

Como crescem  
os *Pinus*

3



A aptidão de determinada madeira para fins comerciais está diretamente correlacionada com a sua composição química, estrutura e organização dos elementos celulares do lenho, que determinam suas propriedades.

Dentre as partes componentes de um vegetal de porte arbóreo (sistema radicular, caule, ramos e folhas), sob o aspecto industrial, o caule é aquele de maior interesse. O caule ou tronco é composto de cerne, alburno, câmbio e casca.

A madeira é uma substância organizada que constitui as partes sólidas do caule, galhos e raiz. É formada por um arranjo celular que varia dentro e entre espécies.

Os parâmetros que podem ser utilizados na determinação da qualidade da madeira e, portanto, na sua adequação para determinado uso ou a sua capacidade para preencher os requisitos necessários à fabricação de um produto, podem ser assim classificados:

- **Físicos:** densidade, coloração, textura, comprimento de fibras.
- **Químicos:** extrativos, teores de homocelulose, lignina.

Existem também aspectos relacionados com fatores climáticos (temperatura, luminosidade, precipitação, teor de água no solo); edáficos (compactação, textura, nutrientes e declividade do solo) e poluição, que são componentes que podem influenciar na sua utilização.

A indicação dos diferentes elementos componentes de caule do *Pinus*, em secção transversal é apresentada na **FIGURA 13**.

## As fibras da madeira **3.1**

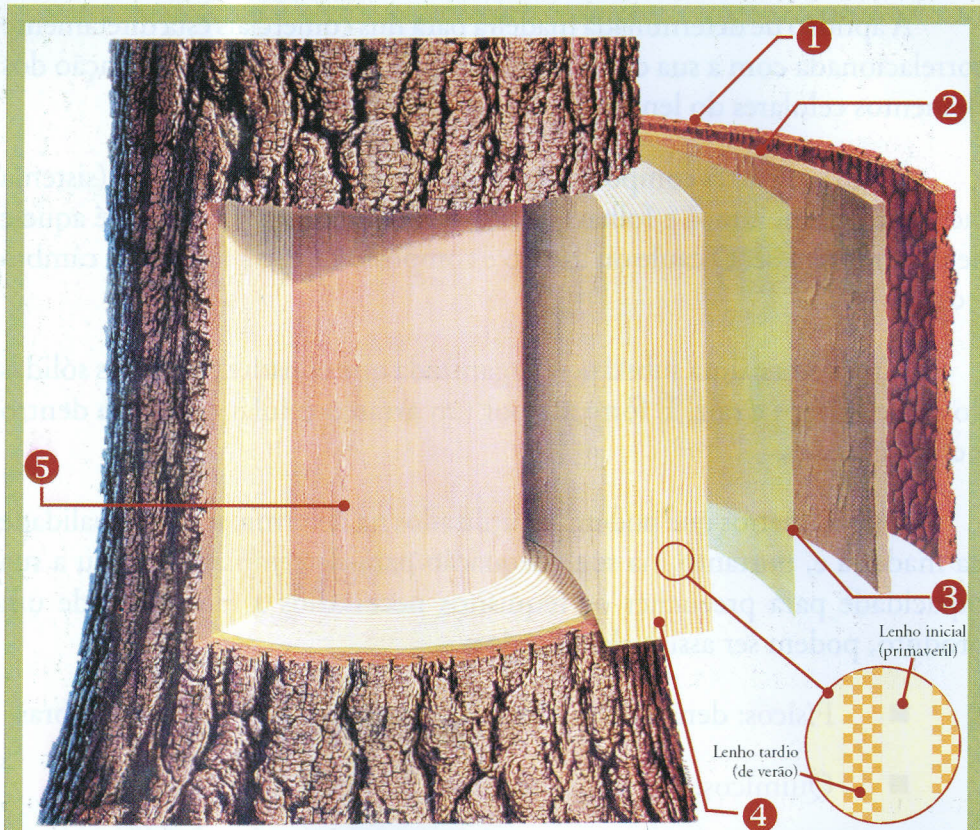
A madeira de *Pinus* é composta principalmente por células estreitas e longas chamadas traqueídeos que constituem cerca de 93% do volume do tecido da madeira.

Em regiões de clima com estações bem definidas ocorre uma condição de crescimento determinada pela abundância de luz, calor e água, geralmente primavera e verão, seguido de sua diminuição drástica no outono e inverno. Desta maneira originam-se os anéis ou camadas de crescimento, claramente definidos nas madeiras de *Pinus*. A madeira formada no início do período de crescimento recebe o nome de inicial ou primaveril. Aquela formada no final do período de crescimento é a denominada tardia.

As características mais importantes das fibras ou traqueídeos estão esquematicamente indicadas na **FIGURA 14**.

FIGURA 13

Elementos componentes do caule de *Pinus*.



1 - A **casca externa** é a proteção da árvore contra o mundo exterior. Continuamente renovada por dentro, ela evita o excesso de umidade durante as chuvas e a perda de umidade quando o ambiente está seco. Isola contra o calor e o frio e protege dos insetos daninhos.

2 - A **casca interna** ou floema é o sistema de tubos pelos quais o alimento é transportado das folhas para o resto da árvore. Ela tem vida breve, transformando-se em cortiça, tornando-se parte da casca externa.

3 - A **camada celular do câmbio** é onde ocorre o crescimento do tronco através da divisão celular. Ela produz ao mesmo tempo casca e madeira novas, em resposta a hormônios que atravessam o floema com a seiva elaborada das folhas. Esses hormônios chamados de auxinas têm o poder de estimular o crescimento das células.

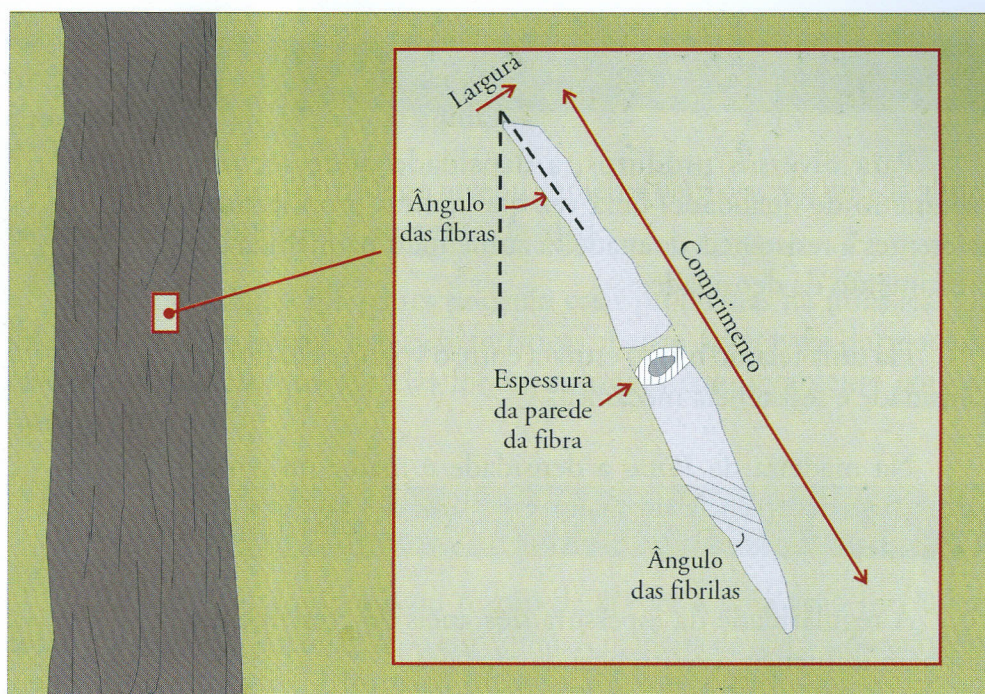
4 - **Alburno** (ou brancal) é o sistema tubular para transportar água das raízes para as folhas. Alburno é madeira nova: enquanto são produzidos novos anéis de alburno na parte externa do tronco, as células de suas partes mais internas morrem e se transformam em cerne.

5 - **Cerne** é o cilindro central que dá sustentação à árvore, sendo em muitos casos tão resistente quanto o aço, é formado por um sistema de fibras celulósicas tubulares unidas por uma cola natural denominada lignina. Apesar de não estar vivo, o cerne não apodrece nem perde a resistência enquanto as camadas externas estiverem intactas.

Adaptado de St. Regis Paper Company (1969).

FIGURA 14

Características das fibras da madeira.



Adaptado de Björklund & Lidfeldt (1994).

É importante a caracterização das fibras nestas condições de crescimento que, na madeira primaveril apresentam paredes mais finas, diâmetro maior e comprimento menor que as do lenho tardio e, conseqüentemente, densidade menor. A porcentagem de madeira primaveril aumenta com o acréscimo da altura na árvore e diminui com o aumento da idade.

A proporção entre as madeiras de crescimento inicial e tardio tem influência sobre muitas de suas propriedades. Podem criar problemas na utilização da madeira em decorrência das características menos favoráveis da madeira primaveril e também quando forem utilizadas conjuntamente em um mesmo produto.

## Umidade 3.2

Toda a madeira tem umidade e seu teor é muito importante no que se refere à sua utilização.

A maior parte da umidade deve ser removida para que a madeira, quando em uso, tenha desempenho satisfatório. Quanto maior for o teor de umidade, maior será o tempo de secagem. Madeira com excesso de umidade não pode ser colada, lixada, envernizada ou pintada adequadamente.

A madeira ganha e perde umidade por ser um material higroscópico. Quando a umidade da madeira está em equilíbrio com a umidade relativa e a temperatura do ar estabelece-se a Umidade de Equilíbrio da Madeira.

## Densidade

Para diversos produtos, a densidade pode ser um parâmetro de qualidade, uma vez que muitas propriedades referentes à resistência da madeira aumentam na medida do crescimento da densidade.

Há uma relação muito estreita entre o volume das fibras, densidade e resistência mecânica.

Na madeira de *Pinus* a densidade é maior no lenho tardio, em decorrência da maior espessura das paredes dos traqueídeos.

A regularidade da espessura dos anéis de crescimento também influencia a resistência da madeira.

## Cerne e alburno

A proporção entre o alburno e cerne é função principalmente da idade, sendo que nas árvores mais jovens o caule é basicamente constituído de alburno, isto é, células vivas que são responsáveis pela condução da seiva e outras atividades associadas com o armazenamento de substâncias.

Após certo período, que varia de acordo com as espécies e condições de crescimento, verifica-se a morte do protoplasma das células, dando origem à formação do cerne. Observa-se, pois, que a parte mais interna do alburno vai se transformando em cerne, devido à perda da atividade fisiológica.

O cerne apresenta-se geralmente de cor mais escura que o alburno, em decorrência das transformações dos compostos químicos existente no lenho. Possui permeabilidade mais baixa, resistência natural mais elevada e densidade ligeiramente mais alta.

## Madeira juvenil e madeira adulta

A madeira juvenil é aquela formada pelos primeiros anéis de crescimento, isto é, nos primeiros anos, diferenciando

daquela formada mais tarde, no que se refere à densidade, comprimento da fibra e ângulo das fibrilas. A madeira juvenil é menos densa, menos resistente e menos estável que a madeira adulta.

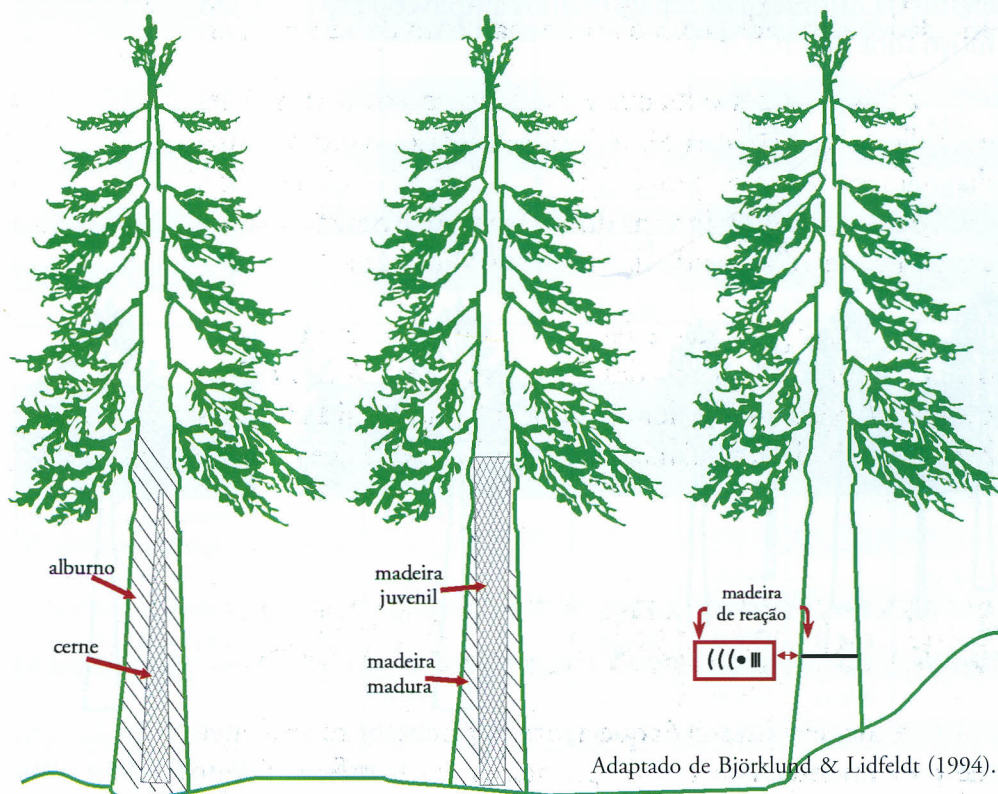
A porcentagem de madeira juvenil aumenta com o acréscimo da altura na árvore e diminui com o aumento da idade.

As propriedades diferentes poderão criar problemas na utilização da madeira em decorrência das características menos favoráveis da madeira juvenil e, também, quando elas forem utilizadas conjuntamente em um mesmo produto.

## Madeira de reação 3.6

Constitui uma resposta ou reação da árvore a uma ação mecânica, como por exemplo, inclinação ou curvatura. A madeira de reação, ou também lenho de compressão, é formada quando a árvore é tortuosa, cresce em locais montanhosos, estando sujeita a ventos direcionados ou na bordadura de talhões.

A madeira de reação caracteriza-se pela formação de fibras curtas com paredes finas e ângulo das fibrilas bastante grandes, provocando contração longitudinal maior que o normal. Tais características causam problemas quando uma madeira normal é usada conjuntamente com a de reação em um mesmo produto. Neste caso tendem a empenar e a torcer de forma bastante intensa.



**FIGURA 15**  
Posição do cerne e alburno; madeira juvenil e madura; madeira de reação.

### 3.7

## A influência das técnicas silviculturais nas propriedades da madeira

O manejo silvicultural significa um investimento na produção da madeira que o mercado procura.

As principais propriedades nas quais a aplicação de técnicas silviculturais pode ter influência são citadas a seguir:

### 3.7.1

#### Conicidade

O *taper* ou a conicidade da árvore expressa a diminuição do diâmetro na medida em que aumenta sua altura. Índices pequenos de conicidade são ideais para a obtenção de determinados produtos, como por exemplo, tábuas para construção e compensados.

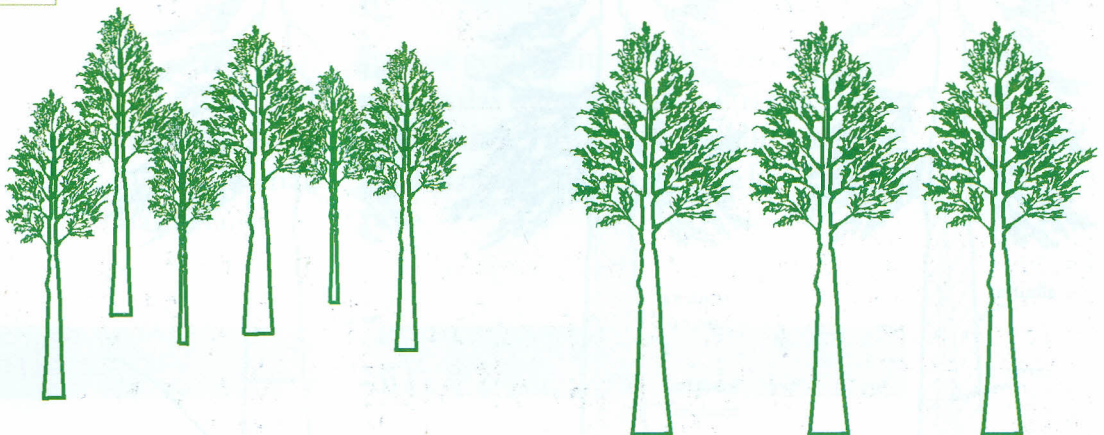
### 3.7.2

#### Os efeitos do espaçamento

A decisão sobre o espaçamento a ser adotado constitui a primeira prática silvicultural que poderá vir a influenciar nas propriedades da futura árvore. De maneira simplificada, os efeitos da utilização de espaçamentos amplos ou estreitos, são mostrados na **FIGURA 16**.

**FIGURA 16**

Efeitos na utilização de espaçamentos amplos ou estreitos.



Adaptado de Björklund & Lidfeldt (1994).

Os desbastes devem ser encarados mais como um investimento. Seu principal aspecto silvicultural é permitir que as árvores remanescentes continuem a crescer. Dependendo do regime de desbaste aplicado, um talhão pronto para o corte final será constituído de muitas árvores com troncos finos ou poucas árvores, mas com diâmetros maiores.

As principais características dos atributos para avaliação da qualidade da madeira de *Pinus*, especificamente aqueles referentes à densidade, comprimento e largura das fibras para diferentes espécies e regiões, são apresentadas nas TABELAS 1 a 3.

Espécie	Densidade Básica (g/m <sup>3</sup> )	Dimensões da Fibra			
		C	L	DL	E
Pch	0,393	4,14	48,2	29,6	9,3
Pk	0,441	4,53	49,9	31,3	9,3
Po	0,455	4,27	53,1	34,9	9,1
Pe	0,464	3,86	45,8	28,2	8,8

Pch = *P. caribaea* var. *bondurensis*  
 Pk = *P. kesiya*  
 Po = *P. oocarpa*  
 Pe = *P. elliottii*

C = comprimento (mm)  
 DL = diâmetro do lúmen (µm)  
 L = largura (µm)  
 E = espessura da parede (µm)

Fonte: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - IPEF (1977).

TABELA 1

Valores da densidade básica e dimensão das fibras de espécies de *Pinus* (idade 10-12 anos).

Idade (anos)	Regiões				
	Capão Bonito (SP)	Itapetininga (SP)	Campos Jordão (SP)	Monte Alegre (PR)	S. Francisco Paula (RS)
6	0,390	-	-	-	0,334
7	-	-	-	0,370	-
8	-	0,455	0,356	0,406	0,345
9	-	-	-	-	0,334
10	0,424	0,473	0,302	-	0,385
11	-	-	-	0,420	0,361
12	-	0,502	0,391	0,467	-
13	0,452	-	-	0,479	0,364
14	0,452	-	0,420	0,442	-

Fonte: Slooten et al. (1976).

TABELA 2

Variação da densidade básica média (g/cm<sup>3</sup>) de *P. elliottii* em idade e regiões Sul e Sudeste do Brasil.

Espécie	Idade						
	5	6	7	10	12	13	14
<i>P. caribaea bahamensis</i>	-	0,369	-	-	-	-	-
<i>P. caribaea caribaea</i>	0,371	-	-	-	-	-	-
<i>P. caribaea hondurensis</i>	-	0,389	-	-	0,440	-	0,463
<i>P. elliottii</i> var. <i>densa</i>	-	0,370	-	-	0,467	-	-
<i>P. elliottii</i> var. <i>elliottii</i>	-	-	-	0,498	0,473	0,523	-
<i>P. kesiya</i>	-	-	0,379	-	0,414	-	0,414
<i>P. oocarpa</i>	-	0,413	-	-	0,457	0,499	-
<i>P. patula</i>	-	0,381	-	-	0,408	-	0,473

Fonte: Amaral et al. (1977).

TABELA 3

Variação da densidade básica da madeira de espécies de *Pinus* em função da idade, na região de Agudos-SP.