

## CARACTERIZAÇÃO DO MATERIAL MADEIRA

Henrique José Borges de ARAUJO  
Eng. Ftal., M.Sc., Pesquisador da Embrapa Acre  
henrique.araujo@embrapa.br

### RESUMO

Desde a antiguidade as propriedades da madeira tornaram-na de emprego obrigatório para a atividade humana. Utilizada como combustível, em moradias e em embarcações e veículos terrestres, a madeira atende a três das necessidades básicas do homem: combustível, habitação e transporte. A madeira é um importante componente da economia mundial, utilizada em uma ampla gama de formas, incluindo a indústria de celulose e papel. Este artigo é uma revisão bibliográfica resumida sobre características gerais e propriedades (anatômicas, químicas, físicas, mecânicas, sensoriais, energéticas, etc.), bem como de alguns tratamentos e processos industriais (secagem, preservação, colagem e fabricação de polpa e papel), do material madeira, cujo conhecimento é indispensável ao público com afinidade aos temas tecnologia da madeira e meio ambiente.

Palavras-chave: Meio ambiente; propriedades tecnológicas da madeira; tecnologia da madeira; tratamentos e processos industriais da madeira.

### ABSTRACT

Since ancient times the properties of wood have made its use compulsory for human activity. Used as fuel, in homes, boats and land vehicles, wood meets three of man's basic needs: fuel, housing and transportation. Today wood is an important component of the world economy and is used in a wide range of forms, including the pulp and paper industry. This paper is a brief bibliographic review of the general characteristics and properties (anatomical, chemical, physical, mechanical, sensorial, energetic, etc.), as well as some treatments and industrial processes (drying, preservation, collage and pulp and paper manufacturing), of the wood as material, whose knowledge is indispensable to the public with affinity to the themes of wood technology and environment.

Keywords: Environment; technological properties of wood; treatments and industrial processes of wood; wood technology.

### CONSIDERAÇÕES INICIAIS

As singulares propriedades da madeira tornaram-na, desde os tempos remotos, de emprego obrigatório em diversos campos da atividade humana. Utilizada como combustível, na construção de moradias e na fabricação de embarcações e veículos terrestres, a madeira atende a três das necessidades básicas do homem: combustível, habitação e transporte. Atualmente a madeira é um importante componente da economia mundial, sendo utilizada em uma ampla gama de formas, incluindo a indústria de celulose e papel.

Em termos genéricos todas as madeiras possuem em comum as seguintes características (PANSIN; ZEEUW, 1970): a) o tronco da árvore possui os elementos constituintes com arranjos

predominantemente verticais e simétricos na direção radial; b) os principais componentes da estrutura celular e a composição química das células são a celulose, carboidratos não celulósicos e lignina; c) são anisotrópicas, isto é, possuem diferentes propriedades físicas quanto às variações dimensionais nas três direções espaciais (radial, tangencial e axial); d) são higroscópicas, isto é, o teor de umidade varia de acordo com a umidade e temperatura atmosféricas; e, e) são susceptíveis ao ataque de organismos xilófagos, e também são inflamáveis, especialmente quando secas.

Este artigo consiste em uma revisão bibliográfica resumida sobre as principais características e propriedades (anatômicas, químicas, físicas, mecânicas, sensoriais, energéticas, entre outras), bem como de alguns tratamentos e processos industriais (secagem, preservação, colagem e fabricação de polpa e papel) do material madeira, cujo conhecimento é dado como indispensável ao público afim ao tema tecnologia da madeira, por sua vez de estreito vínculo com o tema meio ambiente. A maior parte das citações bibliográficas provém de obras clássicas, portanto, publicadas há vários anos, mas que, sob a ótica científica, não se alteram com o tempo.

## TAXONOMIA DAS MADEIRAS

De acordo com Joly (1979), quanto à taxonomia, ou classificação botânica, as madeiras podem ser do grupo das Gimnospermas, usualmente chamadas de coníferas, resinosas, não porosas ou *softwoods*, e do grupo das Angiospermas, usualmente chamadas de folhosas, porosas ou *hardwoods*. Ambos os termos tem origem no grego e significam vegetais com sementes “nuas”, para as Gimnospermas (*gimno* = nu; *sperma* = semente), e vegetais com sementes “encapsuladas”, para as Angiospermas (*angio* = cápsula; *sperma* = semente). As Angiospermas, vegetais superiores que em geral produzem flores, é um dos maiores grupos de plantas do mundo e é o que domina a flora terrestre, sendo composto por cerca de 350 famílias e mais de 200.000 espécies. No Brasil, existem apenas três espécies nativas de coníferas, todas as demais (cerca de 40.000) são folhosas.

## ESTRUTURA ANATÔMICA

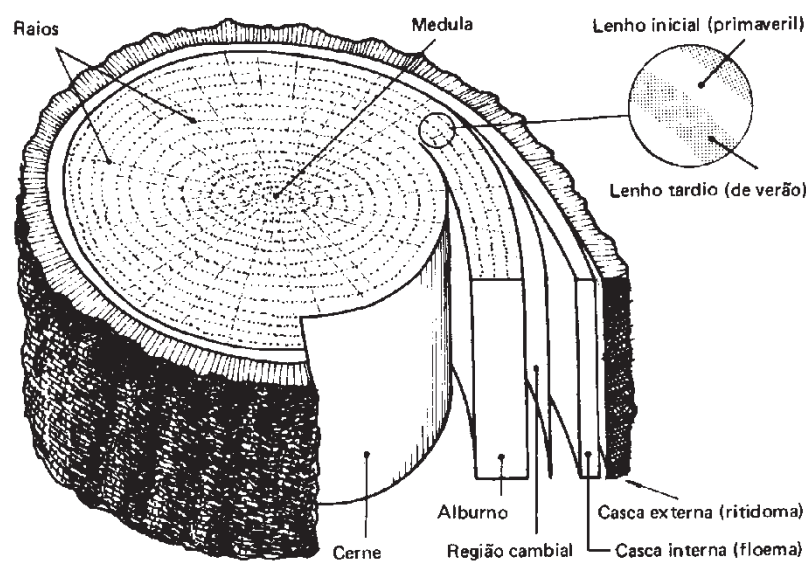
A madeira, quanto à anatomia macroscópica, é um organismo heterogêneo formado por conjuntos de células com propriedades específicas para desempenhar as funções vitais de crescimento, condução de água, transformação, armazenamento e condução de substâncias nutritivas, e sustentação do vegetal (PANSHIN; ZEEUW, 1970).

Segundo Lisboa (1991), as células que constituem o tecido lenhoso, a princípio, são muito semelhantes. Com o crescimento, no entanto, essas células adquirem formas especializadas, passando a ser célula dos parênquimas axial e radial, de fibras, de vasos, etc. Cada uma delas apresenta atividade fisiológica e/ou mecânica específica. São exemplos de funções específicas das

células da madeira: as fibras participam do mecanismo de sustentação da planta; as células dos parênquimas têm funções diversas, sendo que uma das principais é o armazenamento de substâncias nutritivas; os vasos do xilema (lenho) têm a função de conduzir a seiva bruta, a qual é formada por água e sais minerais retirados do solo por meio dos pêlos absorventes das raízes.

Em um corte transversal de um tronco típico, as seguintes partes se destacam: casca (ritidoma e floema), região cambial, anéis de crescimento (lenho inicial e lenho tardio), albúrneo, cerne, raios e medula (Figura 1).

Figura 1. Corte transversal de um tronco de árvore.



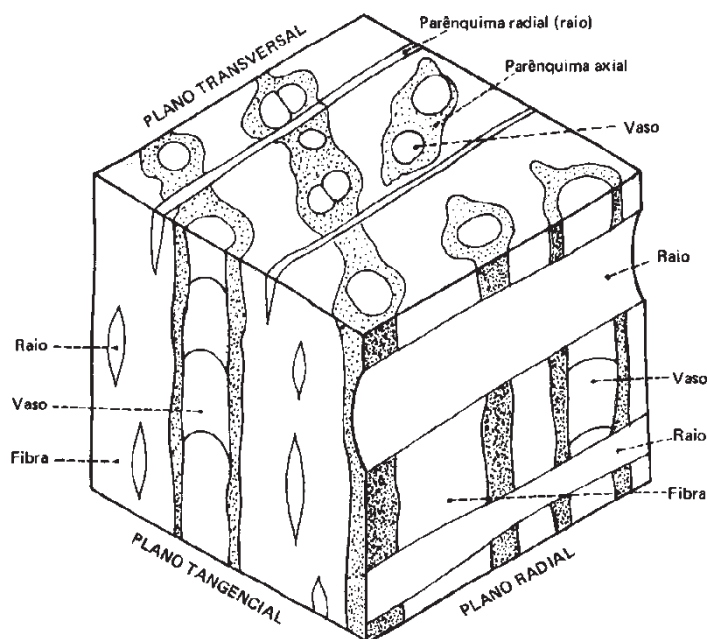
Fonte: White (1980).

Conforme Burger e Richter (1991), a casca é constituída pelo floema, responsável pelo armazenamento e condução de nutrientes, e pelo ritidoma ou córtex, que tem a função de proteger o vegetal contra o ressecamento, ataques fúngicos, injúrias mecânicas e variações climáticas. A região cambial localiza-se entre o albúrneo e o floema e é constituída por células responsáveis pela formação e o crescimento das células do lenho e da casca. Os anéis de crescimento representam o incremento anual do lenho, pois a cada ano se forma um anel, o que permite conhecer a idade de uma árvore. O cerne do tronco de uma árvore, geralmente, se distingue por sua coloração mais escura, cuja causa fisiológica é que, à medida que a madeira envelhece, suas células perdem suas funções vitais, sobrevivendo à deposição de tanino, resinas, gorduras, carboidratos e outras substâncias, o que faz com que o cerne tenha a constituição mais compacta, menos arejada e com menos substâncias nutritivas, conferindo-lhe maior resistência mecânica e ao ataque de organismos xilófagos. O albúrneo é a parte ativa do tronco, sendo que suas células possuem grande quantidade de água e substâncias nutritivas, além de menor quantidade de impregnações enrigecedoras. Isto lhe

confere menor resistência mecânica e também menor resistência biológica ao ataque de organismos xilófagos. Os raios são faixas de células, dispostas horizontalmente ao tronco, que desempenham a função de armazenamento e transporte horizontal de água e substâncias nutritivas. A medula ocupa o centro do tronco e tem como função o armazenamento de substâncias nutritivas. Por essa razão é normalmente susceptível a organismos xilófagos.

O lenho de uma folhosa (Angiosperma) é constituído pelas seguintes partes: a) células longas e estreitas denominadas fibras, que possuem a função de sustentação do vegetal; b) vasos ou poros, que são dispostos na direção longitudinal ao tronco, com a função de condução de substâncias nutritivas e água; c) parênquima axial, disposto ao longo dos vasos e que tem a função principal de armazenamento de substâncias nutritivas; d) parênquima radial e raios, dispostos na direção horizontal do câmbio para a medula, que tem as funções de armazenamento e de condução de substâncias nutritivas para o alburno (LEPAGE et al., 1986). A disposição das principais partes do lenho nos três planos espaciais de observação é mostrada na Figura 2.

Figura 2. Lenho de uma folhosa nos três planos espaciais de observação.



Fonte: Hart e Jay (1961).

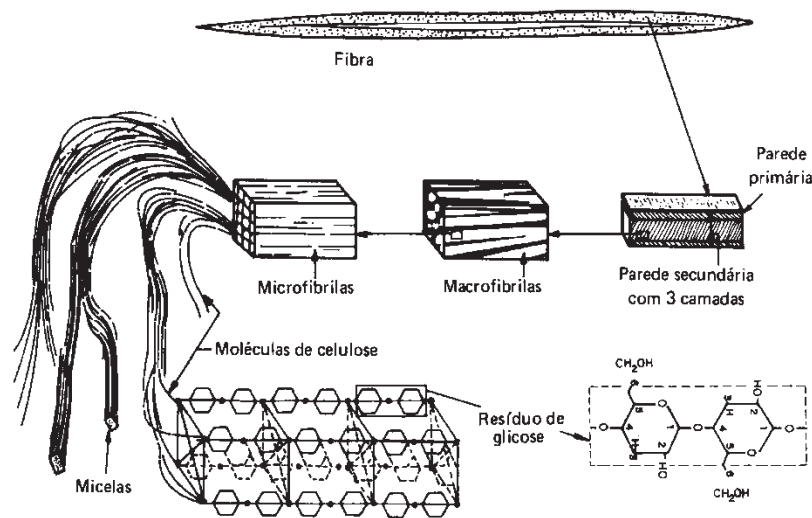
## COMPOSIÇÃO QUÍMICA E MICRO-ESTRUTURA

Quanto à composição química, segundo Lepage et al. (1986), a madeira é um biopolímero tri-dimensional composto, principalmente de celulose, hemiceluloses e lignina. A celulose, o principal componente da madeira, quimicamente é definida como um carboidrato complexo, polissacarídeo, insolúvel em água e formada por grandes cadeias de moléculas de glicose. Estes

polímeros formam a parede celular da madeira e são responsáveis pela maioria das suas propriedades físicas, mecânicas e químicas.

De forma simplificada pode-se dizer que a celulose forma um esqueleto imerso numa matriz de hemiceluloses e lignina, que é o material aglutinante. O menor elemento constituinte do esqueleto celulósico é considerado por muitos autores como sendo a fibrila elementar. Esta fibrila é formada por um feixe paralelo de 36 moléculas de celulose ligadas entre si por meio de pontes de hidrogênio. As fibrilas, também chamadas de micelas, são agregadas em unidades maiores chamadas microfibrilas, visíveis em microscópio eletrônico. As microfibrilas são combinadas em macrofibrilas e lamelas (paredes primária e secundária da célula). Moléculas desordenadas de celulose, bem como de lignina e hemiceluloses estão localizadas nos espaços entre as microfibrilas. As hemiceluloses são consideradas amorfas, embora sejam aparentemente orientadas na mesma direção das microfibrilas de celulose. A lignina também é amorfa, além de ser isotrópica. Esses elementos constituem a parede celular de uma fibra, ou célula, de madeira (Figura 3).

Figura 3. Estrutura fibrilar da parede celular de uma célula de madeira.



Fonte: Siau (1984).

Brito e Barrichelo (1981) comentam que a composição química elementar da madeira varia pouco com a espécie, tanto é que se pode admitir que a madeira contenha: 49 a 50% de Carbono; 6% de Hidrogênio; 44% de Oxigênio; e, 0,1 a 0,5% de Nitrogênio. No entanto, as madeiras podem apresentar teores muito variáveis de materiais minerais (Ca, Mg, Na, K, Fe, Si, P, S, etc.), os quais são presentes em quantidades menos expressivas. Se a composição química elementar da madeira é sensivelmente constante, o mesmo não ocorre com seus constituintes químicos, que são bastante variáveis: lignina - 22 a 40%; celulose - 30 a 50%; pentosanas - 9 a 28%; mananas e galactanas - 0 a 12%; e, produtos extratíveis - 0,2 a 20%.

## PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS

Dentre as principais propriedades físicas da madeira estão a massa específica (massa por volume), ou densidade, e a estabilidade dimensional (contração e inchamento em função do teor de umidade), e, entre as mecânicas estão a resistência a esforços de compressão, flexão, tração, cisalhamento e fendilhamento.

As propriedades físicas e mecânicas são determinadas em ensaios de laboratório, realizados em equipamentos próprios para essa finalidade, seguindo normas que especificam os métodos, procedimentos, fórmulas de cálculo, formas e dimensões de corpos de prova, etc. Em meio às normas mais utilizadas mundialmente estão: a norte-americana American Society for Testing and Materials (ASTM); a britânica British Standard Institution (BSI); as internacionais da International Organization for Standardization (ISO); e, as da Comissão Panamericana de Normas Técnicas (COPANT). No Brasil existem as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

As propriedades físicas e mecânicas das madeiras são muito importantes no que se refere às aplicações a que serão destinadas. Deste modo, aliado a outros aspectos (econômicos, estéticos, durabilidade, trabalhabilidade, etc.), de acordo com essas propriedades as madeiras podem ser classificadas e agrupadas em usos a que se mostram mais adequados, por exemplos, estruturas, uso em ambientes internos e externos de habitações, móveis, painéis, embalagens, etc.

Entre as várias propriedades da madeira, a massa específica é aquela que mais se destaca. De acordo com Nahuz (1974), a massa específica é uma medida que revela a quantidade do material madeira da parede celular, e, conseqüentemente, relaciona-se com suas propriedades físicas e mecânicas, sendo que a massa específica de madeiras duras tropicais tem importantes implicações nos processos de exploração e conversão, manuseio, transporte e usos finais. Burger e Richter (1991), consideram que a massa específica, a qual tem relação direta com a composição química e o volume de matéria lenhosa por massa, é talvez a característica tecnológica mais importante da madeira, pois a ela estão estreitamente relacionadas às outras propriedades como a resistência mecânica, grau de alteração dimensional, etc. Devido à variação nas dimensões e proporção dos diversos tecidos lenhosos, a massa específica das madeiras varia entre 0,13 e 1,40 g.cm<sup>-3</sup>. De acordo com Kollmann e Côté (1968), a massa específica da matéria lenhosa sólida é muito similar entre as madeiras, tanto que se pode admitir um valor de 1,50 g.cm<sup>-3</sup> para todas as madeiras.

Segundo Siau (1984), a água, ou umidade, na madeira existe de duas formas: a) água impregnada na parede celular entre as moléculas de celulose; e, b) água líquida em estado livre nas cavidades das células, poros, elementos estruturais de condução, etc.



A madeira é um material higroscópico (propriedade de absorver a água) e apresenta os fenômenos de contração e inchamento (estabilidade dimensional) pela perda ou absorção de umidade. A entrada de água entre as moléculas de celulose da parede celular provoca o afastamento das mesmas e como conseqüência o inchamento. O processo contrário produz a aproximação das moléculas de celulose, resultando na contração da madeira (PANSHIN; ZEEUW, 1970).

Como já mencionado, a madeira é um material anisotrópico, ou seja, possui diferentes comportamentos de contração e inchamento em cada uma das três direções espaciais (radial, tangencial e longitudinal). Segundo Siau (1984), a contração na direção longitudinal para a maioria das madeiras pode ser considerada desprezível (varia entre 0,1 e 0,3%). A contração na direção tangencial é usualmente o dobro da contração na direção radial, tanto que se pode assumir que dois terços da contração volumétrica é devido à contração tangencial e um terço à radial. Panshin e Zeeuw (1970) atribuem a menor contração na direção radial devido à presença das células dos raios, as quais possuem faixas de madeira juvenil de baixa massa específica intercaladas com faixas de madeira tardia de alta massa específica.

Aspectos anatômicos como tamanho, quantidade e a distribuição dos poros, além da presença ou não de substâncias obstrutoras, influem grandemente sobre o grau de permeabilidade da madeira, que é uma propriedade física de destaque, especialmente para a secagem e a preservação de madeiras. Em geral madeiras de alta massa específica são mais difíceis de serem secadas ou impregnadas com soluções preservativas. A maior penetração ou saída de líquidos nas madeiras se dá, principalmente, através dos elementos estruturais que desempenham a função de condução no lenho (BROWN et al., 1949).

Uma das grandes limitações da madeira é a sua heterogeneidade e variabilidade. Nem mesmo duas amostras de uma mesma árvore apresentam valores de propriedades físicas e mecânicas absolutamente iguais. Segundo Brown et al. (1949), estas diferenças podem ser atribuídas à localização da amostra no tronco (altura, distância da medula e posição no anel de crescimento), defeitos da madeira, etc. Sabe-se que a composição do lenho, a estrutura e a organização de seus elementos constituintes são fatores determinantes das propriedades físicas e mecânicas da madeira (WANGAARD, 1950). Rocha (1994) observa que a madeira é um material heterogêneo por ser formada por diversos tipos de células com funções específicas, por ser constituída de uma série de compostos químicos, orgânicos e inorgânicos, e também por sofrer influência de fatores que afetam o desenvolvimento das árvores, tais como clima, solo, local de crescimento e genéticos. Este conjunto de fatores é responsável pelas variabilidades da madeira.

## PROPRIEDADES ORGANOLÉPTICAS

Conforme Burger e Richter (1991), entre as principais propriedades organolépticas (percebidas pelos sentidos humanos) com importância para a identificação e classificação de madeiras, incluem-se a cor, o cheiro, o gosto, a disposição da grã, a textura, o brilho e a figura.

A cor da madeira está associada à deposição de substâncias corantes nas paredes das células lenhosas, bem como às reações químicas dessas substâncias à exposição ao ar à luz. Varia do quase branco ao negro, e tem importância do ponto de vista decorativo. Para a descrição da cor da madeira, normalmente são utilizadas observações macroscópicas visuais, onde as cores são nomeadas a partir de padrões de cores. O cheiro da madeira é atribuído à substâncias voláteis, depositados principalmente no cerne, onde o odor é mais pronunciado. Devido a volatibilidade das substâncias, o cheiro diminui gradativamente mediante a exposição ao ar. O cheiro é uma propriedade importante para a utilização final da madeira (por exemplo, embalagens para alimentos não devem possuir cheiro). O gosto da madeira é associado ao cheiro e provavelmente é atribuído às mesmas substâncias voláteis presentes. Sua importância é semelhante à apontada para o cheiro.

Alguns institutos de pesquisa utilizam escalas de cores usadas na classificação de solos (exemplo: MUNSELL SOIL COLOR COMPANY, 1975, citado em IBDF, 1981), onde cada cor possui uma codificação específica. Outro modo para determinar a cor da madeira é pelo método calorimétrico, onde são medidos valores reflectantes das três cores básicas (vermelho, verde e azul) por meio de um fotômetro com filtro de leitura de refletância (VAN DER SLOOTEN, 1993).

Segundo Burger e Richter (1991), a grã da madeira refere-se ao arranjo, direção ou paralelismo, dos elementos celulares constituintes do lenho em relação ao eixo longitudinal do tronco. A grã tem influência nas propriedades mecânicas e na secagem da madeira. Normalmente os tipos são: grã direita (os elementos se dispõem mais ou menos paralelos ao eixo do tronco); grã espiral ou helicoidal (os elementos se dispõem espiraladamente ao longo do eixo do tronco); grã entrecruzada ou revessa (os elementos têm arranjo irregular em diversas direções ao eixo do tronco); grã ondulada ou crespa (os elementos mudam constantemente de direção ao eixo do tronco, e surgem, na face longitudinal, faixas com diferentes tonalidades devido à reflexão da luz); grã inclinada ou oblíqua (os elementos longitudinais apresentam desvio angular ao eixo do tronco).

A textura da madeira refere-se à impressão visual produzida pelas dimensões, distribuição e percentagem dos seus elementos estruturais. Nas folhosas esses elementos são os poros, vasos e parênquima axial, e nas coníferas pela maior ou menor nitidez dos anéis de crescimento.

O brilho da madeira refere-se à capacidade das paredes celulares refletirem a luz. Normalmente as madeiras são mais brilhantes nas faces radiais devido à exposição dos raios. O brilho é também, em parte, afetado pelo ângulo de reflexão da luz.



A figura da madeira relaciona-se ao desenho natural das suas faces, que resulta das várias características macroscópicas (cerne, alborno, cor, grã, anéis de crescimento e raios). Tem importância no aspecto decorativo.

## PODER CALORÍFICO

A madeira é um material combustível, e como tal queima através de reações químicas de combustão dos elementos da parede celular e outros materiais presentes no seu interior. Segundo Brito (1990), a ação do calor sobre a madeira, que é um material predominantemente orgânico, implica na sua total degradação, surgindo, como consequência, uma pequena fração residual que é denominada de “cinzas”, e que corresponde aos elementos minerais quantitativamente minoritários presentes na madeira.

Em geral, madeiras de alta massa específica apresentam maior poder calorífico por volume do que madeiras de baixa massa específica, pois este é estreitamente relacionado à quantidade de matéria lenhosa. O poder calorífico também é influenciado pela presença de materiais extrativos inflamáveis como óleos, resinas, ceras, etc., podendo aumentá-lo consideravelmente, além de serem responsáveis pelo odor exalado pela madeira ao ser queimada (BROWN et al., 1949).

## DURABILIDADE NATURAL

Por resistência natural, ou durabilidade, entende-se o grau de suscetibilidade da madeira ao ataque de agentes destruidores como fungos, insetos e brocas marinhas. A durabilidade também pode incluir forças mecânicas naturais (ventos, choques por quedas de galhos, etc.), decomposição física (intemperismo) e química. Em geral, as madeiras de alta massa específica que apresentam uma estrutura menos porosa e freqüentemente elevado teor de substâncias especiais impregnando as paredes das células, são mais resistentes à ação destes inimigos (BURGER; RICHTER, 1991).

A grande quantidade de tecido parenquimático (raios e parênquima axial) proporciona baixa resistência natural à madeira, uma vez que se trata de tecido mole, de fácil penetração, e, sobretudo por atrair os agentes destruidores através dos conteúdos nutritivos armazenados em suas células (amidos, açúcares, proteínas, etc.). A presença de substâncias especiais nas células (sílica, alcalóides, taninos), normalmente de ocorrência mais acentuada no cerne dos troncos, aumenta a durabilidade natural da madeira devido à ação tóxica que freqüentemente apresentam sobre os agentes xilófagos. A sílica confere acentuada resistência natural às madeiras utilizadas em contato com a água do mar, considerada como a condição de uso mais drástica e severa. Usualmente, a presença de substâncias especiais no lenho produz na madeira uma coloração acentuada, e é por isso

que madeiras escuras são em geral mais duráveis ou, o cerne que é a parte mais escura no tronco, apresenta maior resistência natural (JANKOWSKY, 1990; LEPAGE et al., 1986).

## TRABALHABILIDADE

O termo trabalhabilidade, ou usinagem, refere-se à facilidade de se processar a madeira com instrumentos, ou máquinas, de processamento secundário (aplainamento, acabamento superficial, etc.). Para avaliar a trabalhabilidade das madeiras são executados ensaios tecnológicos específicos. De acordo com IBAMA (1997), entre as operações industriais secundárias mais comuns que utilizam instrumentos de processamento estão: aplainar, lixar, torneiar, furar (com brocas) e pregar.

Segundo Burger e Richter (1991), quanto a trabalhabilidade, a grã da madeira fornece uma idéia da facilidade de se conseguir um bom acabamento superficial das peças. Grã reta não apresentam dificuldades, porém com grã irregular apresentam superfície áspera nas regiões onde o instrumento passou em sentido contrário à direção normal dos tecidos. Madeiras excessivamente moles (baixa massa específica) apresentam dificuldade na obtenção de superfícies lisas. Por outro lado, espécies com massa específica muito alta são difíceis de trabalhar por provocarem desgaste das ferramentas em vista de sua acentuada dureza. Substâncias como a sílica nas células, é capaz de tornar antieconômico, pelos danos que produz nos equipamentos, o aproveitamento da madeira.

## PROPRIEDADES ACÚSTICAS

As propriedades acústicas da madeira aqui mencionadas referem-se à sua sensibilidade em responder sonoramente a estímulos ou vibrações energéticas mecânicas, principalmente quando é utilizada na confecção de peças de instrumentos musicais. De acordo com Van der Slooten (1993), os princípios de ressonância e as propriedades de radiação do som na madeira foram aplicados durante séculos na construção de instrumentos musicais em madeira, antes mesmo de serem cientificamente comprovados. Atualmente, as propriedades acústicas da madeira são conhecidas e podem ser devidamente investigadas.

## ISOLAMENTO TÉRMICO, ELÉTRICO E SONORO

A madeira é considerada má condutora de calor, de correntes elétricas e de ondas sonoras, o que lhe confere qualidades adequadas de isolamento a esses agentes físicos. Referindo-se ao seu uso geral pelo homem, Lepage et al. (1986) comentam que a madeira ocupa lugar de destaque não somente devido à sua elevada resistência mecânica em relação à própria massa, facilidade de usinagem, resistência química apreciável, etc., mas também devido às suas boas propriedades de isolamento térmico e elétrico.

## PROCESSO INDUSTRIAL DE SECAGEM

A secagem, que é a operação da retirada da água da madeira, pode ser considerada como uma das fases mais decisivas para o sucesso de operações industriais como para a utilização final da madeira. Pode ser promovida naturalmente em processo lento, onde a madeira fica exposta ao ar até atingir o equilíbrio com a umidade do ambiente em que se encontra, ou artificialmente em processo acelerado, realizado em equipamentos (estufas) próprios a essa finalidade. A redução do teor de umidade na madeira envolve gastos de energia via processos de secagem e o custo de secagem representa uma quantia significativa nos processos industriais de madeira (SILVA et al., 1998).

As madeiras são classificadas quanto ao grau de facilidade de secagem, o qual é em função do tempo de secagem e dos defeitos após a secagem. Segundo Silva et al. (1998), a operação de secagem deve, além de remover uma quantidade de água pré-determinada, promover distribuição uniforme da umidade na madeira. A quantidade de água a ser removida é função da finalidade a que se destina o produto de madeira, assim como da condição de serviço a que estará sujeita.

## PRESERVAÇÃO DA MADEIRA

Tratamento que tem por objetivo dotar a madeira de resistência contra a ação deterioradora de agentes bióticos (insetos, fungos, bactérias, etc.) e abióticos (intemperismo, produtos químicos, fogo, etc.), conferindo-lhe maior durabilidade (LEPAGE et al., 1986). Basicamente, consiste em incorporar a madeira produtos químicos preservativos ou acabamentos superficiais protetores. Uma importante limitação desse tratamento refere-se a impregnabilidade, ou impenetrabilidade, do cerne da maioria das madeiras duras amazônicas a produtos preservativos, no entanto, essa impregnabilidade tem, em geral, uma relação inversa com a durabilidade natural dessas madeiras, isto é, quanto mais dura e impregnável for madeira maior é sua durabilidade natural.

São vários os processos de preservação de madeiras. Segundo Jankowsky (1990), esses processos dividem-se em 2 categorias: a) com pressão ou industriais: utilizam grandes recipientes cilíndricos de aço, onde, com o uso adequado de vácuo e pressão, produtos químicos com propriedades preservativas são injetados na madeira; e, b) sem pressão, ou caseiros: dispensam o uso de equipamentos sofisticados e caros, possíveis de serem efetuados pelos próprios interessados, e que são capazes de economicamente proteger e aumentar a duração natural da madeira.

## COLAGEM DA MADEIRA

De acordo com Silva et al. (1998), o conteúdo de umidade do substrato (madeira), é um fator muito importante para se obter ligações que apresentem bom comportamento em serviço. Em

processos de colagem da madeira, a maioria dos adesivos não forma uma linha de cola satisfatória em teores de umidade acima de 20%. A textura da madeira tem grande importância à colagem e aplicação de revestimentos superficiais. Madeiras com textura grossa absorvem em grande quantidade as substâncias que lhe são aplicadas e, no caso de pinturas, são necessárias várias demãos para se obter um bom revestimento. Sob o ponto de vista da colagem, a excessiva absorção do adesivo por uma superfície porosa pode causar uma má colagem, além do perigo da ultrapassagem da cola até a outra face da lâmina de madeira prejudicando sua aparência. Ao contrário, madeiras de estrutura muito fechada e superfícies lisas devido à deficiência de penetração do adesivo, apresentam freqüentemente uma linha de cola fraca para a maioria dos adesivos.

#### OBTENÇÃO DE POLPA E FABRICAÇÃO DE E PAPEL

É possível avaliar as qualidades de uma madeira para a fabricação de polpa e papel através de um exame de sua estrutura anatômica. As características estruturais desejáveis por conferirem uma melhor qualidade ao produto são: células de grande comprimento, esta característica confere ao produto elevada resistência mecânica; e, células de paredes relativamente espessas, para que se obtenha um alto rendimento de pasta por volume de madeira. Outras características desejáveis são: cor clara, pois haverá menos gasto de substâncias químicas no processo de branqueamento; e, ausência de canais secretores e conteúdos especiais, porque normalmente estas substâncias estranhas ao processo causam problemas na operação de cozimento. Para fabricação de polpa e papel, massas específicas extremamente elevadas são desvantajosas por dificultarem as operações de desfibragem em vista da excessiva dureza das madeiras. A faixa ideal de massa específica seca situa-se entre 0,5 e 0,7 g.cm<sup>-3</sup> (BROWN et al., 1949; PANSHIN; ZEEUW, 1970).

#### REFERÊNCIAS

- BRITO, J. O. *Princípios de produção e utilização de carvão vegetal de madeira*. Piracicaba: ESALQ/USP, 1990. p. 1-19. (Documentos Florestais n 9).
- BRITO, J. O.; BARRICHELO, L. E. G. *Considerações sobre a produção de carvão vegetal com madeiras da Amazônia*. n.2. 1981. 25p. (Série Técnica. IPEF).
- BROWN, H. P.; PANSHIN, A. J.; FORSAITH, C. C. *Textbook of wood technology: structure, identification, defects, and uses of the commercial wood of the United States*. New York: Mmcgraw-Hill, 1949. v.1. 652p.
- BURGER, L. M.; RICHTER, H., G. *Anatomia da madeira*. São Paulo: Nobel, 1991. 154p.

- HART, C.; JAY, B. A. *The structure of hardwoods*. s.n.t, August, 1961.
- IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. *Madeiras da Amazônia: características e utilização. Amazônia Oriental*. Brasília: IBAMA, 1997. v.3. 141p.
- IBDF. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. *Madeiras da Amazônia: características e utilização. Floresta Nacional do Tapajós*. Brasília: IBDF, 1981. v.1. 113p.
- JANKOWSKY, I. P. *Fundamentos de preservação de madeiras*. Piracicaba: ESALQ/USP. p 1-12, 1990. (Documentos Florestais, 11).
- JOLY, A. B. *Botânica: Introdução à taxonomia vegetal*. 5. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1979. 777p.
- LEPAGE, E. S.; OLIVEIRA, A. M. F.; LELIS, A. T.; LOPEZ, G. A. C.; CHIMELO, J. P.; OLIVEIRA, L. C. S.; CAÑEDO, M. D.; CAVALCANTE, M. S.; IELO, P. K. Y.; ZANOTTO, P. A.; MILANO, S. *Manual de preservação de madeiras*. São Paulo: IPT. 2. ed. 1986. 708p.
- LISBOA, P. L. B. A anatomia da madeira. *Ciência Hoje*, v.13, n.74, p.44-51, jul. de 1991.
- MUNSELL SOIL COLOR COMPANY. *Munsell soil color charts*, Baltimore, 1975. 1v. 117p.
- NAHUZ, M. A. R. *Some aspects of the introduction of lesser-known brazilian species to the European timber market*. Bangor, 1974. 243f. Thesis (Magister). Department of Forestry and Wood Science, University College of North Wales.
- PANSHIN, A. J.; ZEEUW, C. *Textbook of wood technology*. 3.ed., New York: Mcgraw-Hill, 1970. v.1. 705p.
- ROCHA, J. S. *A segurança de estruturas de madeira determinada a partir da variabilidade da densidade básica e de propriedades mecânicas de madeiras amazônicas*. Piracicaba, 1994. 160p. Tese (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- SIAU, J. F. *Transport processes in wood*. Berlim: Springer-Verlag, 1984. 223p.
- SILVA, D. A.; TOMASELLI, I.; IWAKIRI, S. Influência da umidade na resistência da linha de cola e estabilidade dimensional do compensado utilizando resina de alta reatividade. *Scientia Forestalis*, n. 54, p. 69-80, 1998.

VAN DER SLOOTEN, H. J. *Avaliação das espécies madeireiras da Amazônia selecionadas para a manufatura de instrumentos musicais*. Manaus: INPA/CPPF, 1993. 123p.

WANGAARD, F. F. *The mechanical properties of wood*. New York: John Wiley, 1950. 377p.

WHITE, M. S. *Wood identification handbook*. Virginia: Eastern United States Colonial Hardwoods, 1980. 88p.