

# O *Pinus* como matéria-prima

4



A madeira proveniente dos plantios de *Pinus* tem se constituído em excelente matéria-prima para diferentes finalidades. No presente capítulo estão indicados seus principais usos, especificamente aqueles referentes aos produtos compostos a partir da madeira, celulose, papel e madeira serrada.

## Produtos compostos da madeira

4.1

A madeira de *Pinus* constitui importante fonte de matéria-prima na fabricação de diferentes produtos, cuja utilização pela indústria moveleira e de construção civil vem crescendo a cada ano. As vantagens são inúmeras, destacando-se aquela referente ao melhor aproveitamento da madeira na conversão de toras, melhoria de suas propriedades, constituindo um produto homogêneo e de maior confiabilidade. Permitem a produção de painéis de grande dimensão, dependendo do tamanho das prensas e não da dimensão das árvores.

Também na industrialização dos produtos compostos da madeira, podem ser utilizadas determinadas quantidades de resíduos das indústrias madeireiras e mesmo agro-industriais.

Conforme Gonçalves (2000), na FIGURA 17 estão ilustrados os produtos à base de madeira, de acordo com a forma como é trabalhada a matéria-prima (lâminas, partículas ou fibras).

<b>COMPOSTOS LAMINADOS</b> 	Painel de Madeira Compensada (PW - <i>Plywood</i> )	
	Painel de Madeira Sarrafeada (BB - <i>Blockboard</i> )	
	Peça Micro-Laminada (LVL - <i>Laminated Veneer Lumber</i> )	
<b>COMPOSTOS PARTICULADOS</b> 	Painel de Madeira Aglomerada (PB - <i>Particleboard</i> )	
	Painel de Partículas Orientadas (OSB - <i>Oriented Strandboard</i> )	
	Painel de Partículas Não Orientadas (WB - <i>Waferboard</i> )	
	Peça de Ripas Paralelas (PSL - <i>Parallel Strand Lumber</i> )	
	Peça de Partículas Orientadas (OSL - <i>Oriented Strand Lumber</i> )	
<b>FIBRAS</b> 	Painel Isolante (IB - <i>Insulating Board</i> )	
	Painel Duro (HB - <i>Hardboard</i> )	
	Painel de Média Densidade (MDF - <i>Medium Density Fiberboard</i> )	

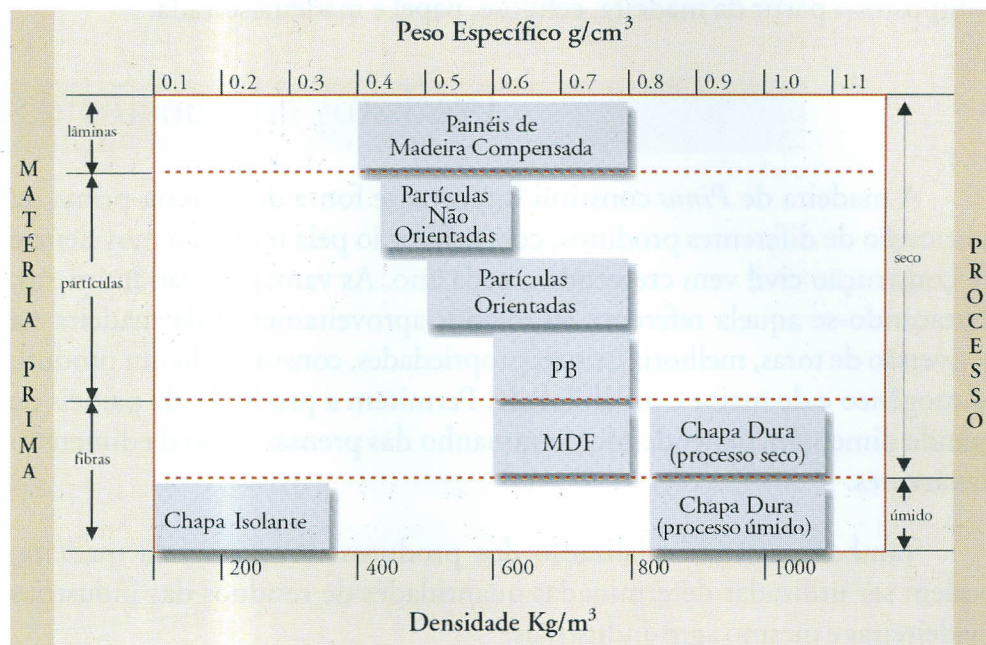
FIGURA 17

Produtos compostos à base de madeira, classificados de acordo com a forma com que a matéria-prima é trabalhada.

Adaptado de Gonçalves (2000).

A classificação dos produtos à base de madeira, considerando-se os processos de fabricação, matéria-prima utilizada e densidade, é apresentada na **FIGURA 18**.

**FIGURA 18**  
Classificação dos painéis à base de madeira de acordo com a densidade, processo de fabricação e matéria-prima.



Adaptado de Gonçalves (2000).

As empresas setoriais com diferentes produtos compostos à base de madeira, sua localização e capacidade instalada estão indicadas na **TABELA 4**.

**TABELA 4**  
Tipos de produtos, localização das empresas produtoras e capacidade nominal instalada.

Empresa	Localização	Produto	Capacidade Instalada / Empresa (m <sup>3</sup> /ano)
Berneck Aglomerados S/A	Araucária/PR	Aglomerado	280.000 *400.000
Bonet**	Santa Cecília/SC	Aglomerado	42.000 *52.000
Duratex S/A	Gravataí/RS	Aglomerado	330.000
	Itapetininga/SP	Aglomerado	*380.000
	Botucatu/SP	Chapas de Fibra	370.000
Eucatex S/A Indústria e Comércio	Jundiaí/SP	MDF	180.000
	Agudos/SP	MDF	180.000
Eucatex S/A Indústria e Comércio	Botucatu/SP	Aglomerado	324.000
	Salto/SP	Chapas de Fibra	*360.000
Placas do Paraná S/A	Curitiba/PR	Aglomerado	300.000
	Jaguariaíva/PR	MDF	220.000
Masisa do Brasil	Ponta Grossa/PR	MDF	240.000
		OSB	350.000
Satipel Industrial S/A	Uberaba/MG	Aglomerado	340.000
Seta**	Taquari/RS	Aglomerado	9.000
	Esteio/RS	Aglomerado	204.000
Tafisa Brasil S/A	Piên/PR	Aglomerado	145.000
		MDF	*384.000

\* Aumento da produção

\*\* Não associado a ABIPA

Fonte: Mendes *et al.* (2001).

A produção, importação, exportação e consumo interno de todos os produtos reconstituídos da madeira (aglomerados, painéis de fibras e MDF), no período de 1994 a 2003, estão apresentados na **TABELA 5**.

Ano	1 Produção (m <sup>3</sup> )	2 Importação (m <sup>3</sup> )	3 Total ( <sup>1+2</sup> ou <sup>4+5</sup> )	4 Exportação (m <sup>3</sup> )	5 Consumo Interno (m <sup>3</sup> ) ( <sup>3-4</sup> )
1994	1.312.686	9.877	1.322.563	336.966	985.597
1995	1.434.796	65.048	1.499.844	327.618	1.172.226
1996	1.597.096	171.991	1.769.087	295.396	1.473.691
1997	1.793.378	249.525	2.042.903	282.859	1.760.044
1998	1.986.437	49.420	2.035.857	229.343	1.806.514
1999	2.392.679	12.340	2.405.019	250.378	2.154.641
2000	2.702.342	25.998	2.728.340	213.669	2.514.671
2001	2.976.524	70.146	3.046.670	192.886	2.853.784
2002	3.142.986	68.410	3.211.396	384.254	2.827.142
2003	3.398.403	192.631	3.591.034	457.012	3.134.022

Fonte: ABIPA (2004).

**TABELA 5**

Consolidação da produção, importação, exportação e consumo interno de todos os produtos (aglomerados, painéis de fibras e MDF) de 1994 a 2003.

## Como os painéis de *Pinus* são produzidos **4.1.1**

Conforme Gonçalves (2000), de maneira esquemática e ilustrativa, são apresentados a seguir os processos utilizados na produção dos diferentes tipos de painéis.

### Compensado “Plywood” (PW) **A**

Conforme a ABIMCI (Associação Brasileira de Madeira Processada Mecanicamente), constituem matéria-prima para a produção do compensado as madeiras tropicais (60%) e as áreas de reflorestamento (40%), especificamente *Pinus* e *Eucalyptus*.

Restrições de ordem ambiental ao uso das madeiras tropicais, na ausência de uma política adequada na região da Amazônia, associadas ao elevado custo de transporte aos centros consumidores, abrem mais espaço para a produção e utilização de painéis, tendo como suporte as áreas reflorestadas com *Pinus* e *Eucalyptus*.

A produção, exportação e consumo interno de compensado no Brasil são apresentados na **TABELA 6**.

Ano	Produção (m <sup>3</sup> )	Exportação (m <sup>3</sup> )	Consumo Interno (m <sup>3</sup> )
1990	1.050.000	300.000	750.000
1991	1.120.000	369.000	751.000
1992	1.250.000	480.000	770.000
1993	1.600.000	813.000	782.000
1994	1.900.000	898.000	1.002.000
1995	1.600.000	748.000	852.000
1996	1.670.000	658.000	1.012.000
1997	1.650.000	650.000	1.000.000
1998	1.600.000	620.000	980.000
1999	2.200.000	1.300.000	1.020.000
2000	1.950.000	1.000.000	1.040.000
2001	2.500.000	1.050.000	1.060.000
2002	2.600.000	1.150.000	770.000

Fonte: ABIMCI (2003).

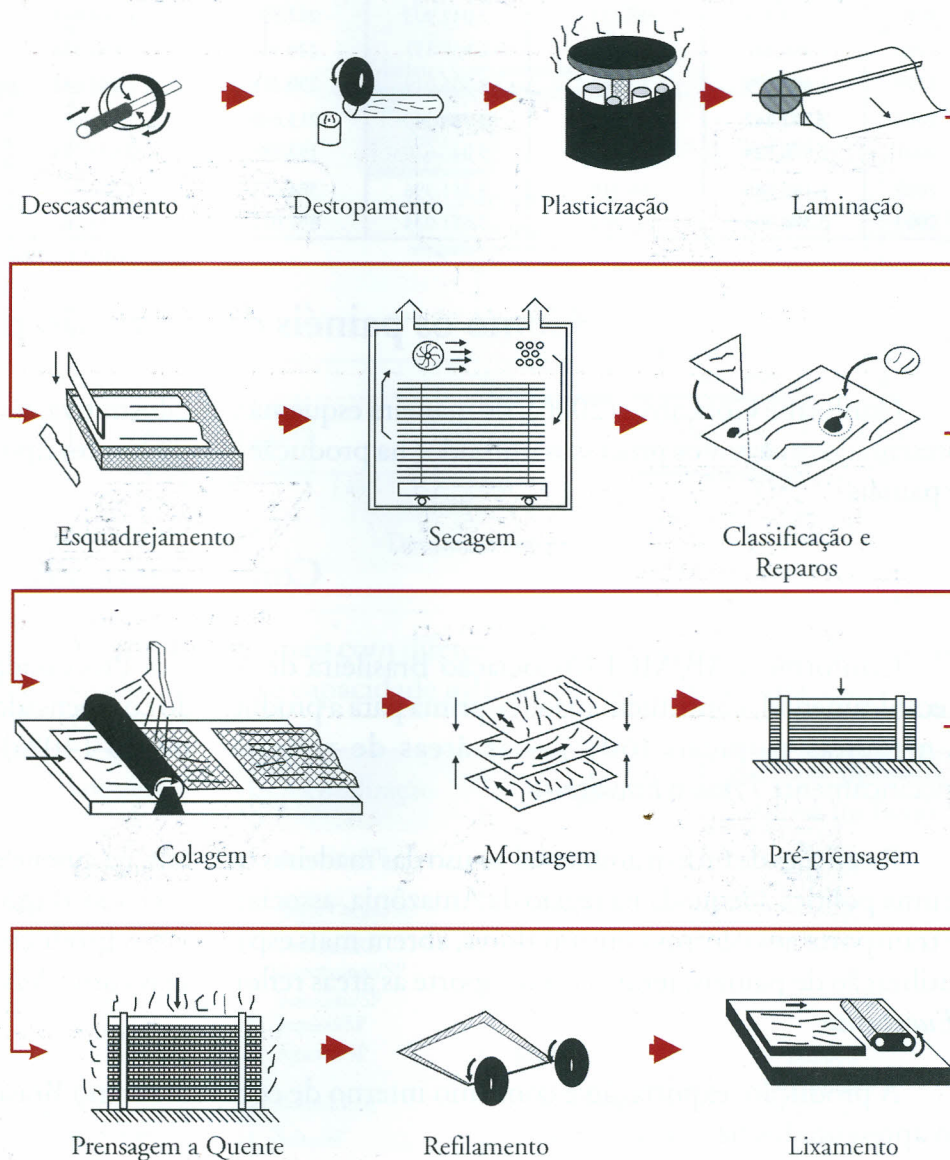
**TABELA 6**

Consolidação da produção, exportação e consumo interno de compensados no Brasil.

Na produção de compensado, as lâminas que constituem os painéis de madeira compensada são coladas entre si, dispostas umas sobre as outras, com a direção das fibras alternadas. Na **FIGURA 19** as fases de produção do compensado são apresentadas esquematicamente.

**FIGURA 19**

Representação esquemática: processo de fabricação de compensado.



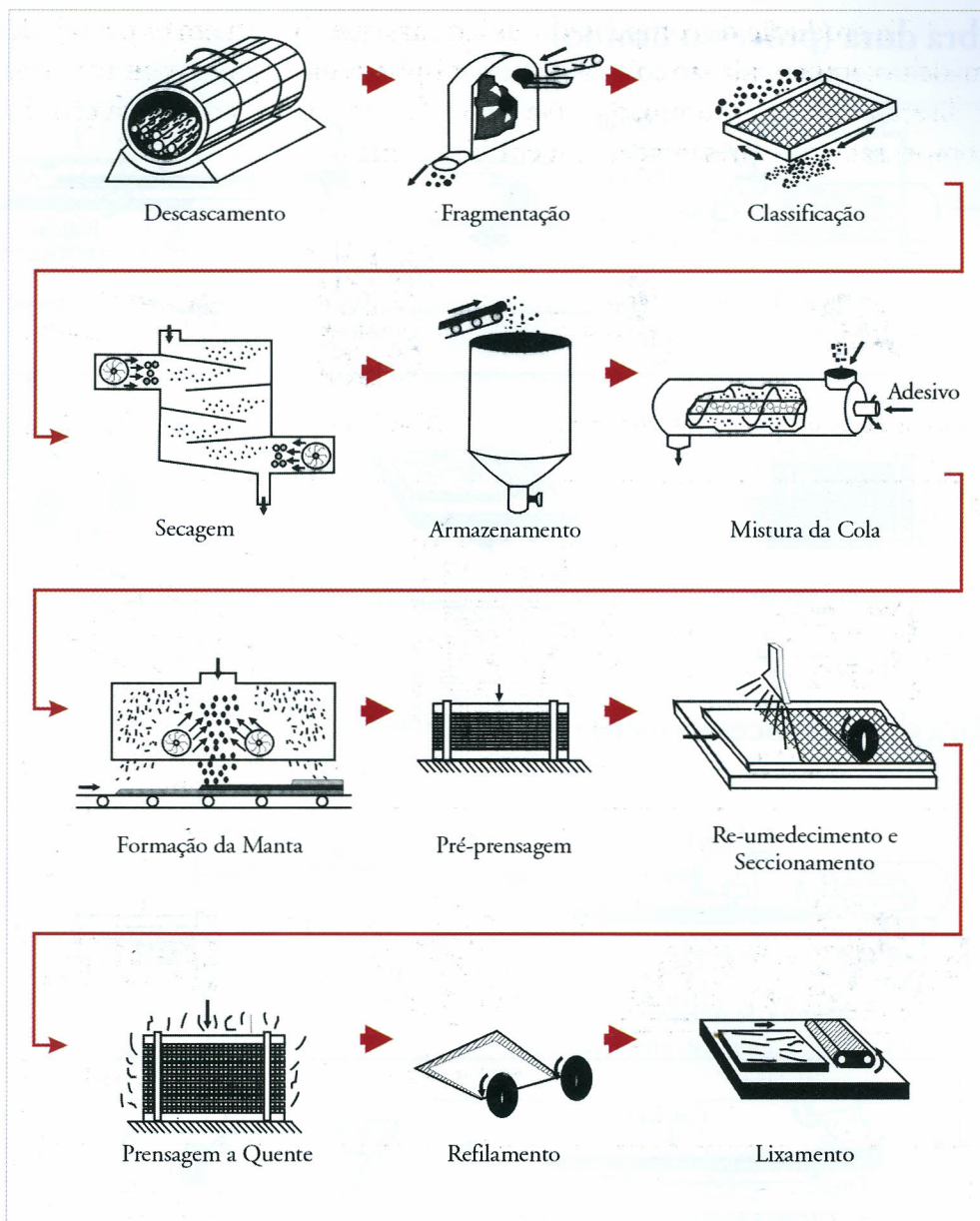
Adaptado de Gonçalves (2000).

## B

### Painéis de madeira aglomerada “Particleboard” (PB)

É constituído por cavacos ou partículas de diferentes tamanhos unidos pela aplicação de resina sintética sob condições de pressão e calor.

Na **FIGURA 20** é mostrada representação esquemática do processo de fabricação de painéis de madeira aglomerada.



**FIGURA 20**

Representação esquemática: processo de fabricação de painéis de madeira aglomerada.

Adaptado de Gonçalves (2000).

## Painéis de fibra “Fiberboard” (FB)

C

São dois os tipos de painéis de fibra, conforme Gonçalves (2000): painéis isolantes “insulating board” (IB) e os painéis duros “hardboard” (HB), sendo que a característica que os diferencia é a densidade.

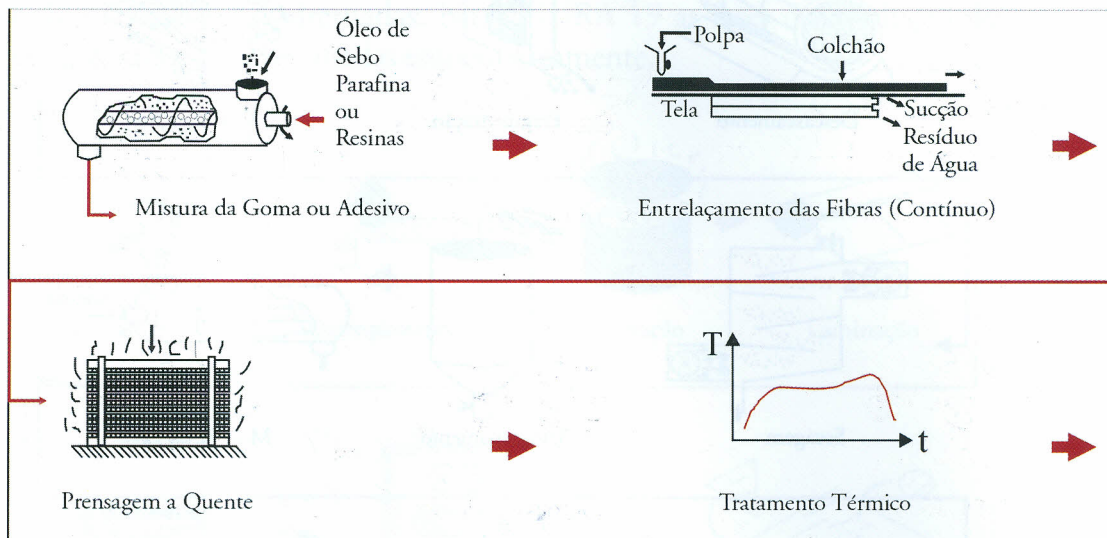
Os painéis isolantes são usados como divisórias em isolamentos acústicos. Os painéis duros são mais densos e têm aplicação mais ampla: revestimentos estruturais, portas, gabinetes e móveis.

Nas FIGURAS 21, 22 e 23 são apresentados esquematicamente os processos de produção dos painéis de fibra, isolante e duro.

## Painel de fibra dura (processo úmido)

**FIGURA 21**

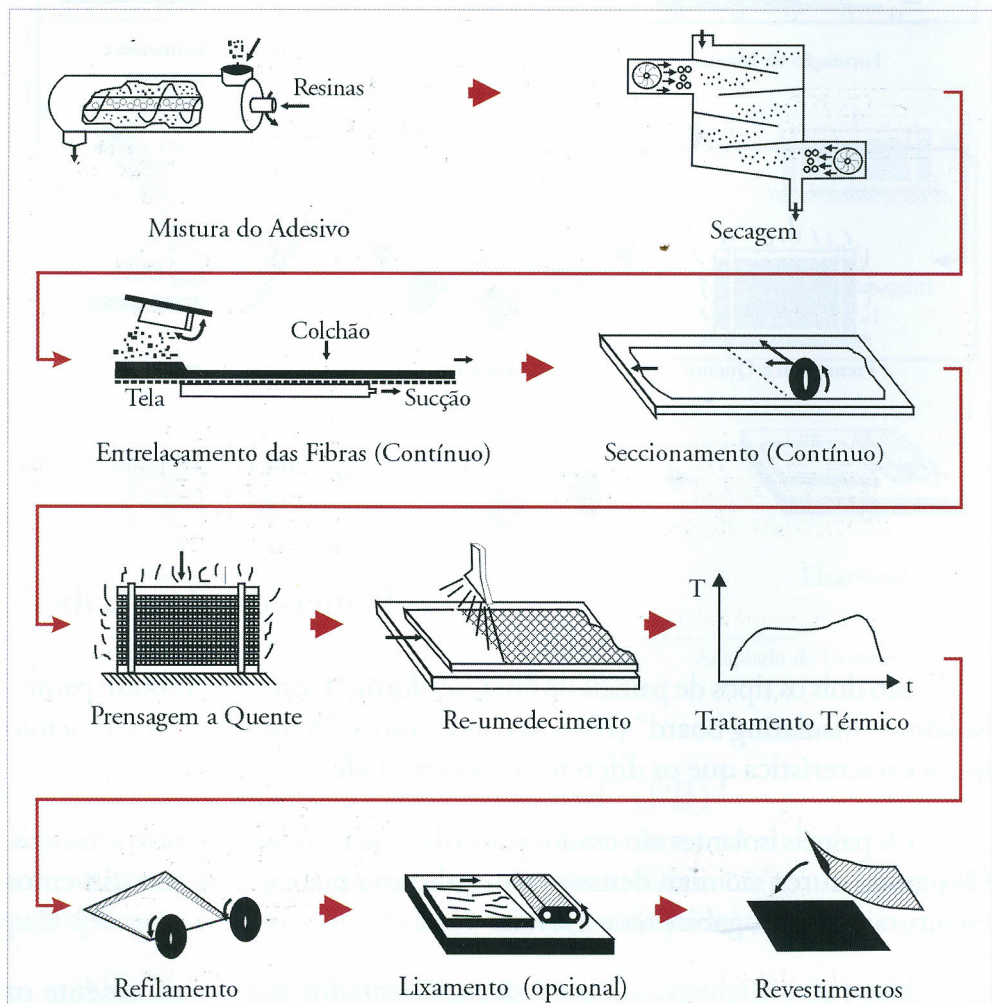
Representação esquemática: processo de fabricação de painéis de fibra dura no processo úmido.



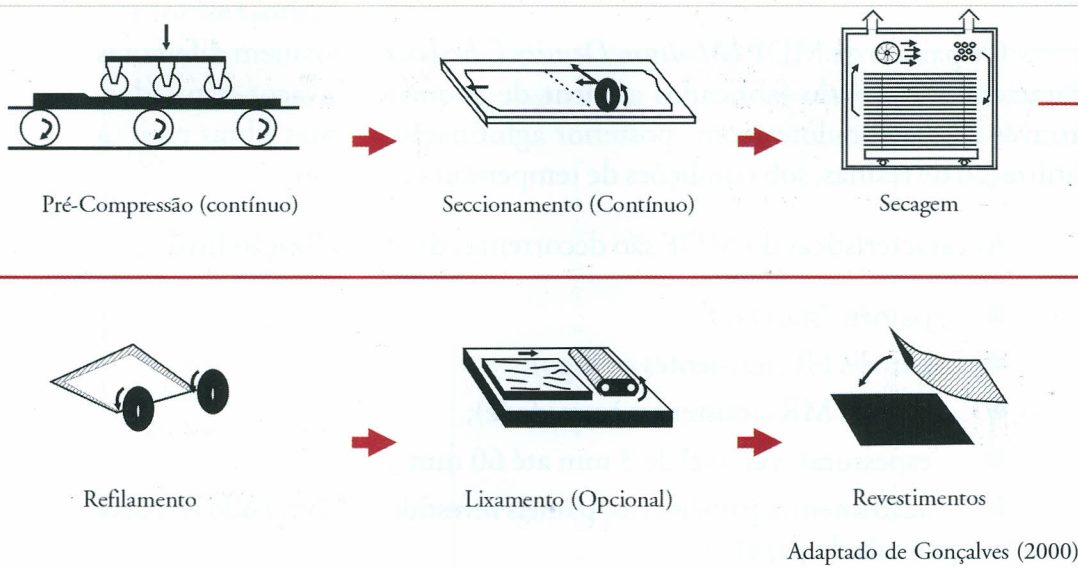
## Painel de fibra dura (processo seco)

**FIGURA 22**

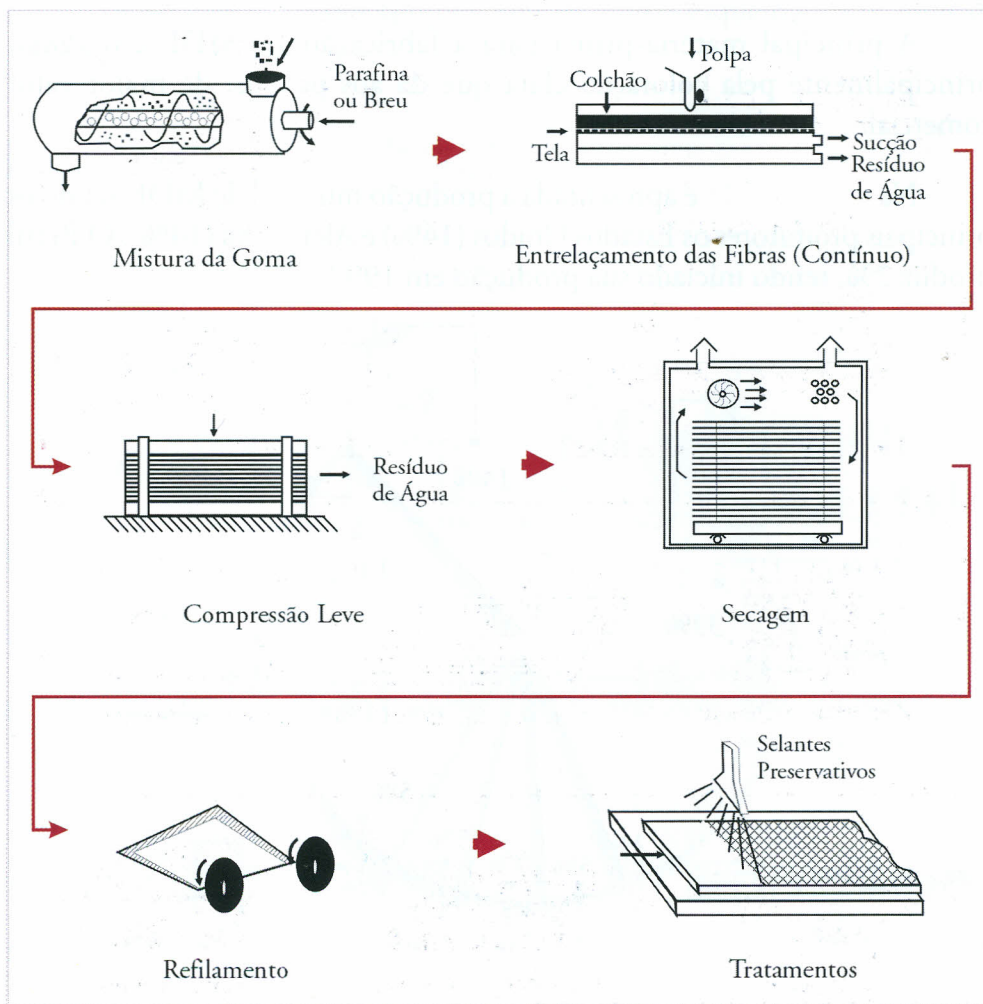
Representação esquemática: processo de fabricação de painéis de fibra dura no processo seco.



Adaptado de Gonçalves (2000).



## Painel de fibra isolante



**FIGURA 23**

Representação esquemática: processo de fabricação de painéis de fibra isolante.

Adaptado de Gonçalves (2000).



## D Painel de fibra de média densidade “Medium Density Fiberboard” (MDF)

Os painéis de MDF (*Medium Density Fiberboard*) possuem diferentes características, sendo fabricados a partir de pequenos cavacos triturados, através de desfibradores com posterior aglutinação de suas fibras com a utilização de resinas, sob condições de temperatura e pressão.

As características do MDF são decorrentes de sua utilização final:

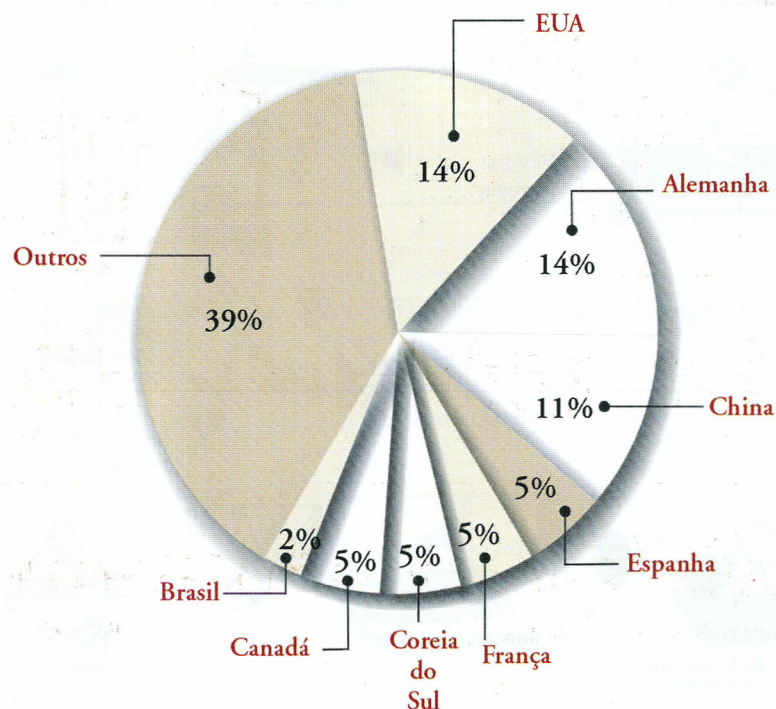
- painéis “standard”;
- painéis FR (resistentes ao fogo);
- painéis MR (resistentes à umidade);
- espessuras: variável de 3 mm até 60 mm, e
- acabamento: painéis crus, painéis revestidos de laminado de baixa pressão e película de papel.

Suas principais aplicações referem-se à indústria moveleira e construção civil (pisos, rodapés, almofadas de porta, portas, peças torneadas).

A principal matéria-prima para a fabricação do MDF é o *Pinus*, principalmente pela coloração clara que dá aos painéis, de maior valor comercial.

Na **FIGURA 24** é apresentada a produção mundial de MDF, sendo os principais produtores os Estados Unidos (14%) e Alemanha (14%). O Brasil produz 2%, tendo iniciado sua produção em 1997.

**FIGURA 24**  
Produção mundial de MDF



Fonte: ABIMOVEL (2000).

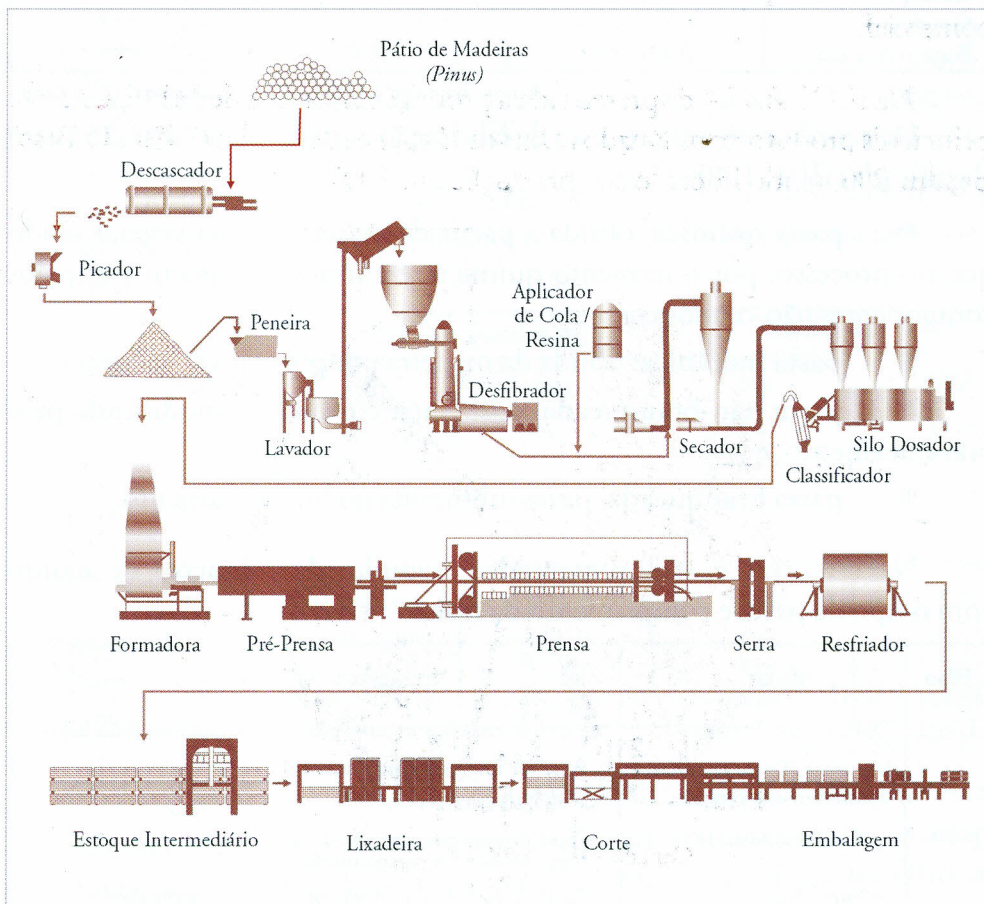
Considerando-se diferentes atributos, na **TABELA 7** é apresentada uma comparação entre o MDF e o aglomerado, compensado e sarrafeado, conforme Gonçalves (2000).

Atributos	Agglomerado	Compensado	Sarrafeado
Densidade	=	=	=
Resistência à flexão	↓	↑	↑
Resistência à tração transversal	↓	↑	↑
Módulo de elasticidade	↓	↑	↑
Dilatação linear	↑		↑
Fixação de parafusos – superfície	=		↑
Fixação de parafusos – borda	↓		↑
Aplainamento – superfície	↓		↓
Aplainamento – borda	↓		↓
Envernizamento – superfície	=	=	=
Envernizamento – borda	↓		↓
Revestimento sintético	=	↓	↓
Revestimento com laminados	=	↓	↓

↓ Pior do que o MDF    = Similar ao MDF    ↑ Melhor do que o MDF

Fonte: Gonçalves (2000).

Na **FIGURA 25** são apresentadas de forma esquemática as fases de produção do MDF.



Adaptado de ABIPA (2000).

**TABELA 7**

Comparação qualitativa entre o MDF e outros produtos.

**FIGURA 25**

Representação esquemática: processo de fabricação dos painéis de MDF.

As diferentes espécies de *Pinus* apresentam excelentes características exigidas como fonte de matéria-prima para a fabricação de pasta celulósica para papel, conferindo ao produto final as características desejadas; a madeira de *Pinus* apresenta condições de ser economicamente explorada dentro de condições sustentáveis, durante todo o ano.

No ponto de vista celulósico-papeleiro, as fibras vegetais são classificadas em fibras longas e curtas, sendo as primeiras com comprimento médio variando de 2 a 5 mm e as curtas, em média, de 0,5 a 1,5 mm.

Na **TABELA 8**, são apresentadas as características de diferentes fibras vegetais.

TABELA 8

Dimensão de algumas fibras vegetais.

Fibra	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Espessura de Parede (mm)
Araucária	2,00 - 5,37	23,0 - 41,2	3,25 - 18,5
<i>Pinus elliottii</i>	1,55 - 4,68	21,5 - 42,8	2,80 - 19,6
Bambu	1,16 - 6,16	7,5 - 29,2	2,75 - 13,2
Sisal	1,15 - 4,15	11,2 - 30,0	2,25 - 8,38
Eucalipto	0,70 - 1,40	11,0 - 24,8	2,00 - 8,00
Gmelina	0,72 - 1,79	16,5 - 41,2	1,25 - 5,38
Bagaço de cana	0,82 - 3,91	11,3 - 45,6	1,43 - 15,6

Fonte: Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT (1988).

De acordo com seu processo de fabricação as pasta celulósicas são assim classificadas (IPT, 1988):

- **pasta química:** obtida a partir de matéria-prima vegetal sendo que no processo, por tratamento químico, é eliminada a maior parte dos componentes não-celulósicos;
- **pasta mecânica:** obtida da madeira por processo mecânico;
- **pasta não-branqueada:** pasta cuja cor não foi modificada pelo branqueamento, e
- **pasta branqueada:** pasta submetida no branqueamento.

Na **TABELA 9**, são apresentados exemplos de aplicações de acordo com o tipo de pasta e comprimento da fibra.

TABELA 9

Aplicações de acordo com o tipo da pasta e comprimento da fibra.

Fibra	Pasta	Exemplo de Aplicação
Longa	Química não-branqueada	Papel de embalagem: kraft natural para sacos multifoliados
	Mecânica, Termomecânica e Quimtermomecânica	Papel de impressão: imprensa e jornal; e papel para fins sanitários
Curta	Química branqueada	Papel de impressão: acetinado de primeira Papel de escrever: apergaminhado
	Semiquímica	Papel de embalagem: miolo para papelão ondulado

Fonte: IPT (1988).

A produção brasileira de pastas para papel, de acordo com BRACELPA (2003), é indicada na **TABELA 10**.

Fibra	2002 (Toneladas)	Jan-Jul/2002 (Toneladas)	Jan-Jul/2003 (Toneladas)
Fibra Longa	1.508.728	878.149	890.064
▪ Branqueada	88.208	47.868	48.902
▪ Não Branqueada	1.420.520	830.281	841.162
Fibra Curta	6.016.969	3.357.218	4.083.246
▪ Branqueada	5.751.391	3.215.060	3.912.027
▪ Não Branqueada	265.578	142.158	171.219
Pastas de Alto Rendimento	495.398	281.631	264.543
Total	8.021.095	4.516.998	5.237.853

Fonte: BRACELPA (2003).

A distribuição geográfica da produção brasileira de pasta celulósica de fibra longa, baseada principalmente na matéria-prima proveniente de *Pinus*, é indicada na **TABELA 11**.

Fibra Longa	Produção (toneladas)		Participação (%)	
	1999	2000	1999	2000
Santa Catarina	740.318	772.404	52,68%	54,31%
Paraná	494.573	470.972	35,19%	33,12%
São Paulo	79.168	88.753	5,63%	6,24%
Maranhão	43.835	45.805	3,12%	3,22%
Pernambuco	24.836	22.785	1,77%	1,60%
Rio Grande do Sul	22.568	21.486	1,61%	1,51%
Total	1.405.298	1.422.205	100,00%	100,00%

Fonte: BRACELPA (2003).

A distribuição geográfica da produção pasta celulósica de fibra curta, baseada na matéria-prima proveniente da madeira de espécies de *Eucalyptus*, é indicada na **TABELA 12**.

Fibra Curta	Produção (toneladas)		Participação (%)	
	2001	2002	2001	2002
São Paulo	2.017.084	2.089.150	36,64	34,72
Espírito Santo	1.272.388	1.656.048	23,11	27,52
Minas Gerais	792.344	830.813	14,39	13,81
Bahia	595.400	593.479	10,82	9,86
Rio Grande do Sul	282.936	297.413	5,14	4,94
Pará	326.310	290.365	5,93	4,83
Paraná	182.108	225.274	3,31	3,74
Santa Catarina	36.401	34.427	0,66	0,57
Total	5.504.971	6.016.969	100,00	100,00

Fonte: BRACELPA (2003).

Na **FIGURA 26** e tomando-se como exemplo a Pisa Florestal S.A. (2000), de forma esquemática estão apresentadas todas as etapas da fabricação do papel, desde o recebimento da madeira na fábrica até a expedição do produto.

**TABELA 10**

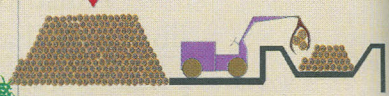
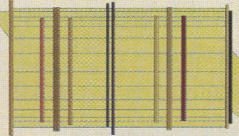
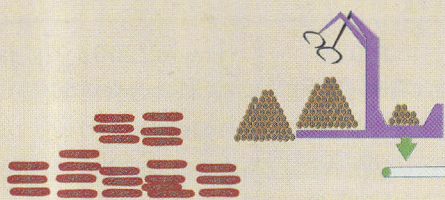
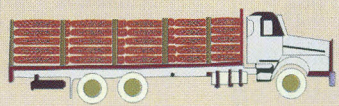
Produção de pastas celulósicas.

**TABELA 11**

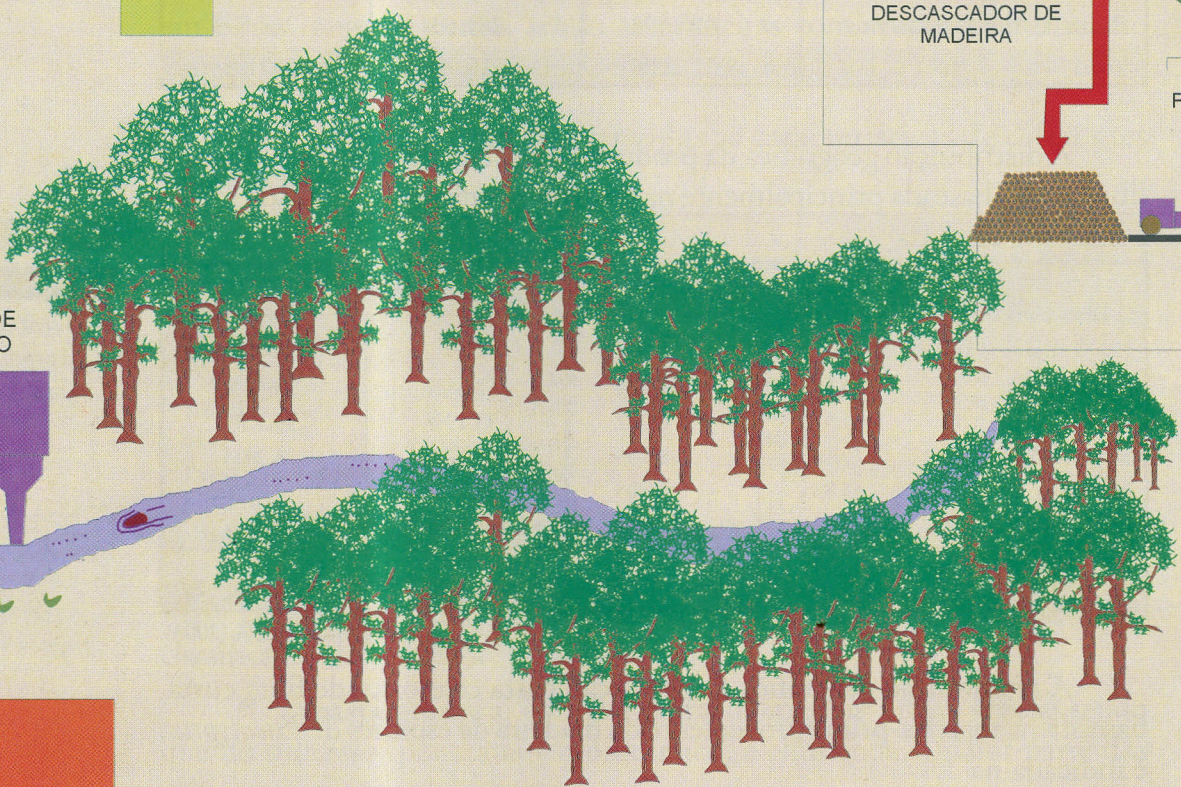
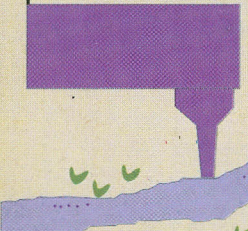
Distribuição geográfica da produção - fibra longa.

**TABELA 12**

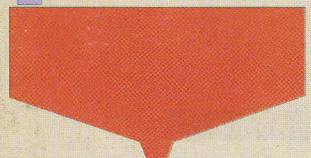
Distribuição geográfica da produção - fibra curta.



CAPTAÇÃO DE  
ÁGUA DO RIO



ESTAÇÃO DE TRATAMENTO  
DE EFLUENTES



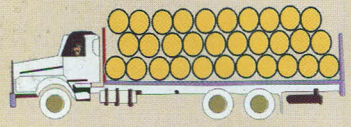
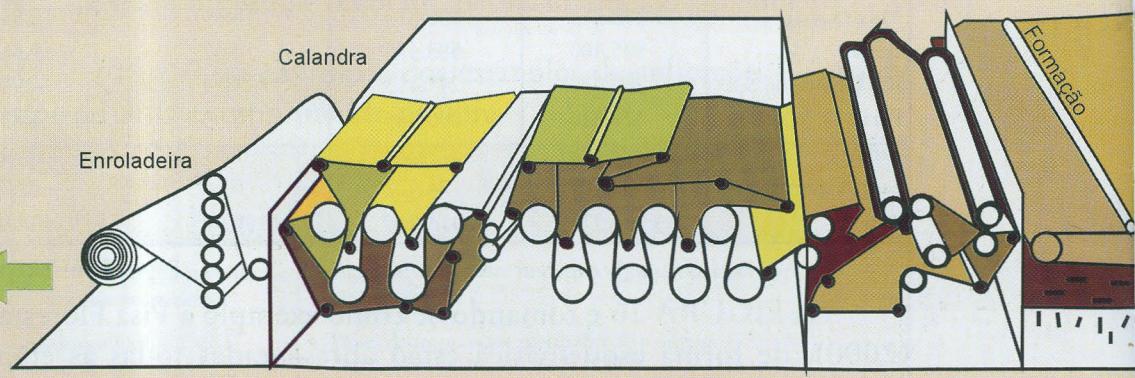
Secagem

Prensa

Calandra

Enroladeira

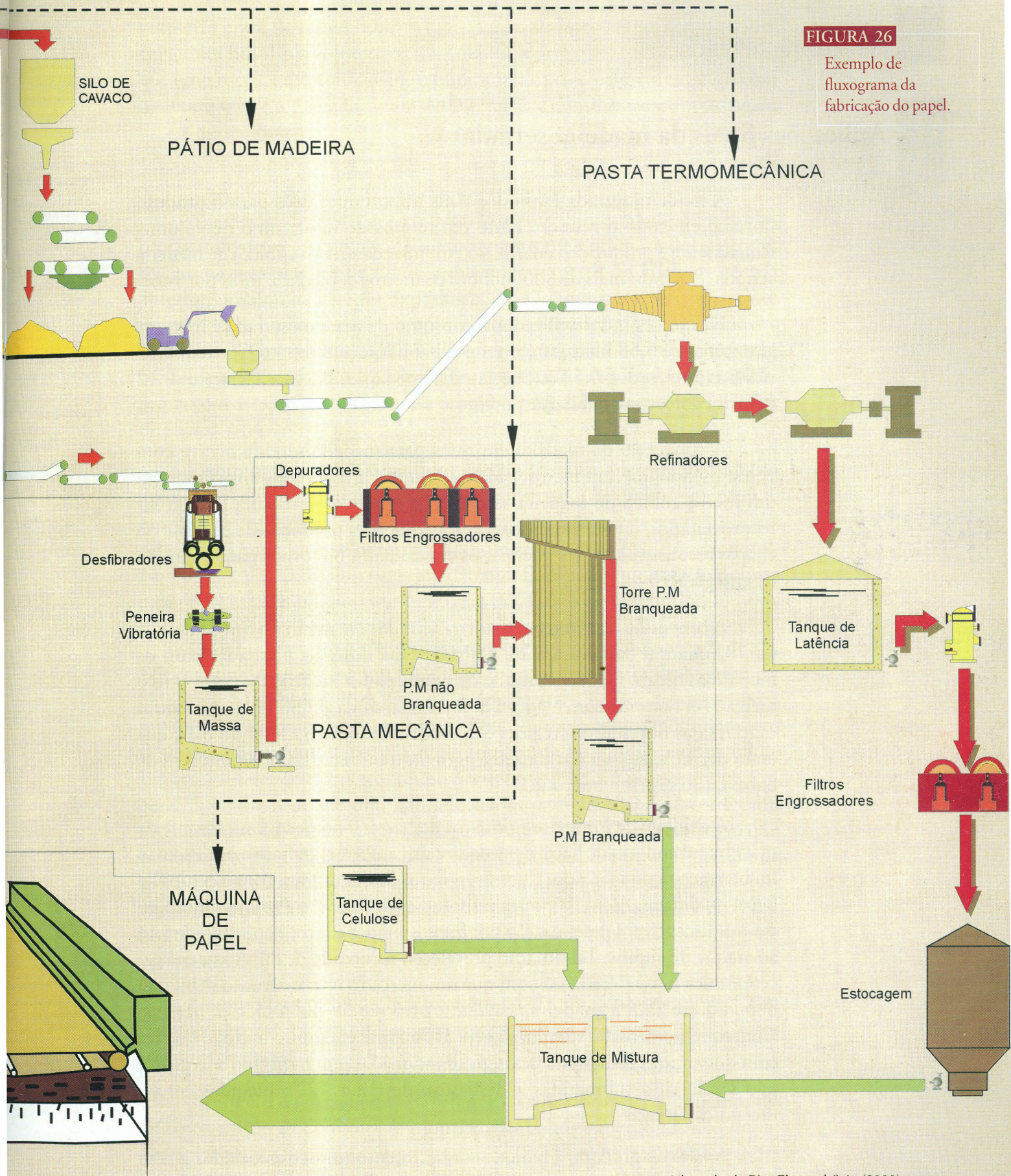
Formação



MÁQUINA DE PAPEL

**FIGURA 26**

Exemplo de fluxograma da fabricação do papel.



## 4.3.1 Aplicações finais da madeira serrada

A madeira serrada é um dos mais importantes usos para o produto florestal em todo o mundo, tanto em termos de valor como de volume. Anualmente é produzido cerca de 400 milhões de metros cúbicos de madeira serrada, exigindo mais de 800 milhões de metros cúbicos de toras por ano.

Nos países industrializados o consumo de madeira serrada é bastante alto, cerca de 0,58 metros cúbicos por habitante por ano no Canadá, 0,57 nos Estados Unidos, 0,55 na Suécia e 0,27 no Japão. No Brasil, cerca de 0,12 metros cúbicos por habitante por ano.

A conversão da madeira em toras para madeira serrada ocorre com perdas, sendo que, em média, cada três esteres de toras transformam-se em um metro cúbico de madeira serrada. Os resíduos de serraria podem ser reaproveitados, usados no processo industrial para produção de celulose ou chapas reconstituídas, ou queimados em caldeiras ou fornos para a geração de energia térmica.

A conversão de *Pinus* em madeira serrada teve início no fim da década de 70, quando começaram os desbastes nas florestas plantadas com os incentivos fiscais. Não havia muita demanda para a madeira de *Pinus* pois o mercado era suprido com madeira de araucária, ainda abundante, e por outras espécies das florestas das regiões Sul, Sudeste e Centro Oeste do país, que eram derrubadas para dar espaço à agricultura e pecuária. Essa madeira de baixo custo supria o mercado.

A madeira de *Pinus* dos primeiros desbastes, composta basicamente de madeira juvenil, era de baixa densidade e mecanicamente fraca e por isso não foi bem aceita no mercado. Os móveis feitos de *Pinus* eram considerados de baixa qualidade. Além da pouca resistência mecânica, o *Pinus* era também muito susceptível à deterioração por fungos manchadores e apodrecedores e ao ataque de cupins. Tal situação prevaleceu na década de 80. A estagnação econômica nessa década fez com que um mercado interno muito débil não demandasse muita madeira, havendo preferência por espécies nativas. Conseqüentemente, o valor das florestas de *Pinus* era muito baixo, o que fez com que muitas plantações ficassem abandonadas sem o manejo adequado, não tendo sido submetidas a desbastes, desramas ou protegidas contra incêndios e pragas.

A falta de procura, a falta de conhecimento técnico associados à falta de objetividade por parte dos proprietários de florestas, que na maioria das

vezes não eram do ramo, fez com que o valor das florestas em certas regiões chegasse a ficar negativo: área de terra plantada com *Pinus* tinha menos valor que terra nua. Como consequência muitas áreas, principalmente aquelas com melhores solos e topografia, foram desflorestadas e transformadas em pastagem ou em agricultura.

No início da década de 70, o Instituto Florestal de São Paulo, procurando definir tecnologia e usos para os materiais oriundos dos desbastes iniciais de seus plantios de *Pinus*, implantados a partir do início da década anterior, instalou na Estação Experimental de Manduri uma serraria piloto experimental. Nessa unidade, completamente equipada, que contou inclusive com recursos de convênio da JICA – Japan International Cooperation Agency, foram desenvolvidos inúmeros trabalhos objetivando a utilização da matéria-prima com as características daquela oriunda dos desbastes iniciais dos plantios de *Pinus*.

Dentre os projetos desenvolvidos, destaca-se aquele referente ao desdobro de material de pequenas dimensões para construção de casas de madeira e, especificamente aquele referente à construção de habitações para vigias, nas diferentes Unidades de Conservação administradas pelo Instituto Florestal. Na FIGURA 27 estão ilustradas as diferentes fases para a montagem de uma casa de 54 m<sup>2</sup>, em um período de 10 dias utilizando-se 8 operários.

O IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas, no final da década de 70, iniciou atividades em sua serraria piloto instalada no bairro do Jaguaré, na cidade de São Paulo. Essa serraria, além de trabalhos de pesquisa, fazia produção semi-comercial de madeira de *Pinus*. As toras, oriundas dos primeiros desbastes do Instituto Florestal, eram trazidas da Estação Experimental de Itapetininga, tendo diâmetros muito pequenos e rendiam peças estreitas, em geral 5 e 10 cm de largura, não adequadas para atender a um mercado acostumado a tábuas de 30 cm de largura. A produção de móveis exigiu que as peças fossem coladas de modo a formar painéis. A primeira partida de painéis de madeira colada foi utilizada para fazer os tampos de mesas para o restaurante dos funcionários do IPT. Os tampos tiveram acabamento com boa camada de resina, e as mesas tiveram bom desempenho, servindo durante vários anos.

Depois dessa primeira tentativa, foi criada uma linha de móveis para escritório, como escrivaninhas, estantes, armários dos quais foram feitos milhares de peças.

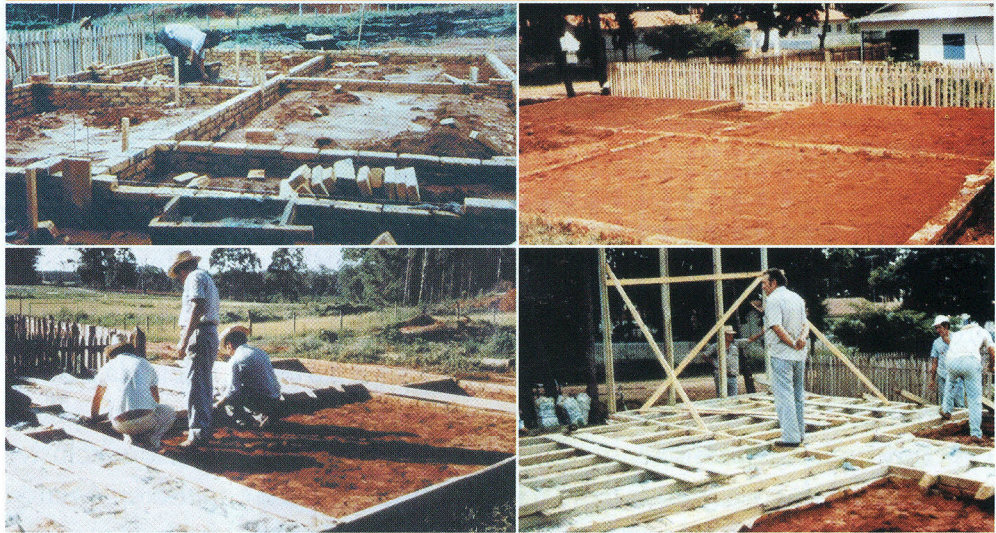
No início da década de 80, foram desenvolvidos vários trabalhos no IPT no sentido de conhecer as propriedades físicas e mecânicas dos *Pinus*. Em colaboração com uma empresa privada (SOTEMA) foram construídas várias casas pré-fabricadas com estrutura de madeira de *Pinus*.



**FIGURA 27**

Fases da montagem de uma casa de madeira de *Pinus* (54 m<sup>2</sup>).  
Tempo utilizado: 10 dias. Operários: 8.

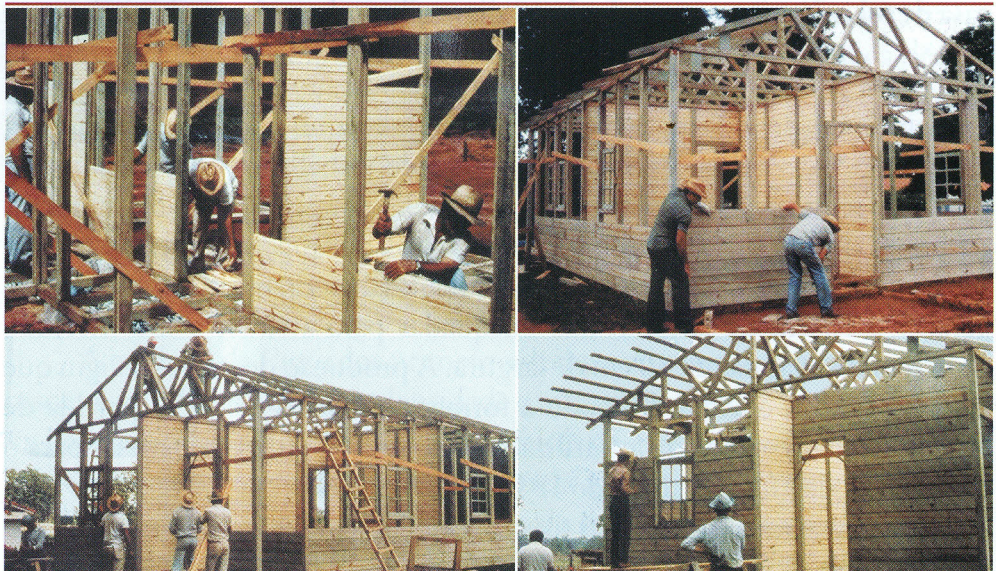
**Dia: 1º - Alicerce (marcação, aterramento, isolamento e início do assoalho)**



**Dia: 2º - Levantamento das vigas laterais e internas**



**Dia: 3º/4º/5º/6º - Levantamento das paredes internas e externas, colocação das tesouras**



**Dia: 7º/8º/9º/10º - Cobertura (telhado) e acabamentos finais (hidráulica, eletricidade, pintura)**



Acervo: Instituto Florestal, SP.

No final da década de 70 e início dos anos 80, no Estado de Santa Catarina, foram envidados esforços no sentido de desenvolver recursos humanos e tecnologia na fabricação de móveis de madeira, tendo como centro a cidade de São Bento do Sul (FETEP – Fundação de Ensino, Tecnologia e Pesquisa, atualmente SENAI/FETEP). Na época, essa Fundação foi cliente assíduo do IPT, quando se realizaram trabalhos de desenvolvimento, pesquisa e seminários para disseminação de tecnologia. Tais esforços apresentaram resultados concretos na década seguinte. Na mesma época, surgiu o CETEMO – Centro Tecnológico do Mobiliário, em Bento Gonçalves - RS. Hoje, coincidência ou não, São Bento do Sul - SC e Bento Gonçalves - RS, são os maiores centros exportadores de móveis do país, em sua maioria feitos com madeira de *Pinus*.

Na década de 80, o desenvolvimento foi lento, os móveis de *Pinus* eram considerados de baixa qualidade e vendidos somente em lojas de produtos baratos. A madeira de *Pinus* era predominantemente usada em embalagens, caixotes e caixas de frutas e legumes, bobinas para fios e cabos e madeira para construção. Contudo, algumas indústrias de móveis continuaram a utilizar a madeira de *Pinus* para produção de móveis de madeira maciça, principalmente mesas, cadeiras, armários, camas e beliches.

Na década de 90, as primeiras florestas plantadas com *Pinus* no fim da década de 60 e início de 70 atingiam idade de vinte anos. As madeiras de melhor qualidade e tecnologia mais bem dominada deram grande desenvolvimento à produção de móveis de *Pinus* para exportação.

## Situação atual 433

As florestas plantadas com os incentivos fiscais estão no final da rotação. Aquelas devidamente manejadas estão produzindo madeira de muito boa qualidade, sob o ponto de vista de resistência mecânica, muito diferente da madeira juvenil dos primeiros desbastes.

Os silvicultores, assim como os industriais madeireiros aprenderam com os erros. Hoje há conhecimento disseminado de todas as fases do processo produtivo, seja da floresta seja da indústria madeireira. Estão dominadas desde técnicas de melhoramento florestal, como de plantio, manejo, colheita e transporte, processamento nas serrarias e laminadoras. De maneira um tanto simplista, se por um lado há conhecimento, os portadores desse conhecimento, de alguma maneira, dependem do *Pinus* para viver. Algumas regiões do Sul e Sudeste do país são bastante dependentes da indústria madeireira com base em *Pinus*.

O conhecimento adquirido, isto é, material genético mais produtivo, com melhor forma, o domínio das várias fases do manejo, compreendendo tratamentos culturais, desrama e desbastes, técnicas de colheita e transporte que

minimizam ocorrências de manchas; permitem a obtenção de toras de alta qualidade para serraria e laminação, incluindo a obtenção de faqueados. Essas toras, em virtude desses atributos, têm valor cada vez maior no mercado.

As possibilidades de retorno econômico devem propiciar o estabelecimento de novas plantações ou a reforma dos talhões colhidos, que por sua vez geram empregos permanentes em empresas de pequeno e médio porte, características das indústrias madeireiras em atividade ambientalmente sustentável, em terras com solos pobres e não adequados para agricultura intensiva ou pastagens. A atividade florestal-madeireira apresenta perspectivas bastante favoráveis para muitas áreas neste país. A competitividade é assegurada em virtude da grande produtividade florestal, potencializada com disponibilidade de mão-de-obra e conhecimento adquirido em todas as fases do processo de produção. Por exemplo, a Klabin S/A, obtém valores cerca de 3 a 6 vezes maiores para suas toras de *Pinus*, adequadamente conduzidas, desramadas e certificadas, se comparados com o mercado em geral.

**TABELA 13**

Tabela de preço da Klabin de toras de *Pinus* certificadas pelo FSC (Dezembro/2004).

Diâmetros (cm)	Toras de <i>Pinus taeda</i> e <i>elliottii</i> Preços de Venda (R\$/ton)	
	Estado do Paraná	Outros Estados
24,0 - 29,9	125,70	144,85
30,0 - 39,9	155,10	178,73
>= 40	194,70	224,37

\* Pode-se considerar 1 ton. = 1 m<sup>3</sup>

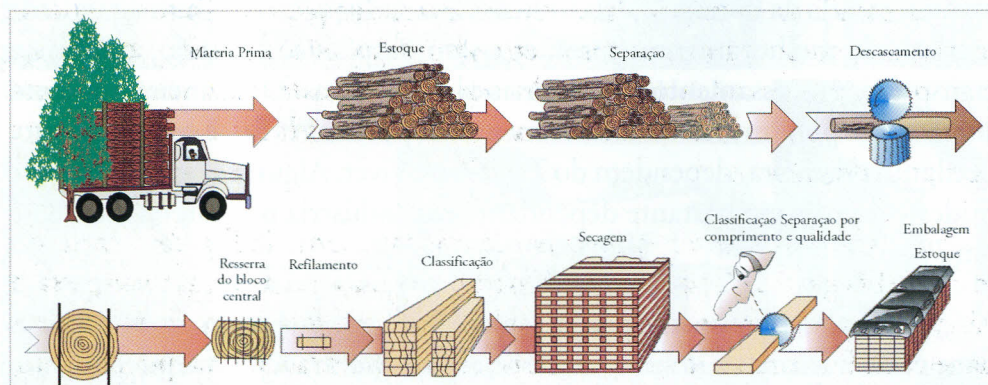
Fonte: Klabin S/A (2004).

## 43.4 Processamento

As toras são transformadas em madeira serrada nas serrarias; estas podem ser de diversos tipos e tamanhos. Não há duas serrarias iguais, pois sempre se combinam diferentes equipamentos e diferentes arranjos das máquinas. A maioria dos equipamentos de serraria utilizada no Brasil é de fabricação nacional. Até a Segunda Guerra Mundial, os equipamentos eram em geral importados, principalmente da Europa, sendo que depois da segunda guerra, teve início a fabricação de equipamentos no Brasil. O tipo de tora disponível na época, em geral de grandes diâmetros, provenientes das florestas nativas, influenciou o tipo de serra predominante nas serrarias brasileiras, a serra de fita.

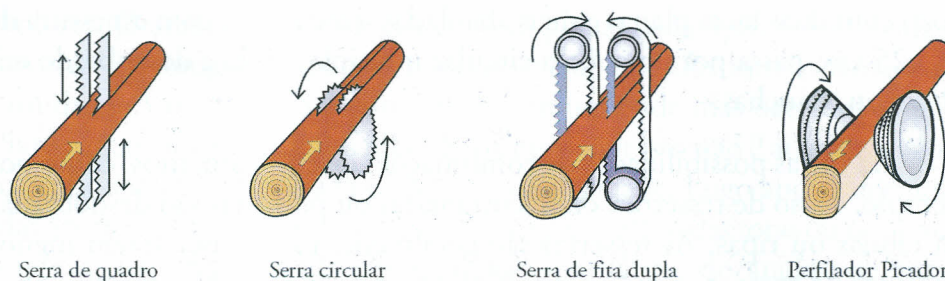
**FIGURA 28**

Diferentes fases do processo de transformação de toras em madeiras serradas.



Adaptado de Nilsson (1990).

Como serra principal, ou seja, aquela que inicia o desdobro das toras, as serrarias podem usar serras circulares, de fita, de quadro ou alternativas e conjuntos picadores e picadores perfiladores.



Serra de quadro

Serra circular

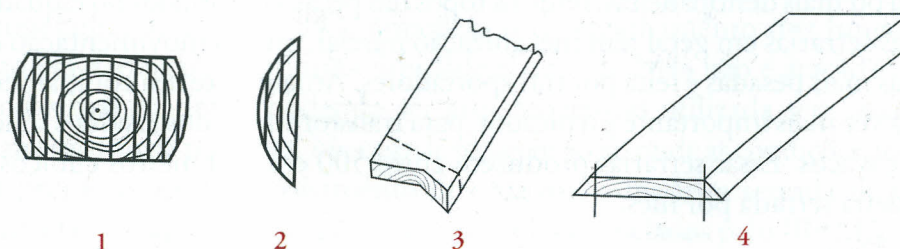
Serra de fita dupla

Perfilador Picador

Adaptado de Nilsson (1990).

FIGURA 29

Serras utilizadas para o desdobro inicial das toras.



1

2

3

4

FIGURA 30

Aspectos da reserragem do bloco central com serra múltipla (1); da costaneira em serra simples (2); destopo das peças com destopadeiras simples (3) e refilamento da tábua em serra dupla (4).

Tradicionalmente as serras mais usadas para o “desdobro” são as serras de fita, pois tendo menores espessuras, desperdiçam menos madeira durante o corte. No início da industrialização da madeira de *Pinus*, no fim da década de 70 e início da de 80, foram introduzidas serras circulares, pois as toras de desbastes eram finas e seu preço muito baixo, não havendo maior necessidade de bom rendimento. Com o aumento dos diâmetros e valorização das toras, as serras circulares foram sendo substituídas por serras de fita.

Outra característica das serrarias é a grande variação de tamanho, existindo aquelas que produzem menos de cem metros cúbicos de madeira serrada por mês e outras que podem atingir dez mil metros cúbicos mensais.

As serrarias menores, geralmente compostas de uma serra fita com carro, onde a madeira é desdobrada, uma serra circular para refilamento e uma serra destopadeira para corte transversal das peças. São unidades geralmente bastante simples e todo o trabalho de movimentação de madeira entre serras é feito manualmente, tendo como característica baixo investimento e grande demanda de mão-de-obra.

As serrarias medianas geralmente utilizam serra de fita com carro ou serras de fita geminadas ou duplas. Nas serras de fita com carro, as toras passam várias vezes pela serra até que seja completado o desdobro. As peças resultantes da serra de fita com carro são “acabadas” em serras refiladeiras ou por reserras, dependendo do arranjo e depois passam pela destopadeira, que corta a peça

transversalmente, definindo os topos e os comprimentos. Nas serras de fita duplas ou geminadas as toras passam somente uma vez, sendo feitos dois cortes simultâneos e removidas duas costaneiras, uma de cada lado, formando um bloco com duas faces planas e duas abauladas. Esse bloco, com espessura de 10 a 25 cm, passa por uma serra circular múltipla, onde é desdobrado em tábuas ou pranchas.

Há várias possibilidades de combinações de equipamentos, como por exemplo, o uso de resserras, onde costaneiras ou pranchas são desdobradas em tábuas ou ripas. As resserras são geralmente de fita por terem menor espessura de corte, podendo ser verticais ou horizontais. Nos últimos anos foram desenvolvidas resserras de fita horizontais tendo como característica serras bastante delgadas para desdobro de pranchas, muito utilizadas pelos produtores de cercas para exportação. No fim da linha de produção há sempre uma ou mais destopadeiras, onde os topos das peças são cortados no esquadro. Essas serrarias em geral têm mecanização parcial, onde a movimentação das peças mais pesadas é feita por transportadores. Atualmente um equipamento cada vez mais importante é o picador, para transformação dos resíduos sólidos em cavacos. Essas serrarias produzem entre 500 e 2.500 metros cúbicos de madeira serrada por mês.

O rendimento em madeira serrada, isto é, a relação entre a entrada de toras e a madeira serrada produzida varia de acordo com a dimensão e a qualidade das toras, com o tipo de material produzido, com o equipamento e a habilidade do pessoal envolvido na operação. De maneira geral, toras de boa qualidade e diâmetros acima de 30 cm rendem em torno de 50% em madeira serrada em relação ao volume das toras. Toras de menores diâmetros rendem de 35 a 45%. A prática atual de medição de toras em estere leva a outra maneira de ver o aproveitamento. O parâmetro é o índice de conversão, isto é, número de esteres necessários para produzir um metro cúbico de madeira serrada, em geral de 2,8 a 4,0 esteres por metro cúbico, sendo que, quanto menor o índice, melhor é a conversão.

Outro fator importante é a quantidade de resíduos gerada por quantidade processada. Quando a serraria processa toras de *Pinus* de qualidade mediana e quando equipada com picador, todo o resíduo sólido é transformado em cavacos que são misturados ao pó de serra. Em cada estere é produzido cerca de um metro cúbico de resíduo equivalente a aproximadamente de 0,33 toneladas, facilmente comercializada com empresas usuárias ou intermediárias.

As grandes serrarias contam com conjuntos de cabeçotes picadores e serras que transformam as costaneiras diretamente em cavacos para processo. A linha de desdobro, conta com serras múltiplas e processam cerca de 5.000 a 10.000 metros cúbicos mensais de madeira serrada. Neste caso as toras são descascadas mecanicamente antes de entrar na serraria e os cavacos sem casca são utilizados na produção de madeira aglomerada ou MDF.

## Manchas Azuis

A madeira de *Pinus* é sujeita ao ataque de fungos manchadores e a bolores. O ataque desses fungos começa poucos dias após a derrubada das árvores. Os fungos necessitam, para crescer, de um substrato com oxigênio e umidade. A madeira da árvore em pé tem umidade mas não tem oxigênio livre para o crescimento das hifas dos fungos, por isso não é atacada a não ser quando sua casca é retirada e há perda de umidade. Logo após a derrubada das árvores, começa o processo de secagem pelos topos das toras ou nos pontos onde a casca foi retirada. As manchas resultantes do ataque de fungos desvalorizam significativamente a madeira e por isso devem ser evitadas. A maneira mais eficaz de se evitarem as manchas é o processamento rápido das toras, isto é, até sete dias após o corte. Após o processamento, secagem rápida da madeira em estufa. As condições da estufa, principalmente com temperatura acima de 50°C, impedem o desenvolvimento dos fungos. A madeira depois de seca a uma umidade abaixo de 20% não é atacada pelos fungos manchadores, podendo ser armazenada ou utilizada sem risco do aparecimento de manchas. No caso de secagem ao ar, onde as condições podem ser propícias ao desenvolvimento dos fungos, a madeira serrada deve ser banhada logo após a produção com fungicidas licenciados pelo IBAMA. Esse banho dá uma proteção temporária e não dispensa a secagem da madeira, a qual deve ser feita de maneira adequada em pilhas ou varais de modo que a umidade de 20% seja atingida no menor prazo possível.

## Secagem da madeira serrada

435

A madeira recém abatida, especialmente de *Pinus*, contém grande quantidade de água. Essa água além de aumentar sobremaneira o peso da madeira, impede que ela seja colada, lixada, envernizada ou pintada adequadamente. Por isso, para a maioria dos usos, a madeira deve ser seca para ser utilizada adequadamente. A secagem pode ser feita ao ar livre ou em estufas.

A secagem ao ar livre do *Pinus* deve ser feita o mais rápido possível para reduzir o risco do aparecimento e desenvolvimento de manchas de fungos, pois o banho com fungicida tem seu efeito reduzido com o passar do tempo e com a ocorrência de chuvas. A velocidade de secagem ao ar depende de uma série de fatores, tais como temperatura, umidade relativa, ventilação, exposição ao sol. É evidente que a temperatura e o vento não podem ser alterados, contudo é possível melhorar a exposição e a ventilação através de técnicas adequadas. A exposição da madeira serrada em varais, comumente chamado de tesoura, em geral apresenta secagem bem mais rápida do que quando a madeira é entabocada. A secagem ao ar tem sido bastante utilizada pelas serrarias de *Pinus* no Brasil, principalmente pelas serrarias médias ou pequenas.