁾, todavia, sua cor especial e beleza nobre a recomendam para assoalhos, lambris e forros decorativos, móveis (apesar do peso elevado), tacos de bilhar, marchetaria e peças de decoração, cabos de ferramentas e decoração interna de embarcações em fino acabamento. Excelente para raio de carroça! E também para macete do calafate naval e assoalho.

Obs.: tem boa aceitação no mercado norte-americano, para urnas funerárias, certamente um uso nobre⁽¹⁶⁾.

Cuidados especiais: cuidado com a umidade! Muitos de seus "extrativos", inclusive a cor, são solúveis em água; acabamento excelente na lixa, torno e broca. Aplainada, depois de seca, poderá apresentar "ondulações" resultantes da extrema dureza. Furar antes de pregar.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo IPT/SP para a espécie *P. recifensis*, colhida em PE⁽⁴¹⁾.

Propriedades físicas

- Massa específica (densidade) $\mu = 15\%$ – g/cm^3 D – 1,13 – muito pesada.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 4,4 – média. Tangencial = 7,9 – média. Volumétrica = 14,4 – média.

Propriedades mecânicas

- Compressão axial (paralela às fibras) – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 σ – 1.025 – alta.
- Coeficiente de qualidade $\sigma/100D$ – 9,4 – alto.
- Flexão estática – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 – 1.841 – alta.
- Choque – trabalho absorvido – mad. seca ao ar – kgf.m – 6,13 – alto.
- Cisalhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 206 – alto.
- Dureza Janka – mad. verde – kgf – 1.401 – alta.
- Tração normal às fibras – mad. verde – kgf/cm^2 – 97 – alta.
- Fendilhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 14,1 – alto.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo LPF/IBAMA para a espécie *P. paniculata*, colhida no PA⁽³⁸⁾.

Propriedades físicas

- Densidade aparente $\mu = 12\%$ – g/cm^3 – 1,03.
- Contração por secagem (%): PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 5,1. Tangencial = 8,1. Volumétrica = 12,7.

Propriedades mecânicas

- Flexão estática – módulo ruptura $\mu = 12\%$ – kgf/cm^2 – 1.908.
- Compressão $\mu = 12\%$
 - } Paralela às fibras – resistência à ruptura – kgf/cm^2 a – 923.
 - } Perpendicular às fibras – resistência no limite proporcional – kgf/cm^2 – 203.
- Dureza Janka – mad. verde
 - } Paralela às fibras – kgf – 1.199.
 - } Transversal às fibras – kgf – 1.331.
- Tração perpendicular às fibras – mad. verde – resistência à ruptura – kgf/cm^2 – 44.
- Fendilhamento – mad. verde – resistência à ruptura – kgf/cm – 78.
- Cisalhamento – mad. verde – resistência à ruptura – kgf/cm^2 – 145.

COPAÍBA OU PAU-ÓLEO (25)

Introdução: muitas são as espécies do gênero *Copaifera*, mais comum na região do Planalto Central, porém também encontradas na Região Amazônica e Região Sudeste, todas muito parecidas, merecendo ser tratadas neste manual como uma só madeira, podendo atender aos mesmos usos.

Classificação botânica: *Copaifera langsdorffii*, família Leguminosae Caesalpinioideae.

Nomes vulgares: amarante, no Amazonas; copaibeira, no Piauí e Mato Grosso; copaíba, na Região Centro-Oeste; copaíba-preta, pau-d'óleo-vermelho, na região Sul; óleo-preto.

Ocorrência: considerando as várias espécies, ocorre desde Santa Catarina até o Amazonas, sendo mais comum na Bacia do Paraná.

Classificação comercial: madeira de lei, também com aplicações medicinais para o óleo extraído do tronco.

Aspecto – características gerais

Alburo: muito contrastado, bege-claro algo rosado, pouco resistente.

Anéis de crescimento: distintos, irregulares, caracterizados por tecido fibroso mais escuro, quase preto, e parênquima marginal.

Brilho: acentuado, despontando ao simples esfregar de outra madeira dura, face à abundância de resinas e ceras.

Cheiro: cheiro característico do óleo medicinal balsamo, na madeira recém-cortada.

Figura e cor: cerne castanho-avermelhado-escuro; é madeira tipicamente rajada, não só pelos anéis anuais, como também por faixas longitudinais escuras quase negras (daí o nome vulgar).

Gosto: adstringente.

Grã: direita a irregular.

Peso: moderadamente pesada, boa trabalhabilidade, moderadamente dura ao corte.

Textura: média, lisa ao tato.



Durabilidade natural: muito resistente a fungos e insetos xilófagos, praticamente impermeável à aplicação de soluções preservantes; a madeira é saturada de óleos e resina⁽²⁾. Às vezes apresenta exsudações⁽⁵⁰⁾.

Aplicações recomendadas: na carpintaria naval, o pau-óleo serve para as vigas secundárias na estrutura da embarcação, como dormentes, tricaniz, vaus e latas, porém sua principal aplicação, para a qual é insuperável, é a confecção de "cavernas cozidas", isto é, cavernas dobradas ao vapor (ver capítulo 7), muito usadas em baleeiras e escaleres. Na carpintaria civil, adequada para marcos de portas, caixilhos, peças torneadas, cabos de ferramentas, coronha de armas e móveis de madeira vergada⁽⁴⁰⁾⁽⁵⁵⁾.

Recomendações gerais: o pau-óleo empena com facilidade ao secar e tem tendência a rachar, requerendo manuseio cuidadoso.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo IPT/SP para a espécie *Copaifera langsdorffii*, colhida em SP⁽⁴¹⁾.

Propriedades físicas

- Massa específica (densidade) $\mu = 15\%$ – g/cm^3 D – 0,70 – moderadamente pesada.
- Contração por secagem (%): PSF até $\mu = 0\%$:
Radial = 4,1 – média. Tangencial = 6,7 – baixa. Volumétrica = 11,5 – baixa.

Propriedades mecânicas

- Compressão axial – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 σ – 504 – médio.
- Coeficiente de qualidade $\sigma/100D$ – 7,1 – médio.
- Flexão estática – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 – 1.028 – médio.
- Choque- trabalho absorvido – mad. seca ao ar – kgf.m – 2,76 – médio.
- Cisalhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 102 – médio.
- Dureza Janka – mad. verde – kgf – 433 – média.
- Tração normal às fibras – mad. verde – kgf/cm^2 – 69 – média.
- Fendilhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 7,7 – médio.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo LPF/IBAMA para as espécies *C. duckei* e *C. reticulata*, colhidas na Floresta Nacional de Tapajós, PA⁽³⁷⁾.

Propriedades físicas

- Peso específico básico – g/cm^3 – 0,62.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 4,1. Tangencial = 8,2. Volumétrica 12,5.

Propriedades mecânicas

- Flexão estática – módulo ruptura $\mu = 12\%$ – kgf/cm^2 – 1.179.
- Compressão $\mu = 12\%$
 - } Paralela às fibras – máx. resistência – kgf/cm^2 – 600.
 - } Perpendicular às fibras – esforço no limite proporcional – kgf/cm^2 – 99.
- Dureza Janka – mad. verde
 - } Paralela – kgf – 538.
 - } Transversal – kgf – 543.
- Tração perpendicular às fibras – máx. resistência – mad. verde – kgf/cm^2 – 44.
- Cisalhamento – máx. resistência – mad. verde – kgf/cm^2 – 91.

CUMARU (26)

Introdução: A “Relação de madeiras indicadas para construção naval” indica o nome vulgar de cumaru-ferro, botanicamente *Coumarouna ferrea*, uma das espécies dessa madeira. Várias espécies desse gênero são comercializadas como cumaru, e muito pouco diferem entre si. Nesta ficha, vamos tratar da espécie que deu fama ao gênero, conhecida por cumaru-verdadeiro, cujas sementes ricas em cumarina são exportadas para produção de perfumes.

Classificação botânica: *Coumarouna odorata* ou *Dipteryx odorata*, família Leguminosae Papilionoideae.

Nomes vulgares: cumaru-verdadeiro, cumaru-da-folha-grande, cumaru-do-amazonas, cumaru-ferro, cumaru-amarelo, cumaru-roxo, ipê-cumaru, ipê-champanhe, champanhe, muimapajé.

Ocorrência: Floresta Amazônica.

Classificação comercial: madeira de lei.

Aspecto – características gerais

Alburno: contrastado, pouco resistente.

Anéis de crescimento: pouco distintos, demarcados por zonas fibrosas mais densas.

Brilho: face tangencial de brilho moderado.

Cheiro e gosto: indistintos.

Figura e cor: cerne, ao cortar, castanho-claro-esverdeado, evoluindo para castanho-amarelado, com a pontuação vascular (parênquima paratraqueal) nitidamente amarela, criando um aspecto de microbolhas, lembrando o champanhe; as camadas de crescimento apresentam castanho mais escuro, dando-lhe aspecto fibroso.

Grã: reversa.

Peso: madeira muito pesada, dura ao corte, muito resistente e estável, boa trabalhabilidade.

Textura: fina a média, superfície tangencial lisa ao tato.



Durabilidade natural: alta resistência a fungos apodrecedores e xilófagos (razoável a teredos). Praticamente impermeável a soluções preservantes.

Aplicações recomendadas: na carpintaria naval, em todas as partes das obras vivas, todas as vigas do casco, além de sobressano, verdugos e dormentes; indicada especialmente para quilha, sobrequilha e pés-de-caverna. Na carpintaria civil, vigas estruturais, marcos e esquadrias (folhas não), tacos, assoalho, móveis, lâminas faqueadas para capear compensados.

Também recomendado para pontes, travessas, vigas, trabalhos hidráulicos em obras portuárias, como assoalho e vigamento de deques, construção pesada, chapas decorativas e engrenagens⁽¹⁶⁾.

Não a recomendo para usos externos mais rústicos, como dormentes, postes, moirões; por ser desperdício.

O cumaru pouco a pouco se impõe como madeira nobre, por sua estabilidade, resistência e aspecto muito agradável.

Obs.: em 1777, o naturalista Alexandre Rodrigues Ferreira encaminhou carta ao Ministro da Marinha, em Lisboa, anexando amostras das madeiras reconhecidas como as mais indicadas para a construção naval⁽⁵²⁾. Sobre o cumaru, indicou os seguintes usos: cavernas, braços, aposturas, roda-de-proa, coral, buçarda, trincanizes, vaus, cadaste e curvas. Em que pese a passagem dos séculos, as indicações parecem-me corretas.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo IPT/SP para a espécie *Dipteryx odorata*, colhida no PA⁽⁴¹⁾.

Propriedades físicas

- Massa específica (densidade) $\mu = 15\%$ – g/cm^3 D – 1,09 – muito pesada.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 5,3 – média. Tangencial = 8,2 – média. Volumétrica = 13,6 – baixa.

Propriedades mecânicas

- Compressão axial – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 σ – 961 – alta.
- Coeficiente de qualidade $\sigma/100D$ – kgf/cm^2 – 8,8 – alto.
- Flexão estática – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 – 1.818 – alta.
- Choque – trabalho absorvido – mad. seca ao ar – kgf.m
- Cisalhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 145 – médio.
- Dureza Janka – mad. verde – kgf – 998 – alta.
- Tração normal às fibras – mad. verde – kgf/cm^2 – 76 – média.
- Fendilhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 11,3 – alto.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo LPF/IBAMA para a espécie *Dipteryx odorata*⁽³⁸⁾.

Propriedades físicas

- Densidade básica – g/cm^3 – 0,91.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 5,4. Tangencial = 8,4. Volumétrica = 13,5.

Propriedades mecânicas

- Flexão estática – módulo ruptura $\mu = 12\%$ – kgf/cm^2 – 1.764.
- Compressão $\mu = 12\%$
 - } Paralela às fibras – máx. resistência – kgf/cm^2 – 987.
 - } Perpendicular às fibras – esforço no limite proporcional – kgf/cm^2 – 210.
- Dureza Janka – mad. verde
 - } Paralela – kgf – 1.292.
 - } Transversal – kgf – 1.393.
- Tração perpendicular às fibras – máx. resistência – mad. verde – kfg/cm^2 – 64.
- Fendilhamento – máx. resistência – mad. verde – kgf/cm^2 – 93.
- Cisalhamento – máx. resistência – mad. verde – kg/cm^2 – 169.

CUPIÚBA (27)

Classificação botânica: *Goupia glabra*, família Celastraceae⁽⁴¹⁾⁽¹⁰⁾; por outros autores⁽²¹⁾, classificada na família Goupiaceae.

Nomes vulgares: bragantina, cachaceira, copiúva, peniqueiro, peroba-bosta, peroba-fedida e perobinha.

Ocorrência: Floresta Amazônica.

Classificação comercial: madeira de lei.

Aspecto – características gerais

Alburno: pouco contrastado, rosado.

Anéis de crescimento: indistintos.

Brilho: sem brilho na face tangencial.

Cheiro: desagradável (ver os nomes vulgares acima) na madeira recém-cortada.

Figura e cor: sobre um fundo castanho-bege, tons de rosa, com riscos e faixas estreitas avermelhadas, irregulares, alguns mais escuros.

Grã: irregular, cruzada reversa.

Peso: madeira pesada, dura ao corte, porém de razoável trabalhabilidade, exceto para a plaina.

Textura: média, um pouco áspera ao tato.



Durabilidade natural: altamente resistente a fungos e xilófagos. Moderadamente permeável à aplicação de soluções preservantes. Baixa resistência aos gusanos.

Aplicações recomendadas: na carpintaria naval, para peças estruturais intermediárias nas obras vivas e mortas, tais como dormentes, trincanizes, latas, tabuados do convés, braços-de-caverna e pés-de-carneiro. Na construção civil, para assoalhos, marcos de portas e janelas, estrutura de telhados, obras externas, mesmo sujeitas a intemperismo. Apesar de adequada/resistente, não deve ser desperdiçada em obras externas mais rústicas como postes, dormentes, moirões etc.

Recomendações: no uso interno, assegurar a boa secagem da madeira para eliminar o mau cheiro⁽⁶⁸⁾. Furar antes de pregar.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo IPT/SP para a espécie *Goupia glabra*, colhida no PA⁽⁴¹⁾.

Propriedades físicas

- Massa específica (densidade) $\mu = 15\%$ – g/cm^3 D – 0,87 – pesada.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 4,8 – média. Tangencial = 9,1 – média. Volumétrica = 16,1 – média.

Propriedades mecânicas

- Compressão axial – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 σ – 685 – alto.
- Coeficiente de qualidade $\sigma/100D$ – 8,0 – alto.
- Flexão estática – limite qualidade $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 – 1.245 – médio.
- Choque – trabalho absorvido – mad. seca ao ar – kgf.m – 3,01 – médio.
- Cisalhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 124 – médio.
- Dureza Janka – mad. verde – kgf – 639 – média.
- Tração normal às fibras – mad. verde – kgf/cm^2 – 69 – média.
- Fendilhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 9,4 – médio.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo LPF/IBAMA para a espécie *Goupia glabra*, colhida no PA⁽³⁸⁾.

Propriedades físicas

- Densidade básica – g/cm^3 – 0,71.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 4,5. Tangencial = 8,4. Volumétrica = 13,2.

Propriedades mecânicas

- Flexão estática – módulo ruptura $\mu = 12\%$ – kgf/cm^2 – 1.340.
- Compressão $\mu = 12\%$
 - Paralela às fibras – máx. resistência – kgf/cm^2 – 689.
 - Perpendicular às fibras – esforço no limite proporcional – kgf/cm^2 – 148.
- Dureza Janka – mad. verde
 - Paralela – kgf – 778.
 - Transversal – kgf – 747.
- Tração perpendicular às fibras – máx. resistência – mad. verde – kgf/cm^2 – 66.
- Fendilhamento – máx. resistência – mad. verde – kgf/cm^2 – 73.
- Cisalhamento – máx. resistência – mad. verde – kgf/cm^2 – 125.

FREIJÓ (28)

Classificação botânica: *Cordia goeldiana*, família Boraginaceae. A espécie *Cordia sagotti*, do Pará, produz madeira muito semelhante.

Nomes vulgares: claraíba, cordia-preta, frei-jorge, frejó, louro-freijó, louro-preto.

Ocorrência: Floresta Amazônica, principalmente Pará.

Classificação comercial: madeira de lei, madeira nobre.

Aspecto – características gerais

Alburno: pouco contrastado, bege-claro.

Anéis de crescimento: pouco distintos, caracterizados por zonas fibrosas mais densas.

Brilho: acentuado a fraco, principalmente na face radial.

Cheiro: característico, suave.

Figura e cor: cerne pardo-claro-amarelado ou pardo-claro-acastanhado, às vezes com reflexos roxos.

Gosto: indistinto.

Grã: direita a cruzada reversa.

Peso: moderadamente pesada, moderadamente dura ao corte, boa trabalhabilidade.

Textura: média, moderadamente áspera ao tato.



Obs.: tende a fendilhar e encanoar, sem excesso, na secagem.

Durabilidade natural: boa resistência a fungos apodrecedores, moderadamente resistente a insetos xilófagos. Baixa permeabilidade às soluções preservantes⁽²⁾.

Aplicações recomendadas: na carpintaria naval, adequado para quase todos os usos nas embarcações, exceto nas principais vigas, quilha, roda e cadaste, também verdugo e sobressano. Atualmente escasso e considerado nobre, o freijó deve ser reservado ao interior de embarcações de fino acabamento. Na carpintaria civil, esquadrias de alto padrão, móveis finos, capa de contraplacado em folha faqueada, lambris, painéis, corrimão de escada, coronhas de armas; sempre como madeira aparente. Na construção aeronáutica, hélices e estruturas de pequenos aviões e planadores.

Obs. 1: presença de muitos cristais de oxalato de cálcio, pode ser agressivo às ferramentas, tirando o fio⁽³⁶⁾.

Obs. 2: a espécie *Cordia sagotii* apresenta propriedades físicas e mecânicas quase equivalentes à *C. goeldiana*, e seu comportamento em estabilidade e trabalhabilidade pouco diferem.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo IPT/SP para a espécie *Cordia goeldiana*, colhida no PA⁽⁴¹⁾.

Propriedades físicas

- Massa específica (densidade) $\mu = 15\%$ – g/cm^3 D – 0,59 – moderadamente pesada.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 3,2 – baixa. Tangencial = 6,7 – baixa. Volumétrica = 9,1 – baixa.

Propriedades mecânicas

- Compressão axial – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 σ – 470 – médio.
- Coeficiente de qualidade $\sigma/100D$ – 8,0 – alto.
- Flexão estática – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 – 955 – médio.
- Choque – trabalho absorvido – mad. seca ao ar – kgf.m – 2,8 – médio.
- Cisalhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 85 – médio.
- Dureza Janka – mad. verde – kgf – 401 – médio.
- Tração normal às fibras – mad. verde – kgf/cm^2 – 43 – baixa.
- Fendilhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 5,6 – baixa.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo LPF/IBAMA para a espécie *Cordia goeldiana*, colhida na Floresta Nacional de Tapajós⁽³⁷⁾.

Propriedades físicas

- Peso específico básico – g/cm^3 – 0,48.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 4,1. Tangencial = 6,6. Volumétrica = 10,6.

Propriedades mecânicas

- Flexão estática – módulo ruptura $\mu = 12\%$ – kgf/cm^2 – 932.
- Compressão $\mu = 12\%$
 - Paralela às fibras – máx. resistência – kgf/cm^2 – 517.
 - Perpendicular às fibras – esforço no limite proporcional – kgf/cm^2 – 62.
- Dureza Janka – mad. verde
 - Paralela – kgf – 418.
 - Transversal – kgf – 360.
- Tração perpendicular às fibras – máx. resistência – mad. verde – kgf/cm^2 – 35.
- Cisalhamento – máx. resistência – mad. verde – kgf/cm^2 – 68.

GUARAJUBA (VA) (29)

Introdução: o gênero botânico *Terminalia* tem diversas espécies conhecidas vulgarmente por guarajuba ou tanibuca, na Região Sul até São Paulo; por merindiba ou amarelinho, na Região Sudeste e Centro-Oeste; e capitão-amarelo e cuiarana, na Amazônia.

Classificação botânica: *Terminalia* spp, família Combretaceae. *T. acuminata*, *T. amazonica*, *T. brasiliensis*.

Nomes vulgares: além dos já citados, capitão-mussambê, dedaleiro, sarandi, amêndoa-brava, capitão-do-campo, cuia e cuiarana.

Ocorrência: considerando as várias espécies em quase todo o país, mais comum nas regiões Sul e Sudeste.

Classificação comercial: madeira de lei.

Aspecto – características gerais

Alburno: pouco contrastado, amarelo-claro a marrom-amarelado.

Anéis de crescimento: distintos, regulares, demarcados por zonas fibrosas mais densas.

Brilho: moderado, irregular na face tangencial.

Cheiro e gosto: indistintos.

Cor: cerne amarelo-oliváceo, às vezes com veios ou manchas marrons. Há espécies mais amarelas e outras mais arroxeadas, segundo a região. As espécies da Amazônia apresentam o cerne marrom-claro, algo amarelado.

Figura: manchas ou veios marrom-avermelhados.

Grã: revessa e ondulada.

Peso: madeira pesada, dura ao corte, média trabalhabilidade a ruim.

Textura: média, áspera ao tato.



Obs. 1: definiria melhor a cor da guarajuba situá-la em amarelo-sujo, mas é pouco técnico.

Obs. 2: sua baixa resistência a fungos manchadores, às vezes mascara sua cor.

Durabilidade natural: madeira rica em óleos/resinas, tem boa resistência aos insetos xilófagos e mediana resistência a fungos apodrecedores. Baixa absorção de soluções preservantes, mesmo sob pressão.

Aplicações recomendadas: na carpintaria naval, é pau para toda obra, mas não recomendável para as principais vigas estruturais, como quilha, sobrequilha, roda e cadaste. Usar em braços-de-caverna, trincaniz, vaus e latas. Na carpintaria civil, é mais adequada às vigas internas, telhados, marcos de esquadrias e assoalhos.

Recomendações gerais: manter afastada da umidade (água doce); tendência a rachaduras.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo IPT/SP para a espécie *Terminalia sp.*, colhida em SP⁽⁴¹⁾.

Propriedades físicas

- Massa específica (densidade) $\mu = 15\%$ – g/cm^3 D – 0,90 – pesada.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 4,3 – média. Tangencial = 8,7 – média. Volumétrica = 15,1 – média.

Propriedades mecânicas

- Compressão axial – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 σ – 606 – médio.
- Coeficiente de qualidade $\sigma/100D$ – 6,8 – médio.
- Flexão estática – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 – 1,157 – média.
- Choque – trabalho absorvido – mad. seca ao ar – kgf.m – 3,37 – médio.
- Cisalhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 138 – alto.
- Dureza Janka – mad. verde – kgf – 723 – média.
- Tração normal às fibras – mad. verde – kgf/cm^2 – 90 – média.
- Fendilhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 10,2 – médio.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo LPF/IBAMA para a espécie *Terminalia amazonica*, colhida na Floresta Nacional de Tapajós sob o nome vulgar cuiarana⁽³⁷⁾.

Propriedades físicas

- Peso específico básico – g/cm^3 – 0,80.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 5,2. Tangencial = 7,8. Volumétrica = 12,8.

Propriedades mecânicas

- Flexão estática – módulo ruptura $\mu = 12\%$ – kgf/cm^2 – 1.489.
- Compressão $\mu = 12\%$
 - } Paralela às fibras – máx. resistência – kgf/cm^2 – 795.
 - } Perpendicular às fibras – esforço no limite proporcional – kgf/cm^2 – 143.
- Dureza Janka – mad. verde
 - } Paralela – kgf – 902.
 - } Transversal – kgf – 928.
- Tração perpendicular às fibras – máx. resistência – mad. verde – kgf/cm^2 – 52.
- Cisalhamento – máx. resistência – mad. verde – kgf/cm^2 – 119.

GUARIÚBA (30)

Introdução: a família Moraceae (das amoras e figos) fornece quatro madeiras de lei, sendo duas muito parecidas: a guariúba e a tajuva, na Bahia, havendo às vezes confusão entre estas no comércio.

Classificação botânica: *Clarisia racemosa*, família Moraceae.

Nomes vulgares: oiticica, oiticica-amarela, catruz, janitá, oiti, guariúba-amarela.

Ocorrência: Floresta Amazônica, Minas Gerais, Bahia, Espírito Santo.

Classificação comercial: madeira de lei.

Aspecto – características gerais

Alburno: contrastado, branco-amarelado.

Anéis de crescimento: pouco distintos.

Brilho: acentuado.

Cheiro e gosto: indistintos.

Cor: cerne amarelo quando recém-cortado, escurecendo para amarelo-queimado ou castanho levemente amarelado.

Figura: linhas vasculares em faixas mais escuras, na face tangencial.

Grã: cruzada, um tanto irregular.

Peso: moderadamente pesada, boa trabalhabilidade.

Textura: média para grossa, ligeiramente áspera ao tato.



Durabilidade natural: resistência moderada a fungos e a insetos xilófagos. Permeabilidade moderada a soluções preservantes, sob pressão.

Aplicações recomendadas: na carpintaria naval, madeira estável, moderadamente pesada e resistente. É indicada para vigas secundárias na estrutura das obras vivas, como vaus, latas, trincaniz e braços-de-caverna, borda-falsa e obras mortas (todos os serviços). Na carpintaria civil, indicada para assoalhos, móveis, folhas faqueadas da capa de compensados, esquadrias, rodapés e alisares (vistas), molduras, venezianas e instrumentos musicais⁽⁶⁰⁾. Não a recomendo para serviços externos, sujeitos à umidade (água doce).

Obs.: citada como madeira de construção naval no Grão-Pará, em carta de 1777 do naturalista Alexandre Rodrigues Ferreira ao Ministro da Marinha em Lisboa – “semelhante à tatajuba” (sic)⁽⁵²⁾.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo IPT/SP para a espécie *Clarisia racemosa* colhida no ES⁽⁴¹⁾.

Propriedades físicas

- Massa específica (densidade) $\mu = 15\%$ – g/cm^3 D – 0,56 – moderadamente pesada.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 2,2 – baixa. Tangencial = 4,4 – baixa. Volumétrica = 7,3 – baixa.

Propriedades mecânicas

- Compressão axial – limite de resistência – $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 σ – 460 – médio.
- Coeficiente de qualidade $\mu = 15\%$ – $\sigma/100D$ – 8,2 – alto.
- Flexão estática – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 – 819 – baixa.
- Choque – trabalho absorvido – mad. seca ao ar – kgf.m – 1,0 – baixo.
- Cisalhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 100 – médio.
- Dureza Janka – mad. verde – kgf – 493 – média.
- Tração normal às fibras – mad. verde – kgf/cm^2 – 59 – média.
- Fendilhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 6,2 – baixo.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo LPF/IBAMA para a espécie *Clarisia racemosa*, colhida na Estação Experimental de Curuá-Una, PA⁽³⁸⁾.

Propriedades físicas

- Densidade básica – g/cm^3 – 0,60.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 3,1. Tangencial = 6,2. Volumétrica = 10.

Propriedades mecânicas

- Flexão estática – módulo ruptura $\mu = 12\%$ – kgf/cm^2 – 1.110.
- Compressão – $\mu = 12\%$
 - Paralela às fibras – máx. resistência – kgf/cm^2 – 658.
 - Perpendicular às fibras – esforço no limite proporcional – kgf/cm^2 – 95.
- Dureza Janka – mad. verde
 - Paralela – kgf – 614.
 - Transversal – kgf – 530.
- Tração perpendicular às fibras – máx. resistência – mad. verde – kgf/cm^2 – 42.
- Fendilhamento – mad. verde – máx. resistência – kgf/cm^2 – 57.
- Cisalhamento – mad. verde – máx. resistência – kgf/cm^2 – 109.

GUATAMBU OU PEROBA (31)

Introdução: o gênero botânico *Aspidosperma*, com ocorrência em quase todo o país, engloba várias espécies de madeiras, mais conhecidas no Sul por peroba, guatambu ou pequiá, no Norte como aracanga ou carapanaúba. (Ver introdução da ficha 10 – aracanga.)

Classificação botânica: *Aspidosperma* { *parvifolium*
populifolium – família Apocynaceae.
macrocarpon

Nomes vulgares: peroba, peroba-rosa, peroba-guatambu, guatambu-peroba, guatambu, pequiá, pitiá.

Obs.: não confundir com pequi ou piqui.

Ocorrência: Mata Atlântica, na Região Sul; porém, considerando as várias espécies assemelhadas, incluem a região Amazônica.

Classificação comercial: madeira de lei.

Aspecto – características gerais

Alburno: pouco contrastado, amarelo palha.

Anéis de crescimento: pouco distintos, delimitados por zonas fibrosas mais densas.

Brilho: moderado.

Cheiro: indistinto.

Cor: cerne amarelado com manchas rosadas ou faixas róseo-avermelhadas, perdendo com o tempo, quando recém-cortada, os tons vermelhos mais fortes, tornando-se mais amarelo-palha.

Figura: o não contraste entre os tecidos é a característica marcante das perobas, onde fibras e parênquima se confundem, e os poros não aparecem, visíveis só sob lente.

Gosto: amargo, adstringente, característicos das perobas (trava a boca do lixador).

Grã: direita, algo cruzada ondulada ou irregular.

Peso: madeira pesada, dura ao corte, porém de boa trabalhabilidade, com tendência ao fendilhamento.

Textura: muito fina.



Durabilidade natural: boa resistência a insetos xilófagos, boa resistência a teredos navais, mediana resistência a fungos apodrecedores, baixa permeabilidade a soluções preservantes.

Aplicações recomendadas: na carpintaria naval, vigas estruturais, quilha, sobrequilha, roda, cavernas, cadaste, escoas, dormentes e tabuado do casco. Na carpintaria civil da região Sul, no tempo das tábuas corridas, seu uso consagrou-se em assoalhos de duas cores, pelo emprego de tábuas alternadas de peroba e canela-preta. Marcos de esquadrias, estrutura de telhado, peças torneadas e todas as vigas⁽⁵⁵⁾.

Não a recomendo para lambris, painéis, nem folhas de esquadrias, pela tendência a empenar e apresentar a superfície tangencial fendilhada.

Obs.: citada como madeira de construção naval no Grão-Pará, em carta de 1777 do naturalista Alexandre Rodrigues Ferreira ao Ministro da Marinha em Lisboa, recomendava "para toda a ossada do casco, também para forros [...] por conservar bem os pregos (sic)⁽⁵²⁾".

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo IPT/SP para a espécie *Aspidosperma sp* – pequiá –, colhido no ES⁽⁴¹⁾.

Propriedades físicas

- Massa específica (densidade) $\mu = 15\%$ – g/cm³ D – 0,83 – pesada.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 5,4 – média. Tangencial = 8,9 – média. Volumétrica = 15,9 – média.

Propriedades mecânicas

- Compressão axial – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm² $\sigma = 683$ – alta.
- Coeficiente de qualidade $\sigma/100D = 8,2$ – alto.
- Flexão estática – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm² – 1.313 – alta.
- Choque – trabalho absorvido – mad. seca ao ar – kgf.m – 3,7 – médio.
- Cisalhamento – mad. verde – kgf/cm² – 158 – alto.
- Dureza Janka – mad. verde – kgf/cm² – 927 – alta.
- Tração normal às fibras – mad. verde – kgf/cm² – 91 – alta.
- Fendilhamento – mad. verde – kgf/cm² – 10,3 – médio.

GONÇALO-ALVES OU MARACATIARA (32)

Introdução: como também ocorre com muitas de nossas madeiras, especialmente as “de lei”, a gonçalo-alves varia de nome de região para região, e algumas espécies botânicas afins, do mesmo gênero *Astronium*, com características assemelhadas, são reunidas, na prática, como a mesma madeira.

Classificação botânica: *Astronium macrocalyx* na Região Sudeste; *Lecointei* na Amazônia. Família Anacardiaceae.

Obs.: não confundir com *Astronium graveolens* ou *Astronium balansae*, mais conhecido como Aderno, pau-ferro (inadequado) ou gibatão e aroeirão.

A espécie *Astronium macrocalyx* do Sudeste produz madeira um pouco mais densa e pesada. Na Amazônia, as espécies *A. gracile*, *A. lecointei* e *A. ulei* são as mais conhecidas.

Na prática, podemos tratá-las como a mesma madeira⁽²⁸⁾.

Nomes vulgares: aratanha, aroeira-do-campo, aroeira-vermelha, cubatã, maracatiara; atualmente proveniente da Amazônia, a denominação mais comum é maracatiara ou muiracatiara.

Ocorrência: cerrados do Brasil Central e do Pará; ocorria também no planalto da Região Sul e Sudeste, onde hoje é raríssimo.

Classificação comercial: madeira de lei, madeira nobre.

Aspecto – características gerais

Alburo: diferenciado, bege-claro muito fraco.

Anéis de crescimento: distintos, regulares, demarcados por zonas de tecido fibroso mais denso.

Brilho: acentuado normalmente nas listas axiais (longitudinais), com brilho algo dourado. A muiracatiara da Amazônia tem brilho moderado.

Cheiro: indistinto.

Figura e cor: além dos anéis de crescimento, a principal figura decorativa são as faixas irregulares, castanho ou marrom-escuro forte, que se sobrepõem ao cerne castanho-avermelhado ou vermelho-escuro. Madeira muito decorativa.

Gosto: adstringente.

Grã: irregular, cruzada ondulada.

Peso: madeira muito pesada, $D > 1,0$. As espécies da Amazônia são um pouco menos densas. Resistentes ao corte, boa trabalhabilidade.

Textura: média, lisa ao tato.



Durabilidade natural: resistente a fungos apodrecedores e insetos xilófagos. Pouco permeável a tratamento com preservantes, mesmo sob pressão.

Aplicações recomendadas: na carpintaria naval, era usada para todas as vigas estruturais das obras vivas, porém hoje só a recomendaria para o acabamento de interiores de embarcações, tirando partido de sua rara beleza. Na carpintaria civil, madeira muito decorativa; por seu aspecto distinto, é adequada a usos nobres em mobiliário de alto padrão de acabamento, pequenos objetos de decoração, assoalho, lambris e forros, instrumentos musicais⁽⁶⁰⁾. Esquadrias, não usar em folhas de janelas (muito pesada).

Não recomendo para obras externas (embora resistente e adequada), pois perderia seu principal atributo, o belo aspecto decorativo, o que seria um desperdício.

Recomendações gerais: as propriedades físicas e mecânicas, medidas em laboratório, nem sempre nos dão um exato retrato do comportamento da madeira, até porque esse desempenho depende muito dos componentes químicos das impregnações da celulose, infelizmente difíceis de serem isolados.

Como regra geral, a maracatiara da Amazônia é menos densa, mais fácil de trabalhar que a gonçalo-alves da Região Sudeste, porém ambas são madeiras muito estáveis, resistentes e de boa trabalhabilidade e acabamento.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo IPT/SP para a espécie *A. macrocalyx*, colhida no ES⁽⁴¹⁾.

Propriedades físicas

- Massa específica (densidade) $\mu = 15\%$ – g/cm^3 D – 1,07 – muito pesada.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 5,9 – alta. Tangencial = 9,3 – média. Volumétrica = 17,6 – média.

Propriedades mecânicas

- Compressão axial – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 σ – 697 – alta.
- Coeficiente de qualidade $\sigma/100D$ – 6,4 – baixo.
- Flexão estática – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 – 1,191 – média.
- Choque – trabalho absorvido – mad. seca ao ar – kgf.m – 1,60 – baixo.
- Cisalhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 147 – alto.
- Dureza Janka – mad. verde – kgf – 933 – alta.
- Tração normal às fibras – mad. verde – kgf/cm^2 – 97 – alta.
- Fendilhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 16 – alto.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo LPF/IBAMA para a espécie *A. lecointei*, colhida no PA⁽³⁸⁾.

Propriedades físicas

- Densidade básica – g/cm^3 – 0,79.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 4,6. Tangencial = 7,6. Volumétrica = 11,9.

Propriedades mecânicas

- Flexão estática – módulo de ruptura $\mu = 12\%$ – kgf/cm^2 – 1.391.
- Compressão – $\mu = 12\%$
 - } Paralela às fibras – máx. resistência – kgf/cm^2 – 840.
 - } Perpendicular às fibras – esforço no limite proporcional – kgf/cm^2 – 141.
- Dureza Janka
 - } Paralela – kgf – 801.
 - } Transversal – kgf – 906.
- Tração perpendicular às fibras – máx. resistência – mad. verde – kgf/cm – 53.
- Fendilhamento – mad. verde – máx. resistência – kgf/cm^2 – 75.
- Cisalhamento – mad. verde – máx. resistência – kgf/cm^2 – 137.

IPÊ-PARDO (33) E PAU-D'ARCO-AMARELO (41)

Introdução: são tantas as espécies, são tantas as cores (das flores), são tantos os tipos de madeiras, que fica difícil explicar sinteticamente, como neste trabalho, como são e para que servem as madeiras conhecidas como ipê, no Sul do Brasil; ipeúva ou paratudo no Centro-Oeste; pau-d'arco no Norte e Nordeste. O ipê é madeira de todo o Brasil, variando as espécies. Vamos tratá-lo por ipê, como é mais conhecido comercialmente no Sudoeste e também na Amazônia.

Classificação botânica: gênero *Tabebuia* (anteriormente *Tecoma*) de diferentes e diversas espécies. Família Bignoniaceae.

Nesta ficha individualizaremos em *T. ochracea*, vulgarmente ipê-pardo⁽¹⁹⁾.

Nomes vulgares: pau-d'arco, pau-d'arco-amarelo, ipeúva, paratudo, tarumã, ipê-do-serrado, ipê-do-brejo, ipê-do-morro, ipê-una, piúna ou piúva, lapacho em toda a América espanhola.

Ocorrência: considerando as várias espécies, a ocorrência é nacional.

Classificação comercial: madeira de lei.

Aspecto – características gerais

Alburno: branco-amarelado, algo rosado, muito distinto, pouquíssimo resistente a fungos e xilófagos.

Anéis de crescimento: distintos, regulares, marcados por tecido fibroso mais denso e parênquima marginal.

Brilho: moderado.

Cheiro: característico quando recém-cortado.

Figura e cor: os anéis de crescimento pronunciados e o tecido fibroso caracterizam a face tangencial do cerne. Recém-cortado, é castanho com reflexos esverdeados claros, bem nítidos (é a ipeína), escurecendo com o tempo, ou tratamento alcalino.

Gosto: pouco distinto, adstringente.

Grã: direita, às vezes revessa.

Peso: madeira muito pesada, resistente ao corte.

Textura: fina a média, medianamente lisa ao tato.



Durabilidade natural: extremamente durável, resistente a fungos e cupins; durável também na presença de umidade. Considerada a mais resistente madeira brasileira, em condições adversas. Resistência média a teredos navais (gusanos). Em contraste, o alburno (brancal) é muito vulnerável.

As espécies da vargem e do brejo são mais duras do que as dos morros e cerrados.

Tratamento: por ter os poros obstruídos por óleos, resinas e tilos, é praticamente impermeável aos preservantes, mesmo sob pressão. Todavia, para maior proteção e estabilização (menor adsorção de umidade), convém aplicar algum impermeabilizante, em ambas as faces.

Aplicações recomendadas: por suas características físico-mecânicas, de extrema durabilidade, é uma das principais madeiras (talvez a primeira), na carpintaria naval, nas obras vivas do casco (em contato com o mar). Ideal para quilha, sobrequilha, cavernas, escoas, forração do casco, vaus e latas, até assoalho do convés (menor indicação). Face ao peso específico, não usar na superestrutura. Excelente para cavilhas e cunhas. Na construção civil, é ideal para vigas, pilares, assoalhos, rodapés e escadas.

Não recomendo para lambris, forros e outras peças finas, por causa de sua tendência a empenar e fendilhar. Melhor em peças de maior espessura. Por excepcional resistência à umidade e intempéries, é ideal para trapiches, atracadouros, parapeitos e assoalhos expostos. Adequado também para cabos de ferramentas, instrumentos musicais e bolas de boliche. Seu peso específico alto diminui sua qualidade para usos mais nobres, como móveis, molduras etc.

Cuidados especiais: é madeira que “trabalha” bastante. Procure usá-la seca. Impermeabilizar nas faces internas também (a face inferior do assoalho, por exemplo). Indispensável a furação prévia antes de pregar ou aparafusar. A aplicação de solução alcalina o torna avermelhado, depois castanho-escuro (pinhão).

Curiosidade: serve de teste, para determinar se é ipê de fato, sujar as mãos com o pó da serra (quanto mais esverdeado, melhor) e lavá-las com sabão grosso, torna-se vermelho-sangue. Mais tecnicamente: submeter o pó da serragem a um alcalino forte (potassa ou soda) – deve adquirir cor vermelho-encarnado (por mutação da ipeína)⁽¹⁸⁾.

Obs.: citada como madeira de construção naval no Grão-Pará, em carta de 1777 do naturalista Alexandre Rodrigues Ferreira ao Ministro da Marinha em Lisboa, sob o nome de pau-d’arco, como adequada para quilhas, sobrequilhas, cadastes, vaus e cintas (sic)⁽⁵²⁾. O autor deste manual concorda.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo IPT/SP para a espécie *Tabebuia ochracea*, colhida no PR⁽⁴¹⁾.

Propriedades físicas

- Massa específica (densidade) $\mu = 15\%$ – g/cm^3 D – 1,01 – muito pesada.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 4,0 – média. Tangencial = 5,9 – baixa. Volumétrica = 10,9 – baixa.

Propriedades mecânicas

- Compressão axial – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 $\sigma = 845$ – alta.
- Coeficiente de qualidade $\sigma/100D = 8,3$ – alto.
- Flexão estática – limite de resistência $\mu = 15\%$ – $\text{kgf/cm}^2 = 1.637$ – alta.
- Choque – trabalho absorvido – mad. seca ao ar – $\text{kgf.m} = 4,33$ – alto.
- Cisalhamento – mad. verde – $\text{kgf/cm}^2 = 157$ – alto.
- Dureza Janka – mad. verde – $\text{kgf} = 1.102$ – alta.
- Tração normal às fibras – mad. verde – $\text{kgf/cm}^2 = 113$ – alta.
- Fendilhamento – mad. verde – $\text{kgf/cm}^2 = 11,9$ – alto.

IPÊ-TABACO (34)

Introdução: ver também a ficha 33 – ipê-pardo. Por falta de dados da espécie botânica *Tabebuia vellosii*, arrolada na “Relação de madeiras indicadas para construção naval”, e para fornecer pelo menos valores de referência para o leitor, utilizaremos os dados do IPT/SP⁽⁴¹⁾ para a espécie *Tabebuia impetiginosa*, mais adequadamente conhecida como piúna, piúna-preta, piúna-roxa, ipê-preto, ipê-una.

Classificação botânica: *Tabebuia vellosii*, família Bignoniaceae.

Cumprir registrar que a espécie *Tabebuia vellosii* – ipê-amarelo – foi escolhida, por Decreto Federal, árvore símbolo do Brasil. Vários ipês-amarelos apresentam flores quase iguais.

Nomes vulgares: cavatã, piúva, ipê-amarelo, ipê-cascudo, ipê-comum, ipê-preto, ipê-roxo, ipeúna, pau-d’arco. Na América espanhola: *lapacho*.

Ocorrência: considerando as diversas espécies, o gênero é nacional.

Classificação comercial: madeira de lei.

Aspecto – características gerais

Alburno: contrastado, branco-palha, extremamente vulnerável.

Anéis de crescimento: distintos, regulares, demarcados por tecido fibroso mais denso (e escuro) e parênquima marginal.

Brilho: moderado.

Cheiro e gosto: indistintos.

Figura e cor: cerne pardo-castanho ou pardo-havana, com reflexos esverdeados quando recém-cortado (presença de ipeína), escurecendo por oxidação. Após verniz ou tratamento oleoso, adquire sua cor mais forte, castanho muito escuro, com destaque para as faixas dos anéis anuais quase negros.

Grã: em parte direita, com faixas revessas.

Peso: muito pesada, dura, difícil de trabalhar.

Textura: fina a média, uniforme, medianamente lisa ao tato, exceto nas faixas revessas.



Durabilidade natural: alta resistência a fungos e insetos xilófagos, mesmo em condições desfavoráveis. Praticamente impermeável a soluções preservantes. Baixa a média resistência a teredos navais.

Aplicações recomendadas: na carpintaria naval, muito apreciada por sua durabilidade e alta resistência, embora seja razoavelmente flexível, vantajosa no tabuado do casco. Todas as partes das obras vivas. Excelente cavilha e cunha. Na carpintaria civil, em vigas de alta responsabilidade, estruturas sujeitas ao intemperismo.

Não a recomendo para usos mais nobres e decorativos, exceto assoalhos, face ao elevado peso e tendência a encanoar na secagem. Adequada para peças torneadas. Também não recomendo para usos externos rústicos, como dormentes, moirões etc., pelo desperdício.

Obs.: sob o nome pau-d'arco, citada como madeira da construção naval no Grão-Pará, em carta de 1777 do naturalista Alexandre Rodrigues Ferreira ao Ministro da Marinha em Lisboa, indicando-a para quilhas, sobrequilhas, cadastes, vaus e cintas.⁽⁵²⁾ O autor concorda.

Curiosidade: a ipeína é um forte corante vermelho-sangue em meio alcalino forte, o que já era conhecido pelos botânicos europeus, de acordo com a citação – “esta madeira brasileira que se usa para tingir” – feita pelo abade Dom Joseph Pernetty, naturalista-mor da expedição científica do Conde Bougainville, em 1763, quando fundearam junto à Ilha de Santa Catarina⁽¹⁸⁾.

Acredita o autor serem necessárias pesquisas históricas mais profundas, pois não parece razoável usarem como corante apenas o pau-brasil – *Caesalpinia echinata*⁽⁸⁾ –, nativo somente em algumas de nossas matas, e que em meio alcalino produz tinta violeta (o corante de tecidos deve ser de base alcalina, para não ser descolorido pelo sabão), enquanto a ipeína produz corante vermelho (mais requisitado); e o ipê é muito mais abundante, existindo em todas as florestas brasileiras.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo IPT/SP para a espécie *T. impetiginosa* – ipê-una –, colhida em SP e PR⁽⁴¹⁾.

Propriedades físicas

- Massa específica (densidade) $\mu = 15\%$ – g/cm³ D – 0,96 – muito pesada.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 4,3 – média. Tangencial = 7,2 – baixa. Volumétrica = 11,4 – baixa.

Propriedades mecânicas

- Compressão axial – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm² $\sigma = 745$ – alta.
- Coeficiente de qualidade $\sigma/100D = 7,8$ – médio.
- Flexão Estática – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm² – 1.632 – alta.
- Choque – trabalho absorvido – mad. seca ao ar – kgf.m – 6,45 – alto.
- Cisalhamento – mad. verde – kgf/cm² – 145 – alto.
- Dureza Janka – mad. verde – kgf – 885 – alta.
- Tração normal às fibras – mad. verde – kgf/cm² – 100 – alta.
- Fendilhamento – mad. verde – kgf/cm² – 10,2 – médio.

ITAÚBA (35)

Introdução: várias são as espécies botânicas e várias as denominações comuns para essa madeira de excepcionais qualidades na carpintaria naval. Ver a ficha 58, tapinhoã, pois essas espécies afins de canelas muitas vezes se confundem, tanto pela similaridade das madeiras como pelas denominações regionais.

Classificação botânica: gênero *Mezilaurus*, família Lauraceae. Espécies *Mezilaurus itauba* e *M. lindaviana*⁽¹⁰⁾. Nesta ficha trataremos da primeira.

Nomes vulgares: itaúba, itaúba-preta, louro-itaúba, itaúba-vermelha, itaúba-abacate, itaúba-amarela.

Ocorrência: espécies *M. Itauba* e *M. lindaviana*, da Amazônia até Mato Grosso⁽¹⁰⁾.

Classificação comercial: madeira de lei.

Aspecto – características gerais

Alburno: pouco contrastado, amarelo-palha.

Anéis de crescimento: indistintos.

Brilho: moderado, face tangencial irregularmente lustrosa.

Cheiro: característico, levemente adocicado.

Cor: ao cortar ou polir, é amarelado-pardacento, escurecendo para marrom-escuro com faixas pardacentas.

Figura: apenas as faixas longitudinais mais escuras, quase pretas, na madeira já oxidada criam figura na face tangencial, onde não se distinguem os anéis anuais.

Gosto: indistinto.

Grã: cruzada ondulada ou reversa, pouco acentuada.

Peso: muito pesada, dura ao corte, boa trabalhabilidade.

Textura: média, pouco lisa ao tato.



Obs.: na secagem artificial, empenamentos moderados e tendência ao endurecimento.

Durabilidade natural: goza a fama de ser incorruptível, mesmo em condições adversas. Poros obstruídos por resinas e tilos. Baixa permeabilidade às soluções preservativas. Razoável resistência a teredos navais.

Aplicações recomendadas: na carpintaria naval, todas as vigas principais da estrutura das obras vivas, como quilha, sobrequilha, roda, cadaste, escoas e cavernas; também adequada para o tabuado do casco e convés. Não recomendo para sobressano e verdugo. Na carpintaria civil, tábuas de assoalhos, marcos de portas e esquadrias (as folhas não), estruturas sujeitas ao intemperismo, como passarelas e trapiches⁽⁴⁰⁾. A presença de cristais e concreções de silicatos a tornam agressiva às lâminas das ferramentas⁽³⁶⁾.

Não desperdiçar em postes, dormentes, moirões e outros usos rústicos. Não a recomendo para móveis (peso excessivo).

Obs 1: citada como madeira de construção naval no Grão-Pará, em carta de 1777 do naturalista Alexandre Rodrigues Ferreira ao Ministro da Marinha em Lisboa. Para a itaúba, recomendava os mesmos usos do angelim e do cumaru⁽⁵²⁾.

Obs 2: como é usual na família Lauraceae, ocorrendo com quase todas as canelas, a itaúba é muito estável. Ao contrário de outras canelas do gênero *Ocotea* e *Nectandra*, que não suportam o contato com umidade (água doce), a itaúba é bastante resistente a fungos apodrecedores, em ambientes "molhados". Rica em óleos e resinas, a itaúba protege pregos e cravos de ferro, no que se assemelha à teca indiana – *Tectona grandis*.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo IPT/SP para a espécie *M. itauba*, conhecida como itaúba-preta, colhida no PA⁽⁴¹⁾.

Propriedades físicas

- Massa específica (densidade) $\mu = 15\%$ – g/cm^3 D – 0,96 – muito pesada.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 2,3 – baixa. Tangencial = 6,7 – baixa. Volumétrica = 12,1 – baixa.

Propriedades mecânicas

- Compressão axial – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 σ – 697 – alto.
- Coeficiente de qualidade $\sigma/100D$ – 7,3 – médio.
- Flexão estática – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 – 1.290 – média.
- Choque – trabalho absorvido – mad. seca ao ar – kgf.m – 1,74 – baixo.
- Cisalhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 123 – médio.
- Dureza Janka – mad. verde – kgf – 656 – média.
- Tração normal às fibras – kgf/cm^2 – 110 – alta.
- Fendilhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 12,8 – alto.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo LPF/IBAMA, para a espécie *Mezilaurus itauba*, colhida na Floresta Nacional de Tapajós, ali denominada itaúba-amarela⁽³⁷⁾.

Propriedades físicas

- Peso específico básico – g/cm^3 – 0,70.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 2,6. Tangencial = 7,9. Volumétrica = 10,5.

Propriedades mecânicas

- Flexão estática – módulo de ruptura $\mu = 12\%$ – kg/cm^2 – 1.144.
- Compressão – $\mu = 12\%$
 - Paralela às fibras – máx. resistência – kgf/cm^2 – 583.
 - Perpendicular às fibras – esforço no limite proporcional – kgf/cm^2 – 110.
- Dureza Janka – mad. verde
 - Paralela – kgf – 545.
 - Transversal – kgf – 588.
- Tração perpendicular às fibras – máx. resistência – mad. verde – kgf/cm^2 – 55.
- Cisalhamento – mad. verde – máx. resistência – kgf/cm^2 – 100.

JACARANDATÃ OU JACARANDÁ-PARDO (36)

Introdução: possivelmente estimulada pelo alto valor comercial das madeiras conhecidas pelo pré-nome (vulgar) jacarandá, estabeleceu-se verdadeira confusão entre as diferentes espécies, variando de região para região, ao sabor do mercado.

Isso tem dificultado aos especialistas botânicos, ou dendrologistas, saber qual o verdadeiro nome comercial da espécie botânica em análise. Em nada contribui para simplificar o problema o fato de os botânicos, em diversos momentos, darem diferentes qualificações à mesma madeira comercial (isto é, à árvore).

Amplia a confusão haver um gênero botânico *Jacaranda* (sem acento), da família Bignoniaceae, em que nenhuma das espécies é madeira nobre, comercialmente falando. Pior, uma delas é vulgarmente chamada jacarandá-mimoso (com acento); botanicamente, *Jacaranda mimosifolia*.

Classificação botânica: *Machaerium pedicellatum*, *M. villosum* (essa espécie é mais conhecida como jacarandá-paulista), família Leguminosae Papilionoideae.

Nomes vulgares: jacarandá-tã, jacarandatã-do-mato, jacarandá-pardo, jacarandá-amarelo, jacarandá-roxo, jacarandá-do-cerrado.

Ocorrência: Minas Gerais, São Paulo, Paraná, principalmente nas matas de altitude.

Classificação comercial: madeira de lei, madeira nobre.

Aspecto – características gerais

Alburno: contrastado, amarelo-bege.

Anéis de crescimento: distintos, regulares, demarcados pelo parênquima marginal e tecido fibroso mais escuro.

Brilho: moderado, irregular.

Cheiro: característico, agradável, pouco acentuado.

Cor: cerne pardo-claro-acastanhado, ou em espécies assemelhadas, do mesmo nome comercial, pardo-violáceo com faixas ou listas arroxeadas mais escuras (daí o nome jacarandá-roxo).

Figura: são características as manchas ou listas mais escuras, acompanhando os anéis de crescimento.

Gosto: indistinto.

Grã: cruzada, irregular.

Peso: madeira pesada, dura ao corte, porém de boa trabalhabilidade.

Textura: grossa, áspera ao tato, aspecto fibroso atenuado.



Durabilidade natural: cerne muito resistente a fungos e insetos xilófagos, mesmo em condições adversas. Praticamente impermeável às soluções preservantes.

Aplicações recomendadas: na carpintaria naval, madeira resistente e muito estável, seria indicada para quase todos os serviços nas obras vivas, todavia, sua atual raridade, aliada à beleza e durabilidade, a recomendam apenas para acabamentos internos em cabines de embarcações, de fino artesanato. Na carpintaria civil, recomendo apenas para usos nobres, móveis de fino acabamento, peças torneadas, molduras, instrumentos musicais. Jamais em qualquer uso externo ou rústico. O mesmo se aplica a todas as madeiras conhecidas como jacarandá (exceto o mimoso).

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo IPT/SP para a espécie *M. villosum*, colhida em SP⁽⁴¹⁾.

Propriedades físicas

- Massa específica (densidade) $\mu = 15\%$ – g/cm^3 D – 0,85 – pesada.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 2,9 – baixa. Tangencial = 6,9 – baixa. Volumétrica = 11,2 – baixa.

Propriedades mecânicas

- Compressão axial – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 σ – 561 – média.
- Coeficiente de qualidade $\sigma/100D$ – 6,6 – baixo.
- Flexão estática – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 – 1.196 – média.
- Choque – trabalho absorvido – mad. seca ao ar – kgf.m – 3,27 – médio.
- Cisalhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 135 – alto.
- Dureza Janka – mad. verde – kgf – 810 – alta.
- Tração normal às fibras – mad. verde – kgf/cm^2 – 107 – alta.
- Fendilhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 11,9 – alto.

JACARANDÁ-VIOLETA OU CAVIÚNA (37)

Introdução: A classificação botânica na “Relação de madeiras indicadas para construção naval”, *Machaerium violaceum*, estaria mais adequada ao jacarandatã – ficha 36 –, embora haja confusão⁽¹⁰⁾⁽⁴¹⁾ entre os nomes vulgares de jacarandá-violeta, jacarandá-roxo, caviúna e pau-ferro.

O gênero botânico *Machaerium* tem mais de 30 espécies produtoras de boas madeiras, razão da grande desordem entre os nomes comerciais.

Classificação botânica: *Machaerium violaceum*, família Leguminosae Papilionoideae.

Nomes vulgares: pau-ferro, bico-de-pato, em Minas Gerais e Paraná; caviúna, cabiúna, em São Paulo; caviúna-vermelha, no Paraná; jacarandá-caviúna, jacarandá-ferro, em Minas Gerais e Goiás; jacarandá-violeta, pau-ferro, pau-sangue, na Bahia; pau-violeta, penanguba, violeta, violeta-do-sertão. Bolívia: *palo-morado*.

Ocorrência: Paraná, São Paulo, Goiás, Minas Gerais, Tocantins.

Classificação comercial: madeira de lei, madeira nobre.

Aspecto – características gerais

Alburno: muito contrastado, branco-amarelado-palha.

Anéis de crescimento: distintos, demarcados por parênquima marginal e tecido fibroso mais denso e escuro.

Brilho: moderado.

Cheiro: fraco, agradável.

Figura e cor: os anéis anuais de um roxo mais forte formam seu principal desenho. A cor violeta perde tonalidade com a exposição ao ar, aspecto muito compacto com poros quase invisíveis.

Gosto: imperceptível.

Grã: direita um pouco irregular, pode ser considerada bem “linheira”.

Peso: cerne pesado, porém de boa trabalhabilidade, bom acabamento.

Textura: fina, uniforme, lisa ao tato, uniforme nas peças torneadas.



Durabilidade natural: muito resistente a fungos apodrecedores e insetos xilófagos. Vasos obstruídos por tilos e resinas a tornam muito pouco permeável a soluções preservantes.

Aplicações recomendadas: na carpintaria naval, embora adequada a todas às vigas secundárias das obras vivas, hoje pelo belo aspecto, raridade e estabilidade, só a recomendo para acabamentos em carpintaria fina de iates. Na carpintaria civil (marcenaria), usada em móveis de alto padrão, peças torneadas, folhas faqueadas para capa decorativa de compensados, cutelaria fina, tacos de bilhar, lambris e painéis decorativos.

O mesmo se aplica a todos os jacarandás (exceto o mimoso).

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo IPT/SP para a espécie *M. scleroxylon*, colhida em SP⁽⁴¹⁾. (Obs.: como a mais próxima encontrada.)

Propriedades físicas

- Massa específica (densidade) $\mu = 15\%$ – g/cm³ D – 0,88 – pesada.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 2,9 – baixa. Tangencial = 6,7 – baixa. Volumétrica = 10,6 – baixa.

Propriedades mecânicas

- Compressão axial – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm² σ – 617 – médio.
- Coeficiente de qualidade $\sigma/100D$ – 7,0 – médio.
- Flexão estática – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm² – 1.244 – média.
- Choque – trabalho absorvido – mad. seca ao ar – kgf.m – 2,84 – médio.
- Cisalhamento – mad. verde – kgf/cm² – 137 – alto.
- Dureza Janka – mad. verde – kgf – 682 – média.
- Tração normal às fibras – mad. verde – kgf/cm² – 92 – alta.
- Fendilhamento – mad. verde – kgf/cm² – 9,9 – médio.

JATOBÁ (38)

Introdução: várias são as espécies do gênero *Hymenaea*, conhecidas em diversas regiões por jatobá ou jataí (nomes vulgares mais frequentes), madeiras com pequenas variações em aspecto e qualidade.

Entendo serem os diversos jatobás adequados à carpintaria naval [N. A.].

Classificação botânica: *Hymenaea courbaril* var. *Stilbocarpa*, família Leguminosae Caesalpinoideae ou *H. stilbocarpa* e *H. stigonocarpa* (no cerrado).

Nomes vulgares: jatobá-da-caatinga, jatobá-amarelo, jatobá-vermelho, jatobá-mirim, jataí, jutaí, farinha, burandã.

Ocorrência: Região Sul, Região Centro-Oeste, Região Sudeste, do Piauí ao Paraná, Floresta do Planalto e nos Cerradões, considerando outras espécies, também, na Floresta Amazônica.

Classificação comercial: madeira de lei.

Aspecto – características gerais

Alburno: contrastado, branco-amarelado.

Anéis de crescimento: pouco distintos, demarcados por faixas de parênquima marginal.

Brilho: moderado.

Cheiro e gosto: indistintos.

Figura e cor: cerne castanho-amarelado, puxando para vermelho intenso ao ser tratado com soluções oleosas; apresenta manchas ou listas descontínuas, marrom-chocolate.

Grã: direita a irregular, variando nas diversas espécies.

Peso: muito pesada, dura ao corte, boa trabalhabilidade e excelente estabilidade.

Textura: média, um pouco áspera ao tato.



Durabilidade natural: média a alta resistência aos organismos xilófagos. Pouco permeável às soluções preservantes.

Aplicações recomendadas: na carpintaria naval, alto peso específico, alta resistência mecânica e alta estabilidade a recomendam para todas as vigas estruturais das obras vivas, quilha, sobrequilha, roda, cadaste, escoas e cavernas, além do tabuado do casco. Não usar nas obras mortas, exceto como viga estrutural. Na carpintaria civil, assoalho, marcos de esquadrias (não as folhas), vigas externas e internas, pisos em atracadouros, folhas faqueadas para capear compensados, lambris e peças decorativas, assoalho de alto padrão.

Não a recomendo para serviços rústicos externos (dormentes, moirões, cruzetas etc.), pelo desperdício.

Decreto de 1799 restringiu o uso do jatobá à construção naval⁽³⁴⁾, elevando-o à categoria de madeira de lei.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo IPT/SP para a espécie *Hymenaea stilbocarpa*, colhida no PR⁽⁴¹⁾.

Propriedades físicas

- Massa específica (densidade) $\mu = 15\%$ – g/cm^3 D – 0,96 – muito pesada.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 3,1 – baixa. Tangencial = 7,2 – baixa. Volumétrica = 10,7 – baixa.

Propriedades mecânicas

- Compressão axial – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 σ – 838 – alto.
- Coeficiente de qualidade $\sigma/100D$ – 8,7 – alto.
- Flexão estática – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 – 1.548 – alto.
- Choque – trabalho absorvido – mad. seca ao ar – kgf.m – 3,44 – médio.
- Cisalhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 178 – alto.
- Dureza Janka – mad. verde – kgf – 1.140 – alta.
- Tração normal às fibras – mad. verde – kgf/cm^2 – 134 – alta.
- Fendilhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 15,5 – alto.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo LPF/IBAMA para a espécie *Hymenaea courbaril*, var. *courbari*, da Estação Experimental de Curuá-Una, PA⁽³⁸⁾.

Propriedades físicas

- Densidade básica – g/cm^3 – 0,76.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 3,4. Tangencial = 7,7. Volumétrica = 11,4.

Propriedades mecânicas

- Flexão estática – módulo de ruptura $\mu = 12\%$ – kgf/cm^2 – 1.399.
- Compressão – $\mu = 12\%$
 - } Paralela às fibras – máx. resistência – kgf/cm^2 – 773.
 - } Perpendicular às fibras – esforço no limite proporcional – kgf/cm^2 – 141.
- Dureza Janka – mad. verde
 - } Paralela – kgf – 902.
 - } Transversal – kgf – 965.
- Tração perpendicular às fibras – máx. resistência – mad. verde – kgf/cm^2 – 69.
- Fendilhamento – mad. verde – máx. resistência – kgf/cm^2 – 88.
- Cisalhamento – mad. verde – máx. resistência – kgf/cm^2 – 148.

LOURO-PARDO (39)

Introdução: o gênero *Cordia*, que na Região Amazônica produz o freijó (ficha 28), na Região Sudeste e Sul fornece o louro-pardo, com algumas características algo semelhantes, embora mais pesada e não tão estável. Não confundir com os louros da família Lauraceae, principalmente no gênero *Ocotea*, que na Região Sul integra o grupo das canelas.

Classificação botânica: *Cordia trichotoma*, família Boraginaceae.

Nomes vulgares: amora-do-mato-alto, no Paraná; ajué, aritu, cambará-açu, em São Paulo; canela-batata, canela-loura, no Espírito Santo; canela-parda, capoeira, na Bahia; louro, louro-amarelo, louro-amargoso, louro-aritu, louro-batata, louro-cascudo, louro-da-serra, louro-mutamba, louro-do-sul, nas regiões Sudeste e Sul; também chamado freijó na Região Nordeste.

Ocorrência: do Ceará até o Rio Grande do Sul, na Mata Atlântica, no Planalto e no Cerrado.

Classificação comercial: madeira de lei.

Aspecto – características gerais

Alburno: pouco diferenciado, amarelo-pardo.

Anéis de crescimento: pouco distintos, demarcados pela concentração dos poros e parênquima marginal.

Brilho: acentuado, fazendo jus ao nome.

Cheiro: característico, agradável, suave.

Cor: cerne pardo-claro-amarelado, com listas pardas mais escuras, principalmente nos limites dos anéis de crescimento.

Figura: as listas longitudinais, na face tangencial, lhe dão o aspecto de cabelo liso, louro.

Gosto: levemente acre.

Grã: direita.

Peso: madeira pesada, dura, porém de boa trabalhabilidade; resiste bem à flexão.

Textura: grossa, levemente áspera ao tato.



Durabilidade natural: pouco resistente a fungos apodrecedores, teme a umidade (água doce). Média resistência a insetos xilófagos, baixa permeabilidade às soluções preservantes, mesmo sob pressão.

Aplicações recomendadas: na carpintaria naval, tem ampla aplicação, em vigas ou tabuados, principalmente para embarcações de pequeno porte⁽⁵⁵⁾. Na carpintaria civil, madeira de aspecto muito agradável, é indicada para móveis de esmerado acabamento, painéis decorativos, lambris, folhas faqueadas para capas de compensado, marcos, rodapés e vistas, assim como esquadrias⁽⁵⁴⁾. Usos internos: evite umidade e intemperismo.

Madeira para uso aparente, evite pintar.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo IPT/SP para a espécie *C. trichotoma*, colhida no ES⁽⁴¹⁾.

Propriedades físicas

- Massa específica (densidade) $\mu = 15\%$ – g/cm^3 D – 0,78 – pesada.
- Contração por secagem (%): do SPF até $\mu = 0\%$:
Radial = 4,6 – média. Tangencial = 7,5 – média. Volumétrica = 12,9 – média.

Propriedades mecânicas

- Compressão axial – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 σ – 656 – média.
- Coeficiente de qualidade $\sigma/100D$ – 8,4 – alto.
- Flexão estática – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 – 1.410 – alta.
- Choque – trabalho absorvido – mad. seca ao ar – kgf.m – 4,10 – médio.
- Cisalhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 103 – médio.
- Dureza Janka – mad. verde – kgf – 463 – média.
- Tração normal às fibras – mad. verde – kgf/cm^2 – 67 – média.
- Fendilhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 8,6 – médio.

MUIRAPIRANGA (40)

Introdução: o gênero *Brosimum* produz diversas madeiras, cujos nomes vulgares conduzem a algumas confusões. Nesta ficha trataremos da espécie adequada à construção naval, que é a mais pesada delas, encontrada na Floresta Amazônica.

Classificação botânica: *Brosimum paraense* ou *Brosimum rubescens*, família Moraceae.

Nomes vulgares: amaparana, conduru, conduru-sangue, conduru-vermelho, falso-pau-brasil, amapá-amargoso, pau-rainha (inadequado), pau-vermelho, manta, leiteira, vaquinha.

Ocorrência: considerando as várias espécies do mesmo gênero, Floresta Amazônica e Mata Atlântica, da Bahia ao Espírito Santo.

Classificação comercial: madeira de lei.

Aspecto – características gerais

Alburno: contrastado, bege muito claro.

Anéis de crescimento: pouco distintos.

Brilho: moderado.

Cheiro: indistinto na madeira seca, ao queimar exala cheiro característico.

Figura e cor: cerne vermelho-escuro vivo, em faixas longitudinais sobre fundo amarelo-rosado.

Grã: direita a reversa.

Peso: pesada, dura no corte, porém de boa trabalhabilidade e boa estabilidade.

Textura: média, lisa ao tato.



Obs.: cuidado na secagem artificial; possui tendência a rachaduras, encanoamento e torcedura⁽³⁹⁾.

Durabilidade natural: cerne muito resistente a fungos e insetos xilófagos, praticamente impermeável às soluções preservantes.

Aplicações recomendadas: na carpintaria naval, vigas estruturais das obras vivas, porém melhor nas vigas secundárias, vaus, latas, pés-de-carneiro, trincaniz, braços-de-caverna, dormentes, convés. Na carpintaria civil, vigas estruturais, telhados, assoalhos, folhas faqueadas para capa de compensado, peças torneadas, painéis decorativos. Também para móveis de esmerado acabamento, face a sua beleza, apesar do elevado peso.

Obs.: em tupi-guarani piranga = o vermelho.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo IPT/SP para a espécie do gênero *Brosimum* – nome vulgar leiteira⁽⁴¹⁾.

Propriedades físicas

- Massa específica (densidade) $\mu = 15\%$ – g/cm^3 D – 0,88 – pesada.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 5,7 – alta. Tangencial = 6,1 – baixa. Volumétrica = 12,3 – baixa.

Propriedades mecânicas

- Compressão axial – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 σ – 699 – alto.
- Coeficiente de qualidade $\sigma/100D$ – 7,9 – médio.
- Flexão estática – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 – 1.562 – alta.
- Choque – trabalho absorvido – mad. seca ao ar – kgf.m – 3,69 – médio.
- Cisalhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 154 – alto.
- Dureza Janka – mad. verde – kgf – 404 – média.
- Tração normal às fibras – mad. verde – kgf/cm^2 – 75 – média.
- Fendilhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 7,8 – médio.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo LPF/IBAMA para a espécie *Brosimum rubescens* – conduru –, colhida no PA⁽³⁹⁾.

Propriedades físicas

- Densidade aparente – g/cm^3 – 0,81.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 5,3. Tangencial = 8,1. Volumétrica = 12,0.

Propriedades mecânicas

- Flexão estática – módulo de ruptura $\mu = 12\%$ – kgf/cm^2 – 1.504.
- Compressão – $\mu = 12\%$
 - } Paralela às fibras – máx. resistência – kgf/cm^2 – 781.
 - } Perpendicular às fibras – esforço no limite proporcional – kgf/cm^2 – 126.
- Dureza Janka
 - } Paralela – kgf – 718.
 - } Transversal – kgf – 694.
- Tração perpendicular às fibras – resistência à ruptura – PSF – kgf/cm^2 – 40.
- Fendilhamento – resistência à ruptura – PSF – kgf/cm – 63.
- Cisalhamento – resistência à ruptura – PSF – kgf/cm^2 – 12

VINHÁTICO (42 E 43)

Introdução: vamos reunir nesta ficha as duas espécies botânicas cuja madeira é conhecida como vinhático, por serem madeiras muito semelhantes, difíceis de distinguir e, até hoje, consideradas madeiras raras.

Classificação botânica:

- a) *Plathymenia foliolosa*.
- b) *Plathymenia reticulata*. Família Leguminosae Mimosoideae.

Nomes vulgares:

- a) acende-candeia, amarelo, pau-de-candeia, vinhático-da-mata, vinhático-do-campo.
- b) amarelo-amoreira, candeia-de-folha-grande, vinhático-do-cerrado, vinhático-testa-de-boi, vinhático-rajado, velame.

Ocorrência: a) espécie *P. foliolosa*, Região Norte, Centro-Oeste e Sudeste, até Pernambuco. Na Zona da Mata e principalmente na Mata Atlântica, até o Rio de Janeiro. b) espécie *P. reticulata*, mais para o Cerrado.

Classificação comercial: madeira de lei, madeira nobre (e rara).

Aspecto – características gerais

Alburno: contrastado branco-amarelado.

Anéis de crescimento: pouco distintos.

Brilho: acentuado na face tangencial.

Cheiro e gosto: indistintos.

Figura e cor: cerne amarelo-cromo-dourado, variando para castanho-amarelado, com reflexos dourados de extraordinária beleza.

Grã: direita, levemente irregular.

Peso: madeira leve, fácil no corte e na trabalhabilidade.

Textura: média, levemente áspera ao tato.



Durabilidade natural: alta resistência a fungos apodrecedores e insetos xilófagos. Baixa permeabilidade a soluções preservantes. Madeira saturada de resinas e ceras.

Aplicações recomendadas: madeira nobre, hoje rara, de extraordinária beleza, só pode ser usada na construção naval no acabamento interno de embarcações, em carpintaria fina. Na carpintaria civil, em móveis de alto padrão, painéis decorativos, lambris, esculturas.

Não pintar. Aplicar verniz que destaque seus reflexos dourados (bem incolor).

É madeira leve, de notável estabilidade.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo IPT/SP para a espécie *Plathymenia foliolosa*, colhida em MG⁽⁴¹⁾.

Propriedades físicas

- Massa específica (densidade) $\mu = 15\%$ – g/cm³ D – 0,50 – leve.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 2,1 – baixa. Tangencial = 4,7 – baixa. Volumétrica = 7,7 – baixa.

Propriedades mecânicas

- Compressão axial – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm² σ – 328 – baixa.
- Coeficiente de qualidade $\sigma/100D$ – 6,7 – médio.
- Flexão estática – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm² – 694 – baixa.
- Choque – trabalho absorvido – mad. seca ao ar – kgf.m – 0,77 – baixo.
- Cisalhamento – mad. verde – kgf/cm² – 83 – baixo.
- Dureza Janka – mad. verde – kgf – 276 – baixa.
- Tração normal às fibras – mad. verde – kgf/cm² – 48 – baixa.
- Fendilhamento – mad. verde – kgf/cm² – 6,2 – baixo.

PAU-PÉROLA OU GROÇAÍ-AZEITE OU JAÚNA OU PIJUNEIRANA (44)

Introdução: construtor naval, e tendo trabalhado na construção civil por muitos anos, jamais conheci madeira de lei com esse nome.

Não havendo examinado, nem cheirado, nem verificado, em nenhuma aplicação prática, só a conheço dos livros técnicos, não me sinto capaz de discuti-la.

Fica para uma próxima edição.

Classificação botânica: *Cassia apoucouita*, família Leguminosae Caesalpinoideae.

Obs.: do mesmo gênero *Cassia*, há uma espécie, *C. scleroxylon*, conhecida como muirapixuna ou coração-de-negro, da Amazônia, capaz de interessar à construção naval; a pesquisar.

PEQUIRANA-DA-TERRA-FIRME (PEQUI) (49)

Introdução: parece-me haver aqui um pequeno equívoco dos autores da “Relação de madeiras indicadas para construção naval”, pois a madeira da construção naval é o pequi ou “piquei” (grafia incorreta), de uma espécie do mesmo gênero botânico, madeira parecida, porém um pouco superior à pequirana – *Caryocar glabrum*. Nesta ficha vamos tratar do pequi ou pequiá.

Classificação botânica: *Caryocar villosum*, família Caryocaraceae.

Obs.: diversas outras espécies, do mesmo gênero *Caryocar*, produzem madeiras conhecidas popularmente como pequi.

Nomes vulgares: amêndoa-do-peru, na Amazônia; amêndoa-do-brasil, grão-de-cavalo, pequi-etê, pequi-roxo, pequi-bravo, pequi-verdadeiro, petiá-amazônia.

Ocorrência: Floresta Amazônica até Mato Grosso do Sul.

Classificação comercial: madeira de lei.

Aspecto – características gerais

Alburno: pouco contrastado branco.

Anéis de crescimento: pouco distintos, regulares, marcados por zona fibrosa mais densa.

Brilho: moderado.

Cheiro: fraco, de vinagre.

Cor: cerne recém-cortado, branco levemente rosado, passando a bege-amarelado ou pardo-claro-amarelado.

Figura: na face tangencial, aspecto fibroso causado pelas linhas vasculares pouco destacadas⁽³⁹⁾.

Gosto: indistinto.

Grã: cruzada, revessa⁽⁵⁸⁾.

Peso: madeira pesada, dura ao corte, prejudica o fio das ferramentas.

Textura: grossa, áspera ao tato.



Durabilidade natural: altamente resistente a fungos e insetos xilófagos. Baixa permeabilidade às soluções preservantes.

Aplicações recomendadas: na carpintaria naval, todas as vigas das obras vivas, quilha, cavernas, roda e cadaste, escoas, dormente, tabuados do casco e convés. Na carpintaria civil, construção externa sujeita ao intemperismo, como varandas, atracadouros, deques e pergolados. Uso interno em assoalhos e estruturas de telhados. Não a recomendo, por desperdício, para serviços externos rústicos.

Cuidado no emprego, madeira com tendência média ao encanoamento e encurvamento, e a rachaduras superficiais⁽³⁹⁾.

Obs.: citada como madeira de construção naval no Grão-Pará, em carta de 1777 do naturalista Alexandre Rodrigues Ferreira ao Ministro da Marinha em Lisboa⁽⁵²⁾.

Recomendações gerais: muito comum, no comércio madeireiro, apresentarem pequirana por pequiá, até por serem muito parecidas. Entretanto, não é madeira de lei, é menos resistente, menos estável, e deve ser empregada com mais cautela.

Obs.: *Rana*, na língua tupi-guarani, é o sufixo de "parecido", "assemelhado".

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo IPT/SP para a espécie *Caryocar villosum* – piquiá, colhida no PA⁽⁴¹⁾.

Propriedades físicas

- Massa específica (densidade) $\mu = 15\%$ – g/cm^3 D – 0,93 – pesada.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 5,5 – média. Tangencial = 9,2 – média. Volumétrica = 16,7 – média.

Propriedades mecânicas

- Compressão axial – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 σ – 982 – alta.
- Coeficiente de qualidade $\sigma/100D$ – 9,5 – alto.
- Flexão estática – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 – 1.486 – alta.
- Choque – trabalho absorvido – mad. seca ao ar – kgf.m – 3,92 – médio.
- Cisalhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 132 – médio.
- Dureza Janka – mad. verde – kgf – 598 – média.
- Tração normal às fibras – mad. verde – kgf/cm^2 – 103 – alta.
- Fendilhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 11,1 – alto.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo LPF/IBAMA para a espécie *C. villosum* – pequiá –, colhida no PA⁽³⁹⁾.

Propriedades físicas

- Densidade aparente $\mu = 12\%$ – g/cm^3 – 0,78.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 4,3. Tangencial = 8,5. Volumétrica = 12,6.

Propriedades mecânicas

- Flexão estática – módulo de ruptura $\mu = 12\%$ – kgf/cm^2 – 1.018.
- Compressão – $\mu = 12\%$
 - } Paralela às fibras – máx. resistência – kgf/cm^2 – 474.
 - } Perpendicular às fibras – esforço no limite proporcional – kgf/cm^2 – 95.
- Dureza Janka – mad. verde
 - } Paralela – kgf – 372.
 - } Transversal – kgf – 392.
- Tração perpendicular às fibras – resistência à ruptura – mad. verde – kgf/cm^2 – 55.
- Fendilhamento – resistência à ruptura – mad. verde – kgf/cm – 64.
- Cisalhamento – resistência à ruptura – mad. verde – kgf/cm^2 – 103.

Obs.: madeira verde = saturada por imersão.

PEROBA-DE-CAMPOS (50)

Introdução: o nome dessa excelente madeira refere-se à cidade de Campos/RJ, donde provinha para os arsenais do Rio de Janeiro e Niterói, considerada dentre as melhores para confecção do tabuado do casco e convés das embarcações. Na realidade, não é uma peroba, mas um ipê, hoje muito raro.

Classificação botânica: *Paratecoma peroba*, família Bignoniaceae.

Nomes vulgares: peroba, peroba-amarela, peroba-tremida, peroba-rajada, peroba-manchada, peroba-branca, peroba-tigrina, perobinha, ipê-peroba, ipê-claro.

Ocorrência: Mata Pluvial Atlântica, da Bahia até Rio de Janeiro e também Minas Gerais.

Classificação comercial: madeira de lei.

Aspecto – características gerais

Alburno: pouco contrastado, bege-claro.

Anéis de crescimento: distintos, regulares, demarcados pelo parênquima marginal, fibras mais densas.

Brilho: moderado, irregular.

Cheiro e gosto: indistintos.

Cor: cerne bege-rosado, passando a bege/acastanhado/amarelado, com listas longitudinais características mais escuras; lembra mais uma peroba que um ipê.

Figura: anéis de crescimento bem distintos, de aspecto fibroso.

Grã: direita, raramente ondulada, sendo uma madeira muito "linheira".

Peso: moderadamente pesada, dura, medianamente resistente ao corte, porém de boa trabalhabilidade.

Textura: média, medianamente lisa ao tato.



Durabilidade natural: muito resistente a fungos apodrecedores e a insetos xilófagos. Baixa permeabilidade às soluções preservantes.

Aplicações recomendadas: na carpintaria naval, excelente para tabuado do casco e convés de embarcações, das mais recomendadas pelos mestres carpinteiros. Na carpintaria civil, indicada para móveis, painéis decorativos, lambris, capa faqueada de contraplacado, assoalhos, peças torneadas. Na cozinha, cepsos e tábuas de carne, por ser auto-desinfecante.

Não se distingue pela beleza, mas pela estabilidade e trabalhabilidade.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo IPT/SP para a espécie *Paratecoma peroba*, colhida na BA⁽⁴¹⁾.

Propriedades físicas

- Massa específica (densidade) $\mu = 15\%$ – g/cm³ D – 0,73 – moderadamente pesada.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
 Radial = 4,0 – média. Tangencial = 7,0 – baixa. Volumétrica = 11,7 – baixa.

Propriedades mecânicas

- Compressão axial – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm² σ – 551 – média.
- Coeficiente de qualidade $\sigma/100D$ – 7,5 – médio.
- Flexão estática – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm² – 1.186 – média.
- Choque – trabalho absorvido – mad. seca ao ar – kgf.m – 3,80 – médio.
- Cisalhamento – mad. verde – kgf/cm² – 119 – médio.
- Dureza Janka – mad. verde – kgf – 652 – média.
- Tração normal às fibras – mad. verde – kgf/cm² – 74 – médio.
- Fendilhamento – mad. verde – kgf/cm² – 8,7 – médio.

SAGUARAJI (52)

Classificação botânica: *Colubrina glandulosa* var. *reitzii*, família Rhamnaceae. Na "Relação de madeiras indicadas para construção naval", *C. rufa*.

Obs.: esse *reitzii* da variedade na espécie é uma homenagem ao já citado botânico Pe. Raulino Reitz.

Nomes vulgares: sobrasil, saguaraji-vermelho, saguaraji, em São Paulo; sobraji, socorujuva, em Santa Catarina; falso-pau-brasil, sucurujuva, jacuruju, no Paraná; e ainda sabiá-da-mata, caçoca, sogrujuva, brasilete, soque-soque, foguetião, guaxumbo. Lembra a madeira do pau-brasil⁽⁵⁶⁾.

Ocorrência: na Mata Pluvial Atlântica, do Ceará ao Rio Grande do Sul; na floresta latifoliada semidecídua em Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Paraná.

Classificação comercial: madeira de lei, tendendo a nobre.

Aspecto – características gerais

Alburno: pouco contrastado, rosado.

Anéis de crescimento: distintos e regulares.

Brilho: moderado.

Cheiro: indistinto.

Figura e cor: cerne vermelho, levemente alaranjado, com faixas mais escuras castanho-avermelhado, madeira de cor viva e agradável.

Gosto: levemente adstringente.

Grã: direita.

Peso: pesada, >0,90 g/cm³, dura.

Textura: média, levemente áspera ao tato.

Durabilidade natural: grande resistência a fungos apodrecedores, mesmo em contato com a umidade (água doce). Resistente a insetos xilófagos. Razoável resistência a teredos.

Aplicações recomendadas: na carpintaria naval, todas as vigas das obras vivas, quilhas, rodas, cadastes, cavernas. Sua beleza, apesar do peso e dureza, a recomenda para obras de acabamento interior. Na carpintaria civil, assoalhos, obras expostas ao intemperismo, deques, atracadouros, passarelas. Muito requisitada para estruturas de responsabilidade⁽⁵⁴⁾.

Não a recomendo para postes, dormentes, moirões e outros usos rústicos, apesar da resistência adequada, pelo alto desperdício.

Curiosidade: foi muito usada na fabricação de pilões e monjolos, nos estados sulinos.

Propriedades físicas e mecânicas

Não disponíveis nas publicações consultadas.

SAPUPIRA OU SUCUPIRA (53)

Introdução: o excelente *Catálogo de árvores do Brasil*⁽¹⁰⁾ registra 37 sucupiras, com dezenas de classificações botânicas, algumas apenas nomes regionais diferentes para a mesma espécie.

Seguindo a “Relação de madeiras indicadas para construção naval”, vamos incluir nesta ficha apenas o gênero *Bowdichia*.

Classificação botânica: *Bowdichia nítida*, família Leguminosae Papilionoideae.

Nomes vulgares: cutiúba, macanaíba, matanaíba, sapupira-da-mata, sapupira-amarela, sapupira-preta, sapupira-vermelha, sebebira, sicupira.

Ocorrência: a espécie indicada é mais encontrada no Pará, porém espécies muito semelhantes (a madeira) são encontradas em Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, até São Paulo.

Classificação comercial: madeira de lei, madeira nobre.

Aspecto – características gerais

Alburno: contrastado, bege-claro fraco.

Anéis de crescimento: indistintos.

Brilho: moderado.

Cheiro e gosto: indistintos.

Figura e cor: o que caracteriza e distingue facilmente as sucupiras é a nítida separação entre os tecidos; comum nas leguminosas, é exacerbado nelas. Parênquima abundante, nítido, vasicêntrico e mais claro, bem diferenciado do tecido fibroso, denso e mais escuro; lembra a figura na face tangencial dos diversos angelins, porém de maior beleza; ou do acapu, mas não tão escuro. A cor pardo-castanho e castanho-escuro algo avermelhado é sempre nítida e forte, mas de aspecto fibroso. As leguminosas quase sempre são “farpentas”; as Fabaceas, mais ainda.

Grã: cruzada reversa a regular.

Peso: pesada, >0,9 g/cm³, dura ao corte.

Textura: de média a grossa, áspera ao tato.



Obs.: a separação de tecidos prejudica um pouco a trabalhabilidade e o acabamento.

Durabilidade natural: saturada de óleos/resinas, a sucupira é de alta resistência a fungos e xilófagos, razoável a teredos navais. Praticamente impermeável às soluções preservantes.

Aplicações recomendadas: já foi usada na carpintaria naval em todas as vigas estruturais de responsabilidade, nas obras vivas e até no verdugo e sobressano, pela capacidade de resistir aos impactos. Hoje rara, sua inconfundível beleza restringe seu uso à decoração de cabines de fino acabamento. Do mesmo modo, na carpintaria civil, deve ser restrita a painéis decorativos, lambris, móveis de alto padrão, capa faqueada (decorativa) de laminados e compensados, peças torneadas e objetos de adorno. Sua beleza aconselha o uso em interiores e sem pintura. Não desperdiçar em peças rústicas.

Obs 1: citada como madeira da construção naval “para todas as partes de huma nau” (sic) no Grão-Pará, em carta de 1777 do naturalista Alexandre Rodrigues Ferreira ao Ministro da Marinha em Lisboa⁽⁵²⁾.

Obs 2: como muitas leguminosas, a forte diferenciação entre os tecidos resulta em levantamento de pequenas farpas, “cabelos”, nas primeiras demãos de selador e verniz, sendo necessária cuidadosa lixação fina e uma demão extra de verniz. Dar preferência aos incolores, para não mascarar as belas cores das sucupiras.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo IPT/SP para a espécie *Bowdichia nitida*, colhida no PA⁽⁴¹⁾.

Propriedades físicas

- Massa específica (densidade) $\mu = 15\%$ – g/cm³ D – 0,94 – pesada.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 5,6 – alta. Tangencial = 8,38 – média. Volumétrica = 15,12 – média.

Propriedades mecânicas

- Flexão estática – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm² – 1.505 – alta.
- Choque – trabalho absorvido – mad. seca ao ar – kgf.m – 4,36 – alto.
- Cisalhamento – mad. verde – kgf/cm² – 139 – alto.
- Dureza Janka – mad. verde – kgf – 973 – alta.
- Tração normal às fibras – mad. verde – kgf/cm² – 75 – média.
- Fendilhamento – mad. verde – kgf/cm² – 11,3 – alto.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo LPF/IBAMA para a espécie *B. nitida*, colhida no PA⁽³⁸⁾.

Propriedades físicas

- Densidade aparente $\mu = 12\%$ – g/cm³ – 0,85.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 6,0. Tangencial = 9,0. Volumétrica = 14,7.

Propriedades mecânicas

- Flexão estática – módulo de ruptura $\mu = 12\%$ – kgf/cm² – 1.857.
- Compressão – $\mu = 12\%$
 - } Paralela às fibras – máx. resistência – kgf/cm² – 941.
 - } Perpendicular às fibras – esforço no limite proporcional – kgf/cm² – 162.
- Dureza Janka – mad. verde
 - } Paralela – kgf – 1.203.
 - } Transversal – kgf – 1.266.
- Tração perpendicular às fibras – resistência à ruptura – mad. verde – kgf/cm² – 64.
- Fendilhamento – máx. resistência à ruptura – mad. verde – kgf/cm – 78.
- Cisalhamento – máx. resistência à ruptura – mad. verde – kgf/cm² – 149.

SAPUPIRA OU SUCUPIRA-PARDA OU SUCUPIRA-PRETA (54 E 55)

Introdução: Ver a introdução da ficha 53, aqui aplicável. De acordo com o IPT/SP, as madeiras que compõem o grupo conhecido por sucupira-parda são procedentes de espécies dos gêneros *Bowdichia* ou *Diploptropis*; as diferenças anatômicas entre elas são pouco perceptíveis, sendo consideradas no comércio como variações da própria madeira. Além do nome sucupira-parda, predominante, às vezes é conhecida também como sucupira-preta e sucupira-da-amazônia⁽⁴¹⁾.

Vamos, então, reunir nesta ficha o gênero *Diploptropis* – números 54 e 55 da “Relação de madeiras indicadas para construção naval” –, ficando na ficha 53, o gênero *Bowdichia*.

Classificação botânica: diversas espécies do gênero *Diploptropis*, família Leguminosae Papilionoideae. Segundo a “Relação de madeiras indicadas para construção naval”, espécies *D. racemosa* e *martiusii*.

Nomes vulgares: sapupira-da-várzea, sapupira-vermelha, sapupira-da-mata, sapupira-açu, sapupira-parda, sapupira-preta.

Ocorrência: Região Norte, Bahia, Pará, Amazonas, Mato Grosso.

Classificação comercial: madeira de lei, madeira nobre.

Aspecto – características gerais

Alburno: fortemente contrastado, branco-amarelado.

Anéis de crescimento: distintos, regulares, demarcados por tecido fibroso mais denso e escuro, parênquima marginal (separado do parênquima vasicêntrico).

Brilho: moderado.

Cheiro: indistinto.

Figura e cor: ver o mesmo item na ficha 53; aqui acentuada pelas linhas mais escuras dos anéis anuais. A cor predominante é o castanho-escuro, mais forte no tecido fibroso, mais claro no parênquima, algo amarelado, de belíssimo efeito com cores fortes.

Gosto: fraco, algo amargo.

Grã: direita a cruzada irregular.

Peso: madeira pesada, dura ao corte.

Textura: grossa, moderadamente lisa ao tato.



Sucupira-parda

Durabilidade natural: muito resistentes a fungos e insetos xilófagos; razoável a teredos navais. Praticamente impermeável a soluções preservantes.

Aplicações recomendadas: madeira nobre, hoje rara, outrora era utilizada na carpintaria naval em todas as vigas estruturais importantes, quilha, roda, cadaste etc., servindo também para verdugos e sobressanos; não recomendável para assoalho de convés, tabicas e talabordão, alcatrates e bancadas, pelas farpas na madeira nua. Atualmente deve ser reservada apenas para decoração interior de cabines de embarcações, com valorização de sua rara beleza. Do mesmo modo na carpintaria civil, em painéis, lambris e peças de acabamento, móveis de fino acabamento, lâminas faqueadas para contraplacados decorativos, adornos e peças torneadas. Jamais pintadas.

Obs 1: citada como madeira de construção naval no Grão-Pará "para todas as partes de huma nau" (sic), em carta de 1777 do naturalista Alexandre Rodrigues Ferreira ao Ministro da Marinha em Lisboa⁽⁵²⁾.

Obs 2: devido a acentuada tendência a levantar "farpilhas", lixar muito cuidadosamente (lixa fina) após aplicar selador e a primeira demão de verniz, que deve ser o mais incolor (para não mascarar a beleza natural) e aplicado em uma demão extra.



Sucupira-preta

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo IPT/SP para a espécie *Diplotropis incexis*, colhida na BA⁽⁴¹⁾.

Propriedades físicas

- Massa específica (densidade) $\mu = 15\%$ – g/cm³ D – 0,80 – pesada.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 4,4 – média. Tangencial = 5,6 – baixa. Volumétrica = 10,2 – baixa.

Propriedades mecânicas

- Compressão axial – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm² $\sigma = 750$ – alta.
- Coeficiente de qualidade $\sigma/100D = 9,38$ – alto.
- Flexão estática – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm² – 1.476 – alta.
- Choque – trabalho absorvido – mad. seca ao ar – kgf.m – 3,4 – médio.
- Cisalhamento – mad. verde – kgf/cm² – 119 – médio.
- Dureza Janka – mad. verde – kgf – 787 – alta.
- Tração normal às fibras – mad. verde – kgf/cm² – 53,9 – baixa.
- Fendilhamento – mad. verde – kgf/cm² – 7,0 – médio.

TAJUVA OU AMOREIRA (56)

Introdução: a tajuva ou amoreira divide com a tatajuba, da mesma família botânica, a peculiaridade de possuir dos mais elevados coeficientes de qualidade dentre as madeiras brasileiras, acima de 9,6 (segundo o IPT/SP). Grande estabilidade, boa trabalhabilidade, alta durabilidade e elevados índices de resistência as tornam equivalentes à teca indiana, *Tectona grandis*, em nível mundial, considerada a melhor madeira da construção naval.

Classificação botânica: *Chlorophora tinctoria* ou *Maclura tinctoria* (mais atual), família Moraceae.

Nomes vulgares: taiúva, em Santa Catarina e Paraná; tatajuba em Minas Gerais; tatajuba-de-espinho, amoreira no Paraná; amarelidro no Espírito Santo e Minas Gerais; jataíba, em Minas Gerais e Goiás; tatané, taúba, pau-de-fogo, limão-rana-espinheiro, na Amazônia.

Classificação comercial: madeira de lei.

Ocorrência: em quase todo o país, exceto nas florestas de pinhais.

Aspecto – características gerais

Alburno: diferenciado, amarelo-palha.

Anéis de crescimento: distintos, regulares, demarcados por tecido fibroso mais denso.

Brilho: acentuado, aspecto lustroso.

Cheiro: indistinto.

Cor: cerne amarelo-canário ou dourado, quando recém-cortado, escurecendo para castanho-avermelhado, cada vez mais forte, até estabilizar em castanho-avermelhado-escuro (asa-de-barata ou pinhão).

Figura: além dos anéis de crescimento distintos, há faixas estreitas de tecido de grã ondulada.

Gosto: indistinto, algo adstringente.

Grã: direita a pouco cruzada (ondulada) ou reversa.

Peso: madeira pesada, dura ao corte, cega machado.

Textura: fina a média, lisa ao tato.



Durabilidade natural: alta resistência, mesmo em condições adversas. Baixa a nula permeabilidade a preservantes, mesmo sob pressão. Vasos obstruídos por tilos (cristais de silicatos). Razoável resistência a teredos navais.

Aplicações recomendadas: na carpintaria naval, serve para quase tudo, desde peças estruturais como sobrequilha, cavernas, vaus e latas, como para o forro interno, escoas, convés, borda-falsa e acabamento interno da superestrutura⁽⁵⁵⁾. Madeira de fino acabamento, moderadamente pesada, adequada à fabricação de móveis, assoalhos, lambris, forros, peças decorativas, esquadrias internas e externas.

Não recomendo para usos menos nobres, tais como dormentes, esteios, cruzetas de postes e obras externas rústicas, pois é um desperdício. Excelente raio para roda de carroça (por ser um uso peculiar).

Recomendações Especiais: os cristais presentes nos tecidos tiram o fio das ferramentas. Usar serra de aço/vídia.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo IPT/SP para a espécie *M. tinctoria*, colhida em SP e Goiás⁽⁴¹⁾.

Propriedades físicas

- Massa específica (densidade) $\mu = 15\%$ – g/cm^3 D – 0,88 – pesada.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 2,3 – baixa. Tangencial = 4,3 – baixa. Volumétrica = 7,2 – baixa.

Obs.: seu coeficiente de retratilidade – 0,44 – muito baixo, e as contrações também baixas revelam a boa estabilidade da tajuva.

Propriedades mecânicas

- Compressão axial – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 σ – 842 – alta.
- Coeficiente de qualidade $\sigma/100D$ – 9,6 – alto.
- Flexão estática – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 – 1.523 – média.
- Choque – trabalho absorvido – mad. seca ao ar – kgf.m – 4,17 – médio.
- Cisalhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 168 – alto.
- Dureza Janka – mad. verde – kgf – 1.038 – alta.
- Tração normal às fibras – kgf/cm^2 – 114 – alta.
- Fendilhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 13,0 – alto.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo LPF/IBAMA para a espécie *Maclura tinctoria*, colhida no PA⁽³⁹⁾.

Propriedades físicas

- Densidade aparente $\mu = 12\%$ – g/cm^3 – 0,91.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 3,2. Tangencial = 5,9. Volumétrica = 9,4.

Propriedades mecânicas

- Flexão estática – módulo de ruptura $\mu = 12\%$ – kgf/cm^2 – 1.565.
- Compressão – $\mu = 12\%$
 - Paralela às fibras – máx. resistência – kgf/cm^2 – 878.
 - Perpendicular às fibras – esforço no limite proporcional – kgf/cm^2 – 228.
- Dureza Janka – mad. verde
 - Paralela – kgf – 716.
 - Transversal – kgf – 779.
- Tração perpendicular às fibras – resistência à ruptura – mad. verde – kgf/cm^2 – 52.
- Fendilhamento – máx. resistência à ruptura – mad. verde – kgf/cm – 63.
- Cisalhamento – máx. resistência à ruptura – mad. verde – kgf/cm^2 – 110.

TAPAIPUNA OU ANGÉLICA-DO-PARÁ (57)

Introdução: repito aqui a mesma declaração da ficha 44.

Não conhecendo pessoalmente, não tendo examinado, cheirado ou testado a madeira de lei chamada tapaiúna, exceto dos livros técnicos, não me sinto capacitado a descrevê-la. Fica para uma próxima edição.

Classificação botânica: *Dicorynia ingens*, família Leguminosae Caesalpinoideae.

TAPINHOÃ (58)

Introdução: ver a ficha 35, itaúba, pois essas espécies afins de canelas muitas vezes se confundem, tanto pela similaridade das madeiras como pelas denominações regionais.

Classificação botânica: *Mezilaurus navalium* ou *M. crassiramea* (não se trata de sinonímia), família Lauraceae.

Nomes vulgares: tapinhoã, canela-tapinhoã, tapinhoã-amarela, itaúba-amarela, itaúba-abacate.

Obs.: as denominações tapinhoã e canela-tapinhoã são mais antigas, quando as madeiras do gênero *Mezilaurus* eram colhidas na Região Sudeste (principalmente Bahia e Espírito Santo) e abasteciam os arsenais do Rio de Janeiro e Bahia. Hoje, vindas todas da Amazônia, são mais conhecidas como itaúba (com diversos ápodos).

Ocorrência: Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Minas Gerais.

Classificação comercial: madeira de lei.

Aspecto – características gerais

Alburno: contrastado, branco acinzentado.

Anéis de crescimento: pouco distintos.

Brilho: moderado a fraco.

Cheiro: característico, leve.

Cor: ao cortar, é amarelo-pardo, escurecendo para marrom-avermelhado-claro.

Figura: ausente, mesmo a face tangencial é muito uniforme, onde mal se distinguem anéis de crescimento, nas espécies da Amazônia.

Gosto: indistinto.

Grã: direita a levemente cruzada ondulada.

Peso: pesada, medianamente difícil de serrar e aplinar.

Textura: média a fina, tendência a encanoamento e torcedura na secagem.

Durabilidade natural: alta resistência a fungos apodrecedores e insetos xilófagos, razoável resistência a teredos navais. Baixa penetração de preservantes, sob pressão. Poros obstruídos por resinas e tilos.

Aplicações recomendadas: na carpintaria naval, para as vigas das obras vivas como cavernas, sobrequilha, escoas, coral, vaus e latas, mas não para quilha, roda-de-proa, cadaste, sobressano e verdugo. Boa também para assoalho de convés, braços-de-caverna e vigas de borda-falsa e superestrutura. Na carpintaria civil, travessas e vigas, assoalho, marcos de portas, esquadrias, estruturas de telhado e obras expostas ao intemperismo, em ambiente externo.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo LPF/IBAMA para a espécie *Mezilaurus lindaviana*, colhida na Floresta Nacional de Tapajós, PA⁽³⁷⁾.

Propriedades físicas

- Peso específico básico D – g/cm^3 – 0,68.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 3,3. Tangencial = 8,3. Volumétrica = 11,6.

Propriedades mecânicas

- Flexão estática – módulo de ruptura $\mu = 12\%$ – kgf/cm^2 – 1.170.
- Compressão – $\mu = 12\%$
 - Paralela às fibras – máx. resistência – kgf/cm^2 – 573.
 - Perpendicular às fibras – esforço no limite proporcional – kgf/cm^2 – 97.
- Dureza Janka – mad. verde
 - Paralela – kgf – 430.
 - Transversal – kgf – 438.
- Tração perpendicular às fibras – máx. resistência – mad. verde – kgf/cm^2 – 46.
- Cisalhamento – máx. resistência – mad. verde – kgf/cm^2 – 85.

Obs.: a espécie *Mizilaurus lindaviana* é mais comumente chamada itaúba (ver ficha 35), todavia, a similaridade entre as madeiras do gênero e a falta de dados específicos para a espécie *M. navalium*, nas publicações consultadas, nos obriga a incluir os dados acima apenas como referência.

TATAJUBA OU TATAJUVA (59)

Introdução: embora comercialmente essa madeira seja confundida com a tajuva – *Maclura tinctoria* –, da mesma família Moraceae, com a qual mantém várias características assemelhadas, convém tratá-la distintamente, como o fazem os estaleiros navais.

Classificação botânica: *Bagassa guianensis*, família Moraceae.

Nomes vulgares: amaparana, bagaceira, no Amazonas; garrote, em Rondônia; pente-de-macaco.

Ocorrência: Floresta Amazônica.

Classificação comercial: madeira de lei.

Aspecto – características gerais

Alborno: diferenciado, amarelo-pálido.

Anéis de crescimento: pouco distintos, levemente demarcados.

Brilho: acentuado.

Cheiro e gosto: indistintos.

Figura e cor: recém-cortado, o cerne é amarelo-vivo (canário) ou dourado, escurecendo para castanho-amarelado, exposto ao ar.

Grã: direita a cruzada.

Peso: madeira pesada, dura ao corte. Os cristais e tilos que obstruem os poros/vasos tiram o corte da serra comum.

Textura: grossa, ligeiramente áspera ao tato.



Durabilidade natural: muito durável, mesmo sob condições adversas. Média a baixa absorção de soluções preservantes, sob pressão.

Aplicações recomendadas: na construção naval, em vigas estruturais, quilha, sobrequilha, escoas, dormentes, vaus e latas. Melhor usar nas obras vivas e não nas obras mortas, borda-falsa e superestruturas, pelo peso elevado; também adequada ao tabuado do casco. Na construção civil, em assoalhos, lambris, forros e esquadrias, caibros, ripas e vigamentos.

Embora seja resistente aos usos externos mais rústicos, não recomendo, por ser madeira de lei de excelentes qualidades.

Obs 1: citada como madeira de construção naval no Grão-Pará "e quase semelhante a ella a Guariuba" (sic), em carta de 1777 do naturalista Alexandre Rodrigues Ferreira ao Ministro da Marinha em Lisboa⁽⁵²⁾.

Obs 2: citada por Luiz Phelipe Andrés em *Embarcações do Maranhão*, como madeira adequada à fabricação de canoas-de-um-pau e barcos de casco⁽⁴⁾.

Cuidados especiais: não deixar exposta (externamente) sem tratamento, pode fissurar. Para serrar, convém usar serra de aço/vídiã; furar antes de pregar ou parafusar.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo IPT/SP para a espécie *Bagassa guianensis*, colhida no PA⁽⁴¹⁾.

Propriedades físicas

- Massa específica (densidade) $\mu = 15\%$ – g/cm^3 D – 0,82 – pesada.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 5,5 – média. Tangencial = 7,1 – baixa. Volumétrica = 11,4 – baixa.

Propriedades mecânicas

- Compressão axial – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 σ – 813 – alta.
- Coeficiente de qualidade $\sigma/100D$ – 9,9 – alto.
- Flexão estática – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 – 1.409 – alta.
- Cisalhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 117 – médio.
- Dureza Janka – mad. verde – kgf – 735 – alta.
- Tração normal às fibras – mad. verde – kgf/cm^2 – 46 – baixa.
- Fendilhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 8,6 – médio.

TIMBOÚVA OU FAVA-DE-ROSCA (60)

Introdução: A “Relação de madeiras indicadas para construção naval” dá à timbouva o nome científico de *Enterolobium timbouva*, sinónimo de *E. contortisiliquum*, porém essa espécie é adequada apenas para a construção de canoas-de-um-pau, o que não acontece em estaleiros e arsenais. Trata-se de artesanato de um só homem⁽⁵⁴⁾. Assim, parece-nos que os autores, por equívoco, face às divergências regionais de nomes vulgares, queriam indicar a espécie *E. schomburgkii*.

Classificação botânica: *Enterolobium schomburgkii*, família Leguminosae Mimosoideae.

Nomes vulgares: fava-bolota, fava-orelha-de-macaco, fava-orelha-de-negro, fava-mingue, faveira grande, favela, faveca, sucupira-amarela, no Amazonas; tamboril, tamboril-branco, timbaúba, timborana, no Pará.

Ocorrência: Região Amazônica até Mato Grosso.

Classificação comercial: madeira de lei, tendendo a madeira nobre.

Aspecto – características gerais

Alburno: contrastado, branco-amarelado.

Anéis de crescimento: levemente distintos, demarcados por zonas fibrosas mais densas.

Brilho: moderado.

Cheiro e gosto: indistintos.

Figura e cor: cerne castanho-claro-amarelado, fibroso atenuado; lembra a sucupira-parda, porém mais clara e amarelada, como a cerejeira.

Grã: cruzada reversa a ondulada.

Peso: madeira pesada, moderadamente dura ao corte, boa trabalhabilidade.

Textura: média, ligeiramente áspera ao tato.



Durabilidade natural: moderada resistência a fungos apodrecedores e insetos xilófagos. Poros obstruídos, praticamente impermeável às soluções preservantes.

Aplicações recomendadas: na carpintaria naval, vigas estruturais secundárias, como vaus, latas, dormentes, braços-de-caverna, trincaniz; porém, seu aspecto agradável a torna adequada aos acabamentos interiores de embarcações em fino artesanato. Na carpintaria civil, lâminas faqueadas para capear compensados, móveis, tacos e tábuas de assoalhos, esquadrias, rodapés e vistas, guarnições, peças torneadas.

Não a desperdiçar em usos externos rústicos.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo IPT/SP para a espécie *Enterolobium schomburgkii*, colhida no PA⁽⁴¹⁾.

Propriedades físicas

- Massa específica (densidade) $\mu = 15\%$ – g/cm^3 D – 0,79 – pesada.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 2,8 – baixa. Tangencial = 9,1 – média. Volumétrica = 14,1 – média.

Propriedades mecânicas

- Compressão axial – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 σ – 523 – média.
- Coeficiente de qualidade $\sigma/100D$ – 6,5 – baixo.
- Flexão estática – limite de resistência $\mu = 15\%$ – kgf/cm^2 – 1.153 – média.
- Choque – trabalho absorvido – mad. seca ao ar – kgf.m – 4,03 – médio.
- Cisalhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 146 – alto.
- Dureza Janka – mad. verde – kgf – 703 – média.
- Tração normal às fibras – mad. verde – kgf/cm^2 – 104 – alta.
- Fendilhamento – mad. verde – kgf/cm^2 – 13,7 – alto.

Propriedades físicas e mecânicas

Síntese dos dados fornecidos pelo LPF/IBAMA para a espécie *E. schomburgkii*, colhida no PA⁽³⁸⁾.

Propriedades físicas

- Densidade aparente – g/cm^3 – 0,84.
- Contração por secagem (%): do PSF até $\mu = 0\%$
Radial = 4,2. Tangencial = 9,3. Volumétrica = 12,7.

Propriedades mecânicas

- Flexão estática – módulo de ruptura $\mu = 12\%$ – kgf/cm^2 – 1.648.
- Compressão – $\mu = 12\%$
 - } Paralela às fibras – máx. resistência – kgf/cm^2 – 802.
 - } Perpendicular às fibras – esforço no limite proporcional – kgf/cm^2 – 151.
- Dureza Janka – mad. verde
 - } Paralela – kgf – 884.
 - } Transversal – kgf – 986.
- Tração perpendicular às fibras – máx. resistência – mad. verde – kgf/cm^2 – 64.
- Fendilhamento – máx. resistência – mad. verde – kgf/cm – 78.
- Cisalhamento – máx. resistência – mad. verde – kgf/cm^2 – 154.

GLOSSÁRIO

Absorção: quando uma molécula incorpora moléculas de água (ou outra qualquer), gerando outra molécula quimicamente diferenciada, diz-se que absorveu a molécula incorporada. É o caso da cal virgem (CaO), absorvendo água para gerar cal hidratada Ca(OH)_2 e depois absorvendo gás carbônico (CO_2) para se transformar em carbonato de cálcio (CaCO_3) com dessorção (perda) de água.

Adsorção: quando uma molécula de qualquer substância retém moléculas de água, de forma superficial, sem a incorporar, sem formar outra substância, diz-se que adsorve a água. É o caso da molécula de celulose e do sal de cozinha.

Aduela: parte inferior da ombreira, voltada para o interior do vão da porta.

Obs.: em algumas regiões, marco e aduela se confundem.

Água livre ou de capilaridade: água contida nas cavidades celulares e intercelulares da madeira. A madeira verde está saturada de água livre, e a secagem se inicia por sua remoção. Também chamada água de embeбimento.

Água presa, de adesão ou higroscópica: água retida nas paredes das células e que começa a secar abaixo do PSF, já tendo saído toda a água livre. Este é o ponto crítico da secagem, pois um aumento brusco da temperatura ou redução drástica da URA, poderá romper tecidos. A água está "presa" às células da celulose por pontes de hidrogênio. Também chamada água de impregnação.

Alburno ou brancal: parte exterior e mais clara do tronco, ainda viva, serve ao transporte vertical da seiva ascendente; a cada ano incorpora ao cerne dois anéis de crescimento mais interiores, por deposição de "extrativos", e recebe mais dois, do cambium.

Alizar: nas construções antigas, o alizar era peça de madeira, justaposta aos umbrais de pedra, para permitir a fixação de folhas das esquadrias. Atualmente, alizares ou vistas, são de madeira, pregadas aos marcos (aduelas), para acabamento, recobrando a faixa de contato entre estes e o reboco, numa continuidade visual e vertical do rodapé.

Alvaiade: em princípio, alvaiade seria todo pó branco a ser aplicado na madeira com o objetivo de protegê-la, ou de dar base à futura pintura (mais antigo), ou criar um efeito decorativo. Com o intuito de proteger contra a ação de fungos apodrecedores e até retardar a ação dos xilófagos, o mais eficiente alvaiade é o carbonato de chumbo ou cerusita. Emprega-se hoje o óxido de zinco, bem menos tóxico. Aplicado em mistura com água e óleo de linhaça, oferece razoável proteção contra fungos.

Anel de crescimento: cada camada de crescimento da árvore⁽⁶¹⁾ – também chamada anel anual, termo inexato –, dividindo-se em "anel de lenho inicial" e "anel de lenho tardio", conforme as estações do ano e o clima.

Anisotropia: característica de todas as madeiras, que reagem diferentemente segundo a direção do esforço a que estão submetidas, ou na perda e adsorção de umidade. O aço, ao contrário, é isotrópico.

Baldrame: viga de madeira, ou linha de grande seção, colocada sobre os alicerces para compor a base da gaiola construtiva e suportar as alvenarias⁽¹¹⁾. Requer tratamento impermeabilizante cuidadoso.

Betume: no Oriente Médio, é comum aflorar uma parte mais leve do petróleo, que os babilônios chamaram betume. Desde a mais remota antiguidade, era usado para proteger madeira em contato com a umidade, calafetar embarcações e terraços. Hoje, as tintas ditas betuminosas fazem o mesmo papel, e são excelentes preservativos, bloqueando fungos e cupins por longo tempo. Insubstituíveis na proteção de partes da madeira em contato com o solo. Por curtos períodos inferiores a 6 meses, conseguem impedir a ação dos teredos navais. Limitação: o efeito visual.

Biodiversidade: refere-se à variedade de espécies que compõem um ecossistema⁽⁵⁾.

Burro: peça vertical de madeira, apoio intermediário do baldrame.

Cachorros: a ponta dos caibros apoiados no frechal, ultrapassando a alvenaria externa; vai suportar o telhamento do beirado. Pode ser de peças pequenas, emendadas aos caibros. Nas construções antigas, eram entalhados ou decorados⁽¹¹⁾.

Cadaste: peça semelhante à roda-de-proa, que fecha a ossada da embarcação à ré (popa)⁽¹²⁾.

Caiação: pintura à base de cal hidratada, hidróxido de cálcio, base água, com ou sem adição de pigmentos.

Cambium: película entre a casca e o xilema, ou lenho, sendo a rigor a única parte em crescimento no tronco, produz células para o alburno do xilema e para o floema (casca interior).

Caverna: peças de madeira, curvas, que se fixam transversalmente à quilha e dão forma ao casco⁽¹²⁾. A parte inferior é chamada pé-de-caverna, a superior, braço-de-caverna.

Cavilha: pino da madeira dura, roliço, a ser introduzido em orifício para unir duas peças de madeira, em emenda.

Celulose: polissacarídeo – polímero de base glucosídica –, principal componente das paredes celulares da madeira. Uma molécula de celulose tem cerca de 10 mil unidades glucosídicas. Reunidas em feixes formam as micelas, sendo as pontes de hidrogênio a força de coesão. As micelas se agregam em feixes maiores, formando as microfibrilas, estas reúnem-se em macrofibrilas, formando finalmente as lamelas, partes das fibras do tecido do lenho⁽⁵⁶⁾.

Cerne: parte mais interior e mais escura do tronco, à qual se referem as características e o aspecto da madeira. É composto de tecido morto, já saturado pelos seus "extrativos", tem a função de apoio estrutural da árvore. Quanto maior o contraste entre cerne e brancal, mais fraco será este.

Coefficiente de qualidade: é a razão resistência à compressão axial/100D, onde D é a densidade.

Coníferas: maneira vulgar de designar as árvores da ordem das Coniferales ou Coniferae, única a produzir madeira entre as *Gymnospermas*. Também chamadas de não-porosas; *softwoods*. Nelas, o que comercialmente é chamado fibras, na realidade são traqueídeos fibrosos, mais longos, produzem melhor papel.

Cravo: prego, geralmente de ferro chato, feito artesanalmente, podendo ser zincado a fogo.

Empenamento: deformação das dimensões geométricas de uma peça de madeira submetida à secagem, podendo ser encanoamento, arqueamento, encurvamento e torcimento.

Epóxi: nome comercial e genérico de diversas resinas fenólicas (cadeia aromática) que, ativadas por um catalizador (ex.: mercaptanas), adquirem alta dureza, podendo ser aplicadas como cola ou revestimento.

Escantilhão: ângulo que faz a face externa de uma baliza com a linha d'água. Varia ao longo da baliza, de linha d'água para linha d'água, pois ambas são curvas variáveis. O termo evoluiu, para abranger as dimensões das peças estruturais do casco⁽¹²⁾.

Escoa: grossas tábuas assentadas sobre as cavernas de proa a popa, para reforçar o bojo da embarcação.

Espécie: coleção de indivíduos muito semelhantes, de origem comum, geram descendência idêntica a eles próprios⁽⁵⁶⁾. Podem ter variedades (ou raças), e são reunidos em gêneros, cujo conjunto forma a família. O cruzamento de indivíduos ocorre geralmente dentro da mesma espécie, esporadicamente dentro do mesmo gênero.

Esteio: viga vertical de madeira, levantada nos cantos da alvenaria, unida na base ao baldrame e no topo à linha ou frechal. Faz parte da gaiola⁽¹¹⁾.

“Extrativos”: são a terebentina, o bálsamo e o breu, nas coníferas; nas folhosas, as ceras, óleos, resinas e outras substâncias, que impregnando os mais antigos anéis do alburno os incorporam ao cerne, dando-lhes mais resistência e as características típicas da madeira.

Fabaceae: outro nome para designar a família Leguminosae, sendo aceito por muitos botânicos como mais adequado.

Fasquia: a) na carpintaria civil, régua de madeira, secção trapezoidal, que nos tetos e tabiques é colocada a intervalos curtos, para formar armação firmadora e guia do “corte” da argamassa de enchimento⁽¹¹⁾. b) na carpintaria naval, régua de madeira onde se “anotam” os escantilhões das cavernas, ou as larguras das pranchas do costado, e serve de guia na serragem delas.

Fibras: células longas de paredes grossas e vazio interior chamado lúmen; de pontas afiladas, encontradas apenas nas folhosas, nas quais medem de 0,5 a 1,5 mm, representam a maior parte do lenho. Comercialmente (ou na indústria de celulose) são designados fibras, os tecidos residuais da madeira sem a lignina, com os quais se produz papel.

Fio (e contra-fio): diz-se do sentido do crescimento axial das fibras da peça de madeira. O formão, a plaina e a galopa devem correr ou cortar nesse sentido. Na face tangencial, a ponta dos cones de crescimento (ver capítulo 1) indica o sentido do corte. Trabalhando ao contrário, a ferramenta vai arrancar pedaços de madeira, deixando uma superfície áspera, de péssimo acabamento. O termo confunde-se com a grã.

Floema: parte ainda viva da casca ou casca interna em contato com o cambium, por ele desce a seiva elaborada pela fotossíntese.

Frechal: viga de coroamento da alvenaria, que serve de apoio aos caibros e ripas do telhado. É uma terça.

Gaiola: estrutura autônoma, intertravada, que torna estáveis as alvenarias da edificação. Compreende os baldrames, burros, esteios, barrotes, madres e linhas, muito usadas na arquitetura colonial.

Ganzepes: o mesmo que barrotinho (conforme a região), peça trapezoidal, para suporte das tábuas do assoalho. Requerem tratamento especial.

Grã: o termo indica o arranjo, a orientação dos tecidos em relação ao eixo principal do tronco (sentido axial). Pode ser direita, quando há paralelismo dos tecidos; reversa, quando os tecidos se entrecruzam; e ondulada, quando mantém suaves movimentos, formando belos desenhos. De certa forma, confunde-se com fio e veios. Nas madeiras de grã direita, fibras retas e longitudinais, o corte no fio produz bom acabamento. Todavia, nas madeiras de grã reversa, ou perto dos nós, não há como não contrariar as fibras retorcidas, produzindo superfície áspera, "arrancada".

Guarda-pó: diz-se do forro externo, no beirado, cobrindo os cachorros pela face interior com tábuas de forro e, na extremidade, com a testeira⁽¹¹⁾.

Histerese: (originalmente imantação/desimantação do ferro), refere-se às reações que ocorrem na madeira, desorvendo (secando) ou adsorvendo água, conforme variação da URA.

Intemperismo: conjunto de processos decorrentes da ação dos agentes atmosféricos e biológicos que ocasionam a degradação da madeira exposta ao tempo, em ambiente externo.

Lambrequim: peça de decoração e acabamento, recortada em tábuas finas, na espessura de forro, e pregada nas extremidades dos beirais.

Lata: cada uma das peças de madeira, colocadas de um bordo a outro da embarcação, entre os vaus, de menor dimensão que estes, para sustentar o tabuado do convés.

Lenho juvenil: camadas de crescimento ao redor da medula, correspondente ao desenvolvimento inicial da árvore. Tecido menos resistente, que sofre maior contração na secagem, originando defeitos longitudinais (arqueamentos).

Linhas vasculares: pequenos canais ou cavidades alongadas, que aparecem como linhas interrompidas, mais ou menos paralelas, na superfície de algumas madeiras porosas, resultante do corte longitudinal dos vasos⁽⁶¹⁾.

Madeira de reação: sob tração permanente, como em terrenos inclinados, a árvore desenvolve um lenho especial para resistir ao esforço contínuo. Nas coníferas ocorre no lado "comprimido" do tronco, voltado para o lado mais baixo do terreno. Mais densa, é a chamada madeira de "compressão". Nas folhosas, o fenômeno ocorre do lado oposto, dando origem a madeira mais fibrosa, que traciona o tronco. Por isso é chamada "madeira de tração". Ambas apresentam defeitos longitudinais na secagem.

Malhete: encaixe ou ensambladura trapezoidal entre duas peças de madeira que formem ângulo reto⁽¹¹⁾. O malhete mais usual é o cauda-de-andorinha, podendo ser em peça isolada, dupla-cauda, chamada "laçarote".

Marco: peça vertical justaposta à ombreira, para receber as dobradiças de um lado e servir de batente para a folha da porta nos demais lados⁽¹¹⁾. Marco e ombreira podem ser uma só peça.

Maromba: barra de aço – com cerca de 50 cm de comprimento, terminando em ponta fina e côncava – para apoiar a cabeça do prego de cobre, pelo lado externo do casco, enquanto do outro lado, outro carpinteiro martela a ponta do prego para amassá-la, formando o rebite.

Maújo ("maús"): instrumento utilizado pelos calafates para alargar as costuras (junções) entre as chapas do costado de uma embarcação, o que permite a colocação do fio de algodão e estopas.

Medula: é o centro do tronco na planta juvenil. Menos denso em algumas árvores, esse tecido costuma deteriorar. Disso resulta uma falha na prancha, que os carpinteiros chamam "geral".

Obras mortas: parte do casco da embarcação acima da linha-d'água de plena carga, sempre emersa⁽¹²⁾.

Obras vivas: parte do casco da embarcação abaixo da linha-d'água de plena carga, quase sempre submersa; é o mesmo que carena⁽¹²⁾.

Óleo essencial: substância volátil, de odor geralmente agradável, imiscível à água⁽⁵⁾.

Ombreiras ou umbrais: peças laterais verticais, da verga até a soleira, com rebaixos para receber as folhas da porta.

Parênquima: tecido constituído por células mais curtas e de paredes mais finas que as do tecido fibroso. Nas madeiras em que é distinto, em geral também é mais claro. Pode ser axial (longitudinal) ou radial, constituindo os raios medulares. Função principal: armazenagem e transporte de seiva⁽⁹⁾.

Peitoril: parte inferior horizontal de fechamento do quadro (contramarco) de uma janela. Deve ter leve inclinação na face externa e receber entalhe de pingadeira na face inferior, que ultrapassa a alvenaria.

Pinhal: assim eram conhecidos os bosques e as matas nativas ou cultivadas em Portugal. Por ser o pinho a madeira predominante, adotou-se seu nome.

Polímero: é o composto orgânico (a química do carbono) em que uma molécula base é unida a centenas de outras iguais, formando uma nova molécula multicomponente de grande resistência. É o caso da celulose (natural) e dos polivinil, polietileno, polipropileno etc. (sintéticos).

Ponto de saturação das fibras: eliminada a água livre, resta a saturação das paredes celulares. Trata-se de água presa por "pontes de hidrogênio", correspondendo a um teor de umidade (μ) entre 23% e 34%, a depender também da temperatura do ambiente. Universalmente adota-se o valor de 30% para o PSF.

Poros ou vasos: estrutura de forma tubular, em seções curtas, tem a função de transportar a seiva ascendente. Exclusivo das folhosas, o nome mais adequado é vaso, que seccionado no corte transversal tem aspecto de poro⁽⁹⁾.

Punção: ferramenta de aço usada para aprofundar a cravação de pregos. O instrumento é apoiado sobre a cabeça do prego, por meio de pequena concavidade que tem em sua extremidade mais fina. Em seguida é batido com um martelo.

Quilha: peça estrutural básica, a "espinha dorsal" do casco de uma embarcação, disposta na parte mais baixa do seu plano longitudinal⁽¹²⁾.

Raios: agrupamento de células que se desenvolvem desde o floema (casca) até a medula do tronco com tecido parenquimatoso, tendo como funções a armazenagem e o transporte horizontal da seiva elaborada⁽⁶¹⁾.

Resinas: substâncias produzidas por árvores. Formam um líquido viscoso, inflamável, que endurece, assumindo forma vítrea, quebradiça. Às vezes aromáticas, são insolúveis em água. Contribuem para a impermeabilização do lenho e aumento da sua resistência a fungos. Hoje o termo abrange também os fluidos sintéticos derivados do petróleo (ou hulha), com características semelhantes. Algumas resinas naturais (origem vegetal): terebentina, laca, copal, bálsamo (extrato de pinheiros). Sintéticas (derivadas de petróleo): fenóis, formaldeídos, poliéster, epóxido, uréia-formaldeídos, polietilenos, silicones, poliuretanos, acetatos etc.

Retração: redução das dimensões da madeira de forma anisotrópica, por perda de umidade abaixo do ponto de saturação das fibras. As células dos tecidos perdem umidade retraindo-se na largura, ou diâmetro, não no comprimento.

Ritidoma: a casca externa das árvores, constituída de tecidos mortos. Sua função é proteger o tronco.

Roda-de-proa: viga robusta fixada na extremidade dianteira da quilha, servindo de fecho da ossada da embarcação avante (proa)⁽¹²⁾.

Sambladura/ensablagem: corte ou entalhe feito na madeira, com o objetivo de unir peças sem auxílio de pregos, parafusos ou ferragens⁽¹¹⁾.

Secagem artificial: secagem com controle de temperatura e umidade relativa.

Seiva: líquido orgânico das plantas. A seiva mineral, procedente do solo, circula das raízes às folhas pelos vasos do lenho (alburno). A seiva elaborada pela fotossíntese desce pelos vasos do líber até às raízes.

Sobrequilha: viga paralela e acima da quilha, a ela se atracam as cavernas⁽¹²⁾.

Sobressano: peça de madeira pregada ao fundo da quilha para protegê-la de impactos. Não tem função estrutural.

Soleira: peça horizontal inferior do vão da porta. Atualmente, nas portas externas, dificilmente se emprega madeira nessa posição tão sujeita ao intemperismo.

Teor de Umidade – TU: massa de água contida na peça, em percentual relativo à massa da madeira seca em estufa (0%). Neste manual, identificada pela letra grega μ .

$$TU = \frac{MU - MS}{MS} \cdot 100$$

MU = massa da madeira verde MS = massa da madeira seca (0%)

Terças: Principais vigas horizontais ou inclinadas da trama (madeiramento) de um telhado. Recebem diferentes nomes conforme sua posição: frecha, cumeeira, espigão, água-furtada ou simplesmente terças⁽⁶⁴⁾.

Textura: característica que se refere às dimensões, distribuições e abundância relativa dos elementos constituintes da madeira, observada no plano transversal. A análise e classificação dos tipos de textura segue os seguintes padrões:

Fina: poros $\varnothing < 100$ micra, parênquima não visível a olho nu.

Média: poros $\varnothing 100$ a 300 micra, parênquima visível a olho nu.

Grossa: poros $\varnothing > 300$ micra, parênquima axial bem visível a olho nu, abundante, bem distinto.

Traqueíde ou traqueídeo: célula condutora (de seiva) no lenho, alongada (até 10 mm), fechada nas extremidades. As coníferas têm o lenho formado quase somente de traqueídeos fibrosos⁽⁵⁶⁾.

Traqueídeos fibrosos: correspondem à quase totalidade dos tecidos das coníferas. São células alongadas medindo de 3 mm a 4 mm ou mais (no pinho-do-paraná até 10 mm), justapostas com pontuações areoladas, permitindo a passagem da seiva. Têm função estrutural e transportam a seiva bruta.

Umidade relativa do ar – URA: razão entre a quantidade de água contida no ar e o máximo de vapor d'água que o mesmo volume de ar pode conter. Expressa em %.

Vau: viga estrutural transversal da embarcação. Liga os pares de braços-de-caverna, sustentando o tabuado do convés⁽¹²⁾.

Veio: mancha alongada e estreita, de cor diferente da cor de fundo; estria. Ocorre em algumas madeiras, embelezando-as⁽⁵⁶⁾. Nas madeiras em que há contraste entre os anéis de lenho inicial e os de lenho tardio, estes se apresentam em faixas mais escuras.

No linguajar dos carpinteiros, confundem-se com a grã.

Verdugo: viga reforçada, fixada ao longo do costado a fim de proteger a embarcação contra choques na atracação.

Verga: peça de madeira (ou concreto) que recebe as cargas de alvenaria acima das aberturas; apóia-se nas ombreiras (umbrais). Diz-se também das vigas transversais aos mastros, onde se envergam as velas redondas (náutica).

Xilema: é a parte do tronco constituída de madeira propriamente dita. O cerne é a parte interior, morta. A parte viva, mais exterior, é o albúrnio.

Xilófagos: organismos ou animais devoradores de madeiras.

Zarcão: tinta-base para proteção de estruturas de aço contra a ferrugem. O principal componente ativo é o óxido de chumbo, que lhe confere cor alaranjada característica. Protege também a madeira, por ser muito tóxica para fungos e insetos xilófagos. Muito usada como tinta de fundo na carpintaria naval. Atualmente, face às restrições ao manuseio de compostos de chumbo, há no comércio, com o mesmo nome "zarcão", tinta de fundo com outra base química, que não oferece a mesma proteção duradoura às madeiras.

ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

ACA – Arseniato de Cobre Amoniacal.

BWG – Birmingham Wire Gauge.

CCA – Arseniato de Cobre Cromatado.

CCB – Borato de Cobre e Cromo.

CTFT – Centre Technique Forestier Tropical (França).

EPI – Equipamento de Proteção Individual.

HDF – High Density Fiberboard.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis.

IBRAMEM – Instituto Brasileiro da Madeira e Estruturas de Madeira.

INMETRO – Instituto Nacional de Pesos e Medidas.

IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional.

IPT/SP – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo.

LAMEM – Laboratório de Madeiras e de Estruturas de Madeira – Universidade de São Carlos – USP

LEG – família – Leguminosae.

CAES – subfamília – Caesalpinoideae.

MIM – subfamília – Mimosoideae.

PAP – subfamília – Papilionoideae.

LPF – Laboratório de Produtos Florestais (IBAMA).

LPP – Linha de Polegada Portuguesa (2,3 mm).

MDF – Medium Density Fiberboard.

NB – Norma Brasileira.

OIMT – Organização Internacional das Madeiras Tropicais.

pH – Potencial Hidrogênio-iônico, mede a acidez (7 = neutro).

PSF – Ponto de Saturação das Fibras.

sp – Espécie (do Gênero); plural – *spp*

μ - Teor de Umidade = TU.

UEM – Umidade de Equilíbrio da Madeira.

UPM – Usina (ou Unidade) de Preservação de Madeira.

URA – Umidade Relativa do Ar, em %.

UV – Ultravioleta, raios solares de alta amplitude.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - RAMUZ, Mark (cons. ed.). *A enciclopédia do trabalho em madeira*. Lisboa: Centralivros, 2002.
- 2 - ALVES DE SOUZA, Josefa Magna. *Caracterização e índices qualificativos de 20 espécies florestais do Acre*. Rio Branco: Secretaria de Indústria e Comércio, 1987.
- 3 - I ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA. *Anais... Características*, v. I. USP – Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos, 1983.
- 4 - ANDRÉS, Luiz Phelipe (coord.) et alii. *Embarcações do Maranhão: recuperação das técnicas construtivas tradicionais populares*. São Paulo: Audichromo, 1998.
- 5 - ÁRVORES NO BRASIL. São Paulo: Duratex, 1992. v. 1 e 2.
- 6 - BAADER, Juan. *Cruceros y lanchas veloces*. Buenos Aires: Nautica Baader, 1951.
- 7 - BRUCE, Richard W. *As florestas do Amazonas: espécies, sítios, estoques e produtividade*. Brasília: LPF/IBAMA, 2001.
- 8 - BUENO, Eduardo et alii. *Pau-Brasil*. São Paulo: Axis Mundi, 2002.
- 9 - BURGER, Luiza Maria e RICHTER, Hans Georg. *Anatomia da madeira*. São Paulo: Nobel, 1991.
- 10 - CAMARGOS, José Arlete Alves et alii. *Catálogo de árvores do Brasil*. Brasília: LPF/IBAMA, 2001.
- 11 - CADERNO DE ENCARGOS: CADERNOS TÉCNICOS 2. Brasília: Programa Monumenta, 2005.
- 12 - CAMINHA, Herick Marques. *Dicionário marítimo brasileiro*. 2 ed. Rio de Janeiro: Clube Naval, 1996 (36).
- 13 - CASTANHEIRA, Edmundo. *Construção de pequenas embarcações*. Lisboa: Diwalivro, 1998.
- 14 - CATÁLOGO DE MADEIRAS DO AMAPÁ – Características tecnológicas. Manaus: INPA, 1993.
- 15 - CHAPPELLE, Howard Irving. *Boatbuilding: A Complete Handbook of Wooden Boat Construction*. New York: W. W. Norton & Co., 1994.
- 16 - CHICHIGNOUD, Michele et alii. *Atlas de maderas tropicales de América Latina*. Yokohama: Organización Internacional de Las Maderas Tropicales, 1990.
- 17 - GILBERT, Vicenç et alii. *A carpintaria*. Lisboa: Estampa, 1998. (Coleção Artes e Ofícios.)
- 18 - CONGRESSO DE HISTÓRIA E GEOGRAFIA DE SC; 1996. *Anais...* Instituto Histórico e Geográfico de SC/CAPES/MEC. Florianópolis, 1997.
- 19 - DÉON, G. *Manual de preservação das madeiras em clima tropical*. Yokohama/França: Organização Internacional das Madeiras Tropicais/Center Technique Forestier Tropical, 1989.

- 20** - VII ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA. *Resumos...* EESC/USP São Carlos, 2000.
- 21** - ENSAIOS PARA UTILIZAÇÃO DE *PLATANUS ACERIFOLIA* EM MÓVEIS DE MADEIRA VERGADA. Nova Santa Rita, RS: Publicação Thonart, s.d.
- 22** - EXNER, Otto et alii. *Nova aplicação para um microbicida de efeito comprovado: 2. Fenil-fenol para proteção temporária de madeira serrada contra o bolor*. S.l.: Bayer AG, s.d.
- 23** - FARB, Peter. *El Bosque*. México: Offset Multicolor, 1966. (Colección de la naturaleza de revista Life.)
- 24** - GALVÃO, Paulo M. *Processos práticos para preservar a madeira*. Piracicaba: ESALQ/USP, 1975.
- 25** - GALVÃO, Antonio Paulo Mendes e JANKOWSKY, Ivaldo Pontes. *Secagem racional da madeira*. São Paulo: Nobel, 1985.
- 26** - GENETTE, Francis. *Manual prático do carpinteiro e marceneiro*. Curitiba: Hemus Livraria, Distribuidora e Editora, 2002.
- 27** - INSTITUTO Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. *Inventário florestal do pinheiro no sul do Brasil*. Curitiba: FUPEF, 1978.
- 28** - JANKOWSKY, Ivaldo Pontes. *Madeiras brasileiras*. Caxias do Sul: Spectrum Comunicações, 1990. v. 1.
- 29** - JESUS, José M. Henriques. *Secagem ao ar livre e secagem solar de madeiras aplicadas na construção civil*. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos - USP, 1986. Dissertação de Mestrado.
- 30** - JOHNSON, Hugh. *La Madera*. Barcelona: Blume, 1994.
- 31** - TEIXIDÓ I CAMI, Josepmaria e SANTAMERA, Jacinto Chichorro. *A talha: escultura em madeira*. Lisboa: Estampa, 1997. (Coleção Artes e Ofícios.)
- 32** - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Escola de Engenharia de São Carlos. Laboratório de Madeiras e de Estruturas de Madeira (LaMEM). *Produção Acadêmica*. São Carlos, 2000.
- 33** - LEPAGE, Ennio Silva (coord.) et alii. *Manual de preservação de madeiras*. 2 ed. São Paulo: IPT, 1989. v. 1 e 2. (Publicação n. 1637.)
- 34** - LORENZI, Harri. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 1992. v. 1; 2 ed. 2002, v. 2.
- 35** - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Escola de Engenharia de São Carlos. Laboratório de Madeiras e de Estruturas de Madeira (LaMEM). *Madeira: determinação de suas características*. São Carlos, 1988.
- 36** - FEDALTO, Lourdes Cobra et alii. *Madeiras da Amazônia: descrição do lenho de 40 espécies ocorrentes na Floresta Nacional de Tapajós*. Brasília: LPF/IBAMA, 1989.
- 37** - SLOOTEN, Harry J. Van Der (coord.) et alii. *Madeiras da Amazônia, características e utilização: Floresta Nacional de Tapajós*. Brasília: CNPQ/IBAMA, 1981. v. 1.
- 38** - LISBOA, Cleuber Delano José et alii. *Madeiras da Amazônia, características e utilização: Estação Experimental de Curuá-Una*. Brasília: IBDF/IBAMA, 1988. v. 2.

- 39 - MARQUES, Márcia Helena Bezerra (coord.) et alii. *Madeiras da Amazônia, características e utilização: Amazônia Oriental*. Brasília: LPF/IBAMA, 1997. v. 3.
- 40 - MAINIERI, Calvino et alii. *Manual de identificação das principais madeiras comerciais brasileiras*. São Paulo: IPT, 1983. (Publicação n. 1226.)
- 41 - MAINIERI, Calvino e CHIMELO, João Peres. *Fichas de características das madeiras brasileiras*. 2 ed. São Paulo: IPT/SP, 1989. (Publicação n. 1791.)
- 42 - MADEIRA, CARACTERÍSTICAS, DETERIORAÇÃO, TRATAMENTO. Rio de Janeiro: IPHAN/Fundação Nacional Pró-Memória. [1987]. (Manual técnico, 1)
- 43 - MARTINS, Varlone Alves. *Secagem de madeira serrada*. Brasília: LPF/IBAMA, 1988.
- 44 - MASCARENHAS, Antonio Carlos Q. *As Variações dimensionais nos bens culturais em madeira. Os insetos xilófagos, os monumentos e os museus*. Rio de Janeiro: IPHAN, 1994. (Duas apostilas. Divulgação IPHAN.)
- 45 - MEDEIROS, João de Deus et alii. *Floresta com araucárias*. Rio do Sul, SC: Apremavi, 2004.
- 46 - MELO, Julio Eustáquio de et alii. *Habitação popular em madeira*. Brasília: LPF/IBAMA, 2002.
- 47 - MENDES, Alfredo de Souza. *A degradação da madeira e sua preservação*. Brasília: LPF/IBAMA, 1988.
- 48 - MENDES, Alfredo de Souza. *Programas de secagem para madeiras brasileiras*. Brasília: LPF/IBAMA, 1998.
- 49 - BIODETERIORAÇÃO E PRESERVAÇÃO DE MADEIRAS. São Paulo: Montana Química, 2000.
- 50 - NORMA PARA CLASSIFICAÇÃO DE MADEIRA SERRADAS E FOLHOSAS. Brasília: LPF/IBAMA, 1984.
- 51 - IWAKIRI, Setsuo (ed.). *Painéis de madeira reconstituída*. Curitiba: FUPEF, 2005.
- 52 - LEIVAS, Luís Cláudio Pereira e SCAVARDA, Levy. *História da Intendência da Marinha (1500-1800)*. Rio de Janeiro: DIM - Ministério da Marinha, 1972. v. 1.
- 53 - PONCE, Reinaldo Herrero et alii. *Manual de secagem da madeira*. Brasília/São Paulo: MIC/IPT, 1985. (Publicação n. 1616.)
- 54 - REITZ, Raulino; KLEIN R. M. e REIS, Ademir. *Projeto madeira de Santa Catarina*. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1978.
- 55 - REITZ, Raulino; KLEIN, R. M. e REIS, Ademir. *Projeto madeira do Rio Grande do Sul*. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1983.
- 56 - RIZZINI, Carlos Toledo. *Árvores e madeiras úteis do Brasil: Manual de dendrologia brasileira*. 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1978. (Anexo: 20 estampas.)
- 57 - SELECTION OF THE RULES FOR WOODEN VESSELS – 1947. Paris: Bureau Veritas, 1959.
- 58 - SILVA, Ademir Castro e. *Madeiras da Amazônia: características gerais, nome vulgar e usos*. Brasília: SEBRAE, 2002.

- 59 - SILVA Junior, Ronaldo et alii. *Carpintaria das Ribeiras do Rio Itajaí-açu*. Itajaí: Oficina da Palavra de Itajaí, 2001.
- 60 - SOUZA, Maria Helena de. *Incentivo ao uso de novas madeiras para fabricação de móveis*. Brasília: LPF/IBAMA, 1998.
- 61 - SOUZA, Maria Helena de et alii. *Madeiras tropicais brasileiras*. 2 ed. Brasília: LPF/IBAMA, 2002.
- 62 - STEVENS, W. C. et alii. *Kiln Operator's Handbook, a Guide to the Kiln Drying of Timber*. London: Department of Scientific and Industrial Research Forest Products Research, 1961.
- 63 - STEWARD, Robert M. *Small Boat Construction*. New York: The Rudder Publishing, 1959.
- 64 - I ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA. *Anais... Telhados*, v. 4. USP – Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos, 1983.
- 65 - MOLITERNO, Antonio. *Telhados: Caderno de projetos de telhados em estruturas de madeira*. 2 ed. São Paulo: E. Blücher, 1981.
- 66 - LA PASTINA FILHO, José. *Telhados: Manual de conservação*. Brasília: IPHAN/Programa Monumenta, 2005.
- 67 - VILLIERE, A. *Séchage des bois*. 6 ed. Paris: Dunod, 1966.
- 68 - WOOD AND HOW TO DRY IT: A FINE WOODWORKING Book. Newtown, CO: Taunton Press. 1986.
- 69 - WOODENBOAT MAGAZINE. Brooklin, Maine: WoodenBoat Publications, 1998, n. 140.
- 70 - WOODWORKING PROJECTS. The WoodenBoat Series. Brooklin, Maine: WoodenBoat Publications, 1997.



Banco Interamericano
de Desenvolvimento



MONUMENTA



Ministério
da Cultura



Cadernos

Técnicos

MONUMENTA



Ministério
da Cultura

