

## INFLUÊNCIA DA IDADE EM *Pinus taeda* SOBRE A QUALIDADE DE MADEIRA PARA PRODUÇÃO DE CELULOSE

Carlos José Mendes\*

### APRESENTAÇÃO

A Papel e Celulose Catarinense S/A é uma empresa do Grupo Klabin e tem produção integrada de papel Kraft natural e branqueado, celulose Fluff, sacos de papel multifoliados de papel Kraft e envelopes.

A produção atual de celulose é 121.000 ton/ano.

Para entender esta produção de celulose, a área florestal da empresa produz madeira de *Pinus*, buscando atingir os seguintes objetivos:

- Qualidade
- Quantidade
- Custo baixo

### ESTUDO DE PROGRAMA PARA ABASTECIMENTO DA FÁBRICA

Foi desenvolvido o estudo para abastecimento, buscando atingir os objetivos propostos, contando com uma base de dados históricos da empresa.

#### Base de Dados para Programação

**Quadro 1** – Dados históricos de programação da PCC em peso verde, consistência e casca (*Pinus*).

Idade	Peso Verde (1m <sup>3</sup> )	Consistência(%)	Casca (%)
09	0,918 ton	35	12,5
12	0,928 ton	37	10,0
16	0,940 ton	39	8,5
20	0,951 ton	41	7,0

Fonte: ROORDA, 1987

#### Rendimento da Madeira

- *Pinus taeda* com casca

- 1 ton CKN = 1/ Rendimento Fibra X Consistência X %

Casca X Peso Madeira c/c/ X Umidade da Celulose.

. Rendimento de Fibra = 0,42

. Umidade da Celulose = 10%

\* Engº Florestal – Papel e Celulose Catarinense S/A – BR 116 Km 218 – 88535-000 – Correia Pinto, SC

**QUADRO 2** – Relação tonelada celulose Kraft natural e tonelada madeira a diferentes idades.

<b>Idade</b>	<b>Ton Madeira / Ton CKN</b>
09	6,81 m <sup>3</sup> c/c
12	6,20 m <sup>3</sup> c/c
16	5,71 m <sup>3</sup> c/c
20	5,28 m <sup>3</sup> c/c

20/09 = 28,9%

## **ESTUDO PARA PRODUÇÃO DE MADEIRA EM CICLO LONGO**

A partir dos resultados positivos no rendimento da madeira com uso de madeira de maiores idades, desenvolveu-se um estudo para verificar a viabilidade da condução de florestas em regime de corte raso com um único ciclo de corte.

O resumo das conclusões pode ser sintetizado nas vantagens e desvantagens do sistema.

### **Desvantagens do Sistema**

- Menor flexibilidade na programação do suprimento.

No caso de desbastes pode-se mudar o ciclo, com maiores intervenções;

- Menor utilização para o uso múltiplo da floresta.

Mesmo com volumes iguais ou maiores, florestas sem desbastes tem em média árvores com diâmetros menores;

- Sem retorno intermediário do capital investido;

- Pior desrama natural;

- Maior probabilidade de ataque da Vespa-da-Madeira.

Deve-se manter um bom monitoramento das florestas e, se necessário, controle biológico.

### **Vantagens**

- Concentração das equipes de trabalho na exploração, serviços mecanizados, manutenção mecânica e administração;

- Diminuição no custo de mão-de-obra em corte raso, decorrente do aumento de produtividade;

- Possibilidade de maior uso da mecanização nas operações de exploração e transporte florestal;

- Melhor utilização das estradas e ramais;

- Menor exportação de nutrientes;

Na madeira juvenil, há uma maior porcentagem de nutrientes pela fitomassa produzida.

Considerando o total de madeira produzida, em um determinado ciclo, utilizando o sistema de desbaste e o sistema de corte raso, terá no final uma exportação maior de nutrientes para uma mesma produção de madeira o primeiro sistema.

**QUADRO 3** – Nutrientes exportados pelo tronco (madeira e casca) em diferentes espécies com 7 anos de idade, extrapolada para 100 anos, correspondendo a 14 rotações e com 22 anos, correspondendo a 4,5 rotações (kg de nutrientes/ton fitomassa).

Espécie	Idade	N	P	K	Ca	Mg
<b>P. patula</b>	07	18,6	1,7	8,8	16,2	4,2
<b>P. patula</b>	22	9,1	0,8	4,3	7,7	2,1
<b>Cupressus lusitanica</b>	07	12,0	1,2	10,5	29,9	1,8
<b>Cupressus lusitanica</b>	22	8,4	0,8	7,0	21,0	2,0

Fonte: KRAPPENBAUER, 1986

- Manejo adequado do solo

Com menores intervenções na floresta, há uma menor compactação, erosão e lixiviação dos nutrientes.

- Qualidade de madeira

. Consistência

. Qualidade da fibra

. Teor de hemicelulose

## ESTUDO DA QUALIDADE DA MADEIRA

### Objetivos

- Determinar e comprovar as características da qualidade da madeira de *Pinus taeda* em diferentes idades;

- Verificar os rendimentos e qualidade da celulose obtida;

- Correlacionar as características de celulose com a madeira a ser produzida.

### Material

Para realização deste estudo utilizaram-se árvores de *Pinus taeda* com 8, 10, 12, 14, 16, 18 e 20 anos de idade, procedentes de reflorestamento do Papel e Celulose Catarinense S.A., em Correia Pinto-SC, em uma situação geográfica correspondente a 27° 34' lat. Sul, 50° 22' long. oeste e altitude de 850m. As amostras de 8, 10, 12, 14 e 16 anos não sofreram desbaste e o plantio inicial foi no espaçamento de 2,0 x 2,5 (2.000 árvores/ha).

A amostra de 18 anos sofreu desbastes aos 8 (46%), 11 (44%) e aos 15 com 40% da população remanescente, num total de 82% da população inicial. A amostra de 20 anos

sofreu desbaste aos 9 (46%), 12 (44%) e aos 19 anos com 40%, ficando 18% da população inicial, ou seja, 360 árvores/ha.

## **Método**

### **Densidade Básica**

Para determinação da densidade básica a diferentes alturas, foram retirados discos na base, DAP, 25, 50, 75 e 100 (%) da altura comercial (HC).

Foram analisadas as densidades básicas da madeira com casca, denominada de densidade básica total (DbT), da madeira sem casca (DbM) e densidade da casca (DbC), como também as porcentagens de casca em peso (%Cp) e em volume (%Cv).

DAP = Diâmetro à Altura do Peito = 1,30 m

### **Volume Comercial Individual**

O volume comercial individual das árvores foi determinado utilizando a seguinte expressão:

$$V = \frac{3,1416}{8} 0,25 Hc (D_1^2 + D_5^2 + 2 (D_2^2 + D_3^2 + D_4^2))$$

Onde:

V = Volume sólido

Hc = Altura comercial

D = Diâmetro nos pontos base, 25, 50, 75 e 100% da Hc, correspondendo a D<sub>1</sub>, ....., D<sub>5</sub>, respectivamente.

### **Produção de Celulose**

Para cada tratamento foram descascadas as toras e picadas em picador de discos observando a porcentagem de rejeitos e finos para cada tratamento. O material considerado rejeito é a fração que não atravessou a tela de abertura 1 ¼” da peneira de processo e o material considerado é o que atravessou a tela de abertura 3/16”.

Os cavacos aceitos foram homogeneizados e separada uma fração para determinação da composição química. Para a realização destes ensaios, os cavacos foram transformados em serragem.

Determinação dos extrativos totais foi feita apoiando-se nas normas da ABCP e TAPPI, através da seguinte seqüência:

- Diclorometano
- Etanol – Tolueno
- Etanol
- Água quente

A determinação de lignina foi executada através da Norma ABCP M 10/71. O teor de holocelulose foi obtido por diferença total.

- Teor holocelulose = Peso Total – (lignina + extrativos totais).

O restante do material foi classificado em classificador de cavacos (Willians Standard Pulping Test Aparatum), onde a fração retida sobre tela de 5/8” foi separada para a produção de celulose.

Para cada tratamento foram efetuados dois cozimentos laboratoriais com os seguintes parâmetros:

- Álcali Ativo	: 20% (como NaOH)
- Sulfidez	: 28%
- Relação licor/madeira	: 4 litros / kg
- Temperatura máxima	: 174°C
- Temperatura até temperatura máxima	: 70 minutos
- Carga de cavacos	: 40 minutos
- Digestor modelo AU/EA 20 – Regmed	: 2.200 a.s.

Após o cozimento as polpas foram lavadas e desintegradas mecanicamente (Desintegrador D-3000 – Regmed) durante um minuto.

Após desintegrada a massa, a mesma foi depurada (Depurador Allis – Chalmers Modelo 3311 com placas ranhuradas) e calculado o rendimento depurado, teor de rejeitos e determinações de nº KAPPA conforme norma ABCP C 5/69.

Foi determinada ainda, a classificação de fibras (classificador Clark Pulp Classifier M-46), °SR inicial conforme normas ABCP e TAPPI.

A refinação da polpa depurada foi efetuada em Holandeza (refinador Regmed Tipo HU-10), onde se verificou a curva de moagem para todos os tratamentos. Com a polpa refinada, foram preparadas folhas de 80 g/m<sup>2</sup> para testes, no formador e secadas em secador de folhas para serem submetidas aos seguintes testes:

- a – Comprimento de auto-ruptura (m)
  - b – Resistência ao estouro Kpa
  - c – Resistência ao rasgo (mN)
  - d – Peso específico aparente (g/cm<sup>3</sup>)
  - e – Volume específico aparente (cm<sup>3</sup>/g)
- Realizados conforme normas ABCP.

No licor negro residual foi determinado o teor Álcali Ativo residual conforme TAPPI Routine Control Methods – 287%, sólidos totais e sólidos orgânicos conforme norma TAPPI.

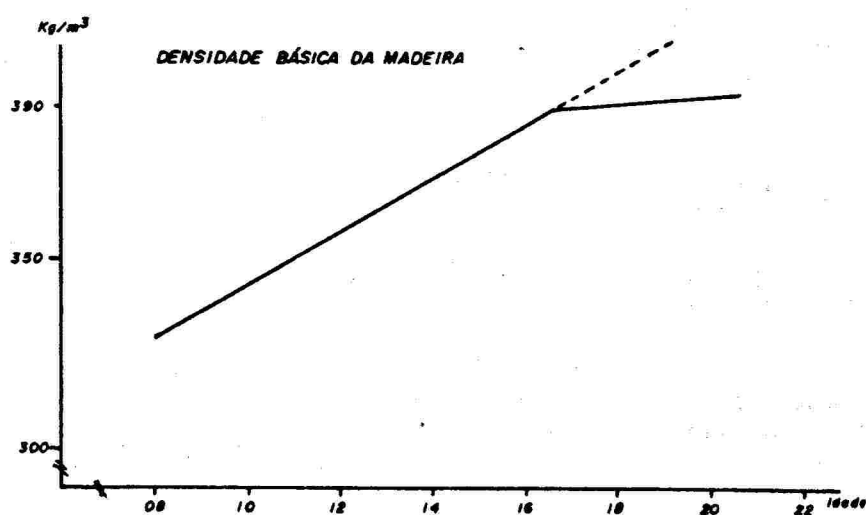
## **Resultados e Discussão**

### **Densidade Básica**

**Quadro 4** – Resultados da densidade básica da madeira com casca (DBt), densidade básica da madeira (DBm), densidade básica de casca (DBc), volume individual com casca (V c/c) e volume individual sem casca (V s/c).

Idade (anos)	DBt	DBm		DBc	D DAP
		(g/cm <sup>3</sup> )			
08	0,322	0,332	0,255	0,381	
10	0,339	0,349	0,264	0,383	
12	0,342	0,351	0,285	0,384	
14	0,359	0,367	0,304	0,385	
16	0,377	0,389	0,293	0,408	
18	0,357	0,388	0,297	0,437	
20	0,383	0,396	0,301	0,460	

Os valores de densidade básica tiveram um aumento gradativo e linear nas amostras de 8 aos 16 anos de povoamento sem desbaste. Os valores das amostras de 18 e 20 anos ficaram praticamente iguais ao da de 16 anos.



**Gráfico 1:** Evolução da Densidade Básica da Madeira de *Pinus taeda* em diferentes idades:

**Volume Individual e % Casca**

**QUADRO 5:** Resultados do volume individual com casca (V c/c), volume individual sem casca (V s/c), porcentagem de casca em volume (% CV).

V c/c (m <sup>3</sup> )	V s/c (m <sup>3</sup> )	(% Cp)	(% Cv)
0,188	0,161	11,75	14,47
0,316	0,277	9,99	12,77
0,334	0,289	11,12	13,50
0,518	0,445	12,17	14,07
0,577	0,501	10,57	13,34
1,150	0,990	11,09	13,95
1,130	0,986	9,97	12,75

Os resultados do volume individual mostram o crescimento das plantas com a idade e o grande aumento individual nas idades 18 e 20 anos, com a execução de desbastes melhorando a qualidade de peças.

A porcentagem de casca mostrou tendência de crescimento.

#### **Correlações de Diâmetro da Base, no DAP e Altura Comercial**

**QUADRO 6:** Variação do diâmetro da base da árvore e o DAP, e altura comercial (Hc).

Idade	Diâmetro (cm)		Altura Comercial (m)
	Base	DAP	
08	23,00	18,04	8,68
10	23,40	19,94	13,56
12	23,94	20,92	13,30
14	26,10	23,60	16,66
16	27,04	24,36	18,44
18	35,65	30,40	20,40
20	35,16	30,52	21,26

O comportamento do diâmetro teve a mesma influência da execução dos desbastes (18 e 20 anos). Já para a altura comercial, a variação foi gradual e linear.

#### **Celulose e Papel**

**a** – Cavaco

**QUADRO 7** – Densidade aparente da madeira, % de aceita, % de rejeitos e % finos apresentados a classificação dos cavacos em peneira de processo.

<b>Idade</b>	<b>Densidade Aparente (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>% Aceita</b>	<b>% Rejeitos</b>	<b>% Finos</b>
08	0,777	97,6	0,9	1,5
10	0,813	96,1	2,3	1,6
12	0,826	95,4	2,8	,8
14	0,824	97,1	1,4	1,5
16	0,863	96,7	1,7	1,6
18	0,817	95,9	2,8	1,3
20	0,828	96,6	2,1	1,3

Fonte: SCHMITT, 1988

**b** – Rendimento, Rejeitos, n° KAPPA

**QUADRO 8** – Porcentuais de rendimento, rejeitos e n° KAPPA

<b>Idade</b>	<b>% Rend. Depurado</b>	<b>% Rejeitos</b>	<b>n° KAPPA</b>
08	46,6	0,47	49
10	48,4	0,49	54
12	47,4	0,37	59
14	46,9	0,39	50
16	47,1	0,48	46
18	46,5	1,36	49
20	48,3	0,75	52

Fonte: SCHMITT, 1988

Não apresentam diferenças significativas os valores apresentados.

**c** – Tempo de moagem

**QUADRO 9** – Tempo de moagem (min.)

<b>Idade</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>40</b>
08	7,5	11,5	13,2
10	6,5	10,0	13,0
12	8,0	11,5	14,5
14	6,0	10,0	11,0
16	5,0	8,8	10,2
18	6,5	10,0	12,5
20	7,7	10,8	12,5

Fonte: SCHMITT, 1988



**d – Teor de holocelulose, lignina e extrativos****QUADRO 10 – Teor de holocelulose, lignina e extrativos**

<b>Idade</b>	<b>% Holocelulose</b>	<b>% Lignina</b>	<b>% Extrativos</b>
08	67,37	28,26	4,38
10	69,10	29,22	1,68
12	65,85	28,83	5,33
14	68,56	27,98	3,46
16	70,02	26,96	3,02
18	66,43	27,75	5,83
20	67,23	26,66	6,12

Fonte: SCHMITT, 1988

**e – Ensaio físicos – mecânicos****QUADRO 11 – Valores relativos aos ensaios físicos-mecânicos**

<b>Idade</b>	<b>°SR</b>	<b>Ruptura M</b>	<b>Rasgo mN</b>	<b>Estouro KPa</b>	<b>Peso Específico (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Vol. Espec. cm<sup>3</sup>/g</b>
08	20	9.972	1.076	704	0,732	1,366
	30	10.120	1.007	743	0,763	1,311
	40	10.635	933	771	0,789	1,267
10	20	9.835	1.278	644	0,734	1,362
	30	9.925	1.172	686	0,763	1,311
	40	10.688	1.100	699	0,785	1,267
12	20	8.526	1.088	676	0,747	1,339
	30	9.115	1.049	710	0,782	1,279
	40	9.562	961	731	0,792	1,263
14	20	8.926	1.157	698	0,702	1,424
	30	10.472	1.116	741	0,722	1,385
	40	10.519	1.083	747	0,721	1,387
16	20	9.160	1.189	683	0,680	1,371
	30	9.330	1.121	698	0,721	1,387
	40	10.660	1.109	703	0,719	1,391
18	20	8.934	1.342	648	0,703	1,422
	30	9.025	1.262	669	0,714	1,401
	40	9.133	1.122	683	0,728	1,374
20	20	7.696	1.321	625	0,683	1,464
	30	9.148	1.243	640	0,689	1,451
	40	9.570	1.187	650	0,688	1,453

Fonte: SCHMITT, 1988

## Influência da Idade na Produção de Celulose

**QUADRO 12** – Produção de celulose por cozimento em função da densidade básica e da idade da madeira.

<b>Idade</b>	<b>Densidade Básica</b>	<b>Peso de Cavacos a.s./coz.</b>	<b>Ton. De Celulose a.s./coz.</b>
08	0,332	16,600	7,736
10	0,349	17,450	8,446
12	0,351	17,550	8,319
14	0,367	18,350	8,606
16	0,389	19,450	9,161
18	0,389	19,400	9,021
20	0,396	19,800	9,563

\* Considerando carga de 50m<sup>3</sup> sólido madeira/coz.

A utilização de madeira de 20 anos, quando comparada com 08 anos, apresenta um ganho de 24% de produção de celulose.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

KRAPFENBAUER, A. Reflexões sobre a produtividade de florestas tropicais e subtropicais, Brasil, s.i., 1986.

ROORDA, J.W. **Programa de suprimento de madeira de *Pinus* para a fábrica da PCC durante após a fase da proposta de expansão.** Correia Pinto, PCC, 1987.

SCHMITT, A.R.A. **Qualidade da madeira e da celulose de *Pinus taeda* a diferentes idades.** Correia Pinto, PCC, 1988. 22p.