

# Capítulo 3

---

## Principais Usos da Madeira de Rêflorestamento

Ivaldo P. Jankowsky<sup>1</sup>  
A. Paulo M. Galvão<sup>2</sup>

### Introdução

O plantio de espécies florestais de rápido crescimento em propriedades rurais traz uma série de benefícios indiretos, tais como a ocupação de solos não agricultáveis, proteção de nascentes e cursos d'água, recuperação do solo, entre outros. Contudo, a cultura da floresta é também uma atividade econômica, tal como uma cultura agrícola tradicional.

Como produtos da colheita florestal, podem ser citados os óleos essenciais (o mais conhecido é o óleo obtido das folhas de *Eucalyptus citriodora*, usado na indústria farmacêutica e na formulação de produtos para higiene domiciliar), a resina ou goma-resina, que é extraída de diversas espécies do gênero *Pinus* (matéria-prima para obtenção de breu e terebentina) e a madeira.

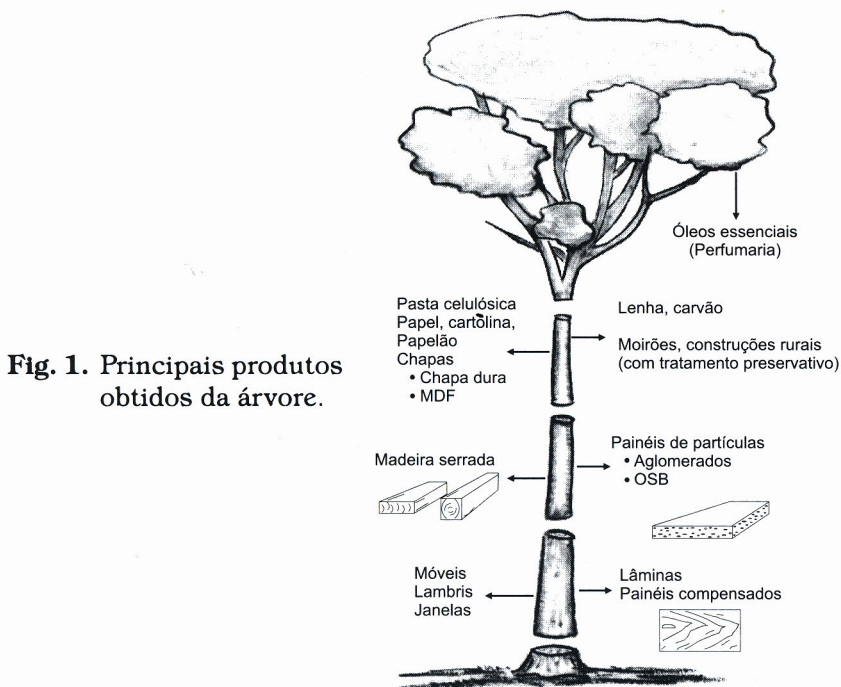
---

<sup>1</sup> Eng. Florestal., Dr., Professor USP/Esalq.

<sup>2</sup> Eng. Agrôn., Dr., Pesquisador da Embrapa Florestas.

Contudo, a madeira é o principal produto a ser colhido da cultura florestal. Essa importância decorre das suas múltiplas possibilidades de uso, tais como combustível, madeira roliça para construções rurais, matéria-prima para produção de pasta celulósica e papéis, painéis à base de madeira, artigos de mobiliário e componentes de unidades habitacionais. A Figura 1 ilustra os principais produtos obtidos da árvore.

Existem inúmeras técnicas, equipamentos e processos para transformar a madeira em produtos de valor agregado, os quais serão apenas superficialmente descritos neste capítulo. Nele, objetiva-se apenas apresentar os principais produtos que podem ser obtidos a partir da madeira de reflorestamento, considerando as características e potencial da indústria nacional e das possibilidades locais.



**Fig. 1.** Principais produtos obtidos da árvore.

## **Energia**

O uso mais antigo que se tem conhecimento da madeira é como combustível sólido para queima direta, ou seja, a conhecida “lenha”. A palavra lenha tem, às vezes, uma conotação depreciativa, mas é uma possibilidade de uso bastante importante.

Normalmente, são destinadas para lenha as árvores jovens (de pequeno diâmetro) ou a parte mais fina e os galhos das árvores adultas, cujo tronco tem tamanho (diâmetro) suficiente para permitir outros usos. Além da lenha para consumo doméstico, ainda bastante utilizada no tradicional fogão de lenha, existe o consumo industrial em alguns segmentos da indústria de alimentos, como padarias e pizzarias, em fornos de cerâmicas e olarias, e o uso também residencial para lareiras nas regiões mais frias.

A madeira transformada em cavacos (picada) pode servir como combustível em caldeiras industriais, que são equipamentos comuns a diferentes tipos de indústrias.

Outra alternativa que deve ser citada é o carvoejamento, ou seja, a queima parcial da madeira em fornos simples, para obter o carvão vegetal. O carvão também pode ser usado como combustível industrial, embora o seu uso mais conhecido seja como combustível doméstico para churrasqueiras. Na indústria siderúrgica o carvão também é usado como combustível e redutor na transformação do minério de ferro (bruto) em ferro gusa, que é a base de todos os metais e produtos à base de ferro ou aço.

## **Moirões e madeira para construções rurais**

A madeira de reflorestamento tem ampla possibilidade de uso nas propriedades rurais como moirões para cercas,

esteios, tutores para culturas como maracujá, pimenta-do-reino e uva, palanques e construções rurais de uma forma geral.

O inconveniente da madeira de reflorestamento para esse tipo de aplicação é a baixa resistência à degradação biológica (apodrecimento e ataque de insetos), principalmente em peças que são colocadas em contato direto com o solo, tais como moirões e tutores para culturas agrícolas. Entretanto, isso pode ser evitado com processos simples para o tratamento preservativo, efetuado pelos próprios usuários. Eles permitem aumentar a sua durabilidade, evitando assim freqüentes substituições de peças comprometidas. O processo mais recomendado para tratamento de madeira roliça, no meio rural, é o processo de substituição de seiva, indicado para madeira recém-cortada e sem casca.

O produto mais adequado para o tratamento é uma mistura de produtos químicos contendo cobre, cromo e boro. Por ser um processo que envolve a aplicação de um biocida, recomenda-se que o interessado busque orientação de um técnico habilitado, para evitar possíveis riscos de intoxicação ou contaminação do meio ambiente e também como garantia para um tratamento correto.

## **Pasta celulósica e papéis**

A medida que o homem desenvolveu a escrita como forma de registro da sua história e de comunicação entre os indivíduos, procurou também um material apropriado para a escrita. Das inscrições em pedra e argila passou para o pergaminho (pele de animais), o papiro e finalmente o papel.

O papiro, conhecido desde 2.400 AC, pode ser considerado como o precursor do papel. Sua obtenção consistia em separar as fibras da planta de papiro, entrelaçá-las manualmente e comprimir esse entrelaçado até obter uma folha.

A arte de fabricar o papel da forma como o conhecemos atualmente é atribuída aos chineses, provavelmente no ano 105 DC (século I), sendo que a primeira fábrica, da qual se tem registro histórico, foi instalada em Samarkanda, na China, no século VI. Posteriormente, os mouros assimilaram a técnica e difundiram esse conhecimento pelo mundo.

As primeiras fábricas brasileiras iniciaram a produção de papel em meados do século XIX, mas, foram experiências mal-sucedidas. Por volta de 1900-1920 começaram a funcionar as primeiras fábricas de sucesso, que continuam em atividade nos dias atuais. O Brasil atualmente é um dos maiores produtores mundiais de celulose e papel. É também o país que possui a tecnologia mais avançada para produzir pasta celulósica e papel a partir do eucalipto; sendo, por consequência, o maior fornecedor mundial desse produto.

Em nosso país, o processo mais empregado para obter celulose a partir da madeira é o processo sulfato ou kraft. Nesse processo, a madeira é inicialmente picada, sendo transformada em cavacos. O equipamento usado nessa transformação é denominado picador, e é projetado para trabalhar com toretes de pequeno diâmetro (15 a 20 cm, no máximo). Por essa razão, a madeira destinada a produção de celulose é proveniente de árvores ainda jovens, cujos troncos não ultrapassem o diâmetro máximo aceito pelo picador.

Os cavacos de madeira são submetidos a um tratamento químico à base de hidróxido de sódio (NaOH) e sulfeto de sódio (Na<sub>2</sub>S), a temperaturas entre 165°C e 180°C, que tem por objetivo separar as fibras entre si e remover a lignina (que é o componente químico da madeira responsável pela união entre as fibras). O produto resultante desse tratamento químico, denominado cozimento ou digestão da madeira, é uma massa de fibras deslignificadas, com aparência de um algodão usado e sujo, chamada de pasta celulósica bruta ou celulose não branqueada.

A celulose bruta é a matéria-prima para fabricação dos diferentes tipos de papel e de papelão. Após a lavagem e o refinamento, a celulose não branqueada é usada principalmente na produção de embalagens (sacos de papel) e papelões.

Após o processo de branqueamento, que retira todo o resíduo de lignina das fibras e confere alvura ao material, tem-se a celulose branqueada. Ela é usada para obtenção dos papéis brancos, como os absorventes (guardanapos, lenços de papel) e os papéis para escrita e impressão (usualmente conhecidos como papel sulfite). Dependendo do tipo de papel desejado, são adicionados o caolim e aditivos.

Outro grupo de processos para obtenção de celulose engloba os processos mecânicos, químico-mecânicos e semiquímicos. São chamados processos de alto rendimento e são empregados principalmente na fabricação de papel jornal.

## **Chapas de fibras**

As chapas de fibras são painéis manufacturados com fibras de madeira, que são destinados às fábricas de móveis, e indústrias de embalagens e de componentes de unidades habitacionais. As primeiras patentes para a fabricação das chapas de fibras foram registradas entre 1860 e 1880, tendo como objetivo promover o desfibramento da madeira e reagrupar as fibras na forma de um painel de grande dimensão. A idéia principal é transformar toras finas em painéis que possam ser usados em diversas aplicações sem a necessidade de emendas ou juntas.

No início da década de 30, foram instaladas as primeiras fábricas, na Europa e na América do Norte, aplicando processos diferentes no desfibramento da madeira.

A produção da chapa de fibra é muito similar à produção da pasta celulósica. A madeira é picada, submetida a um

desfibramento sem que ocorra a retirada da lignina, e a massa de fibras é posteriormente prensada para se obter a forma final do painel. Dependendo da pressão que é aplicada na formação do painel, pode-se obter uma chapa dura (vulgarmente conhecida como eucatex ou duratex, que são as marcas das duas indústrias em operação no Brasil) ou uma chapa mole. A chapa dura é usada principalmente na indústria do mobiliário e na produção de portas e divisórias; enquanto que a chapa mole destina-se a isolamento térmico e acústico.

Entre 1940 e 1960 teve início o desenvolvimento e a produção, em escala industrial, do MDF (sigla em inglês da chapa de fibra de densidade média, *medium density fiberboard*). Esse produto também é uma chapa de fibras cujo processo de fabricação é denominado “a seco” e que incorpora adesivos e outros produtos na massa de fibras. A pressão usada na consolidação do painel é intermediária em relação ao processo original das chapas de fibras, resultando uma chapa também intermediária entre as tradicionais chapa dura e chapa mole.

O MDF apresenta uma série de vantagens em relação a chapa de fibras original, destacando-se por ter menor massa específica (o painel é mais leve) e pela maior facilidade de ser cortado e trabalhado em máquinas comuns como plainas e fresas. Essas vantagens fazem com que o MDF tenha grande aceitação pela indústria do mobiliário, que tornou-se o grande consumidor desse produto.

## **Painéis de partículas (aglomerados)**

A idéia de unir pequenas partículas de madeira com auxílio de um adesivo, de forma a obter-se um painel de grande dimensão, é do início do presente século. O objetivo de produzir o painel de partículas era aproveitar resíduos da indústria madeireira e toretes de pequeno diâmetro que não eram

utilizados em serraria e laminadoras. Esse objetivo persiste até os dias atuais, mas a indústria de painéis de partículas no Brasil utiliza quase que exclusivamente a madeira de reflorestamento como matéria-prima.

Apesar das primeiras patentes terem sido registradas na América do Norte, o desenvolvimento da tecnologia e da produção industrial ocorreu na Europa, principalmente na Alemanha e na Suíça. A primeira indústria iniciou a produção em 1941, na Alemanha, observando-se um aumento acelerado na quantidade de indústrias e no volume produzido a partir de 1950/1960.

No Brasil, a primeira fábrica foi instalada em 1953, em São Bernardo do Campo. No final da década de 60, registrou-se uma expansão do parque industrial, com o início de operação de diversas fábricas nos Estados de São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul.

Apesar de existirem diversos tipos de painéis de partículas, no Brasil são produzidos os painéis aglomerados e, mais recentemente, os painéis do tipo OSB (Oriented Strand Board, sigla em inglês de painel de partículas orientadas). A matéria-prima principal é a madeira de reflorestamento, tanto do gênero *Pinus* como de *Eucalyptus*.

O processo de produção dos painéis de partículas consiste em transformar a madeira roliça (ou resíduos de serrarias e laminadoras) em pequenas partículas, que após secagem são misturadas com adesivo e prensadas na forma final do painel. A diferença entre os diversos tipos de painéis é devido ao formato e orientação das partículas.

O painel aglomerado tem suas partículas sem uma forma geométrica definida ou predominante, sendo que a máquina formadora do painel (antes da prensagem) desloca as partículas mais finas para a superfície, permanecendo as maiores na parte central (ou miolo) do painel. Normalmente, o aglomerado



é colado com um adesivo de baixa resistência a água. Isto direciona o seu uso, quase que exclusivamente, para a indústria de móveis.

O painel do tipo OSB é manufaturado com partículas finas e compridas (similares a um cavaco de plaina), que recebem uma orientação definida na máquina que o forma. Como resultado dessa orientação das partículas, o painel apresenta resistência mecânica similar a da madeira e do compensado. Pode ser feito com um adesivo à prova d'água. Isto amplia a possibilidade de usos desse tipo de painel cujas características permitem aplicações estruturais.

## **Painéis compensados**

O compensado é um painel composto por lâminas de madeira coladas entre si, de forma que as fibras de uma lâmina fiquem orientadas perpendicularmente em relação às fibras das lâminas adjacentes. Como o painel, usualmente, é formado por um número ímpar de lâminas, o resultado final é um painel compensado. Assim, as características de resistência mecânica e de contração de uma das lâminas é compensada pelas lâminas adjacentes. Essa compensação ou balanceamento confere ao painel alta estabilidade dimensional e resistência mecânica uniforme em qualquer sentido estrutural da chapa.

A técnica de colar lâminas de madeira na manufatura de móveis e peças decorativas já era conhecida no Antigo Egito (cerca de 3.000 AC), mas as primeiras patentes de equipamentos específicos para a produção de lâminas e o registro do início da produção em nível industrial datam do final do século XIX (entre 1830 e 1905). No período de 1936 a 1955, verificou-se a expansão da indústria de compensados, como resposta ao aumento na demanda causada pela Segunda Guerra Mundial e também apoiada no desenvolvimento dos adesivos

sintéticos à base de uréia-formaldeído e fenol-formaldeído (que são usados atualmente na indústria de compensados).

A tecnologia da manufatura de chapas compensadas foi introduzida no Brasil, entre 1928 e 1945, pelos imigrantes de origem alemã e italiana. As primeiras indústrias foram instaladas nos Estados de São Paulo e principalmente no Paraná, de onde se expandiram para Santa Catarina. Nas décadas de 70 e 80, verificou-se uma mudança do parque industrial para a Região Norte do País, principalmente para os Estados do Mato Grosso e do Pará, buscando o suprimento de toras na floresta tropical.

A fase inicial da manufatura de compensados consiste na produção das lâminas de madeira, que podem ser faqueadas ou desenroladas. Na produção de lâminas faqueadas, a tora é inicialmente serrada na forma de um pranchão, que é fixada na faqueadeira (equipamento específico para essa operação). Uma faca industrial executa um corte contínuo em toda a superfície do pranchão, tirando uma lâmina fina (espessura entre 0,6 e 1 mm). O comprimento e a largura da lâmina serão correspondentes ao comprimento e largura da prancha. As lâminas faqueadas são usadas principalmente como revestimento final dos painéis, para conferir efeito decorativo, tanto em compensados como em outros tipos de chapa.

O maior volume industrial de lâminas é obtido no torno desenrolador cujo efeito é o de desenrolar a tora (daí a sua denominação). Nesse equipamento a tora roliça é fixada com garras e gira de encontro a uma faca industrial. É retirada uma lâmina contínua, com espessura entre 1,2 e 4 mm e largura equivalente ao comprimento da tora. O comprimento da lâmina a ser obtida dependerá do diâmetro da tora, mas, essa lâmina é cortada no tamanho adequado para a manufatura do painel.

Nos dois casos (lâminas faqueadas ou desenroladas) o diâmetro da tora influi diretamente no rendimento do processo, razão pela qual as toras maiores (diâmetro mínimo ao redor de 30 cm) e de melhor qualidade (cilíndricas, retas e livres de nós), são destinadas para a fabricação de compensados.

Depois de cortada, a lâmina é submetida a secagem e recebe a aplicação do adesivo para a montagem do painel (sempre com o cuidado de cruzar as fibras das lâminas adjacentes). A etapa final é a prensagem a quente, em temperaturas entre 90°C e 140°C, que promove a colagem entre as lâminas e confere rigidez ao painel.

O compensado tem uma ampla variedade de utilização, destacando-se as fôrmas de concreto na construção civil, embalagens industriais e mobiliário. O painel compensado pode ter as lâminas internas (miolo) substituídas por pequenos sarrafos de madeira, colados entre si. Esse tipo de chapa é denominado de painel sarrafeado usado extensivamente na fabricação de móveis.

## **Madeira serrada**

Desde os primórdios da humanidade, a madeira tem sido um dos mais versáteis e difundidos materiais utilizados pelo homem. Nos dias atuais é usada na produção de móveis, na construção civil (estacas, fôrmas e andaimes), como componentes de acabamento em unidades habitacionais (portas, janelas, assoalhos, guarnições, rodapés, dentre outras aplicações), em estruturas como pontes e passarelas, utilidades como escadas portáteis, cabos de ferramentas, objetos de arte e de decoração, e uma infinidade de outros usos.

A forma mais simples de utilização da árvore é a sua transformação, por meio do corte em serras, em peças esquadrejadas e com dimensões comerciais. Esse processo é denominado

serração ou processamento primário, e o produto é a madeira serrada em bruto ou simplesmente madeira bruta. A instalação industrial que realiza este processo é chamada de serraria e utiliza como equipamentos principais as serras de fita ou circulares.

Um dos principais inconvenientes no uso da madeira serrada é a sua movimentação dimensional, isto é, a característica da madeira em retrair (diminuir suas dimensões) ao perder a água contida em seu interior. Por essa razão, é imprescindível realizar a secagem controlada da madeira bruta antes da sua transformação no produto final.

A secagem da madeira bruta pode ser feita naturalmente, isto é, secagem pela simples exposição ao ar, ou em secadores específicos, nos quais é possível controlar a temperatura da secagem e o teor de umidade da madeira. Como regra geral, recomenda-se utilizar a madeira quando o seu teor de umidade estiver entre 12% e 16%.

Depois de seca, a madeira bruta é submetida ao processamento secundário ou beneficiamento, através de diferentes processos, que resultarão nos produtos destinados à comercialização tais como móveis, portas, lambris e outros.

São apresentadas referências bibliográficas no final deste capítulo para o leitor interessado em outras informações sobre o assunto.

## **Referências Bibliográficas**

BALDWIN, R.F. *Plywood manufacturing practices*. San Francisco: Miller Freeman, 1975. 260p.

BARRICHELO, L.E.G.; BRITO, J.O. *A madeira das espécies de eucalipto como matéria-prima para a indústria de celulose e papel*. Brasília: PNUD / FAO / IBDF, 1976. 145p. (Série Divulgação, 13).

- D'ALMEIDA, M.L.O. *Celulose e papel. Tecnologia de fabricação da pasta celulósica*. São Paulo: SENAI / IPT, 1981. v.1, 492p.
- FAO (Roma, Itália). *Actas de la consultas mundial sobre paneles a base de madera*. San Francisco: Miller Freeman, 1976. 454p.
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS (Belo Horizonte, MG). *Produção e utilização de carvão vegetal*. Belo Horizonte, 1982. 393p. (Série de Publicações Técnicas SPT, 008).
- GALVÃO, A.P.M. *Processos práticos para preservar a madeira*. 2.ed. Piracicaba, 1975. 29p.
- GALVÃO, A.P.M.; JANKOWSKY, I.P. *Secagem racional da madeira*. São Paulo: Nobel, 1985. 112p.
- KOCK, P. *Wood machining processes*. New York: Ronald Press, 1964. 530p.
- KOLLMANN, F.F.P.; CÔTÉ JÚNIOR, W.A. *Principles of wood science and technology. I. Solid wood*. New York: Springer-Verlag, 1968. 592p.
- KOLLMANN, F.F.P.; KUENZI, E.W.; STAMM, J.A. *Principles of wood science and technology. II. Wood based materials*. New York: Springer-Verlag, 1975. 703p.
- LEPAGE, E.S., coord.- *Manual de preservação de madeiras*. São Paulo: IPT / SICCT, 1986. 2v.
- MALONEY, T.M. *Modern particleboard and dry-process fiberboard manufacturing*. San Francisco: Miller Freeman, 1977. 672p.
- PRODUÇÃO e utilização de carvão vegetal. Belo Horizonte: CETEC, 1982. 393p. (Série de Publicações técnicas SPT, 008).

SELBO, M.L. *Adhesive bonding of wood*. Washington: U.S. Department of Agriculture, 1975. 122p.

SUCHSLAND, O.; JANKOWSKY, I.P. A produção de lâminas de madeira por desenrolamento. *Revista da Madeira*, São Paulo, v.321, p.7-12, 1978.

TECNOLOGIA de laminação de madeiras. CTBA 115, OPTIMA 001. Curitiba, 1996. 82p.