

# VARIAÇÕES DAS CARACTERÍSTICAS DA MADEIRA E PROPRIEDADES DA CELULOSE SULFATO DE *Pinus oocarpa* EM FUNÇÃO DA IDADE DO POVOAMENTO FLORESTAL

Celso Edmundo Bochetti Foelkel\*  
Luiz Ernesto George Barrichelo\*  
Alina Célia Banzatto do Amaral\*\*  
Celina Ferraz do Valle\*\*\*

## SUMMARY

The purpose of this investigation was the study of the variation on wood characteristics and sulfate pulp properties from ***Pinus oocarpa*** with the aging of the forest stands. Increasing on the following properties were observed with aging: fiber length, cell wall thickness, wood density, pulp yields, tensile, burst and tear pulp strengths.

## 1. INTRODUÇÃO

Diante da crescente escassez de madeiras de fibras longas em nosso meio, estudos vêm sendo desenvolvidos no sentido de se implantarem povoamentos florestais de coníferas exóticas de rápido crescimento e adaptadas a solos pobres, impróprios à agricultura. Dentre as espécies do gênero ***Pinus*** que vêm sendo utilizadas para este fim em regiões de clima tropical, ***Pinus oocarpa*** vem se destacando pelo seu excelente ritmo de crescimento e suas ótimas qualidades silviculturais, tais como, árvores de boa forma e vigor, desrama natural fácil, copa leve e ramos finos, etc.

O presente trabalho se propõe a investigar a variação das características da madeira e propriedades da celulose sulfato obtida de ***Pinus oocarpa*** em função da idade da madeira.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Em virtude dos problemas encontrados na produção de celulose de ***Pinus*** sp a baixos valores de pH, sua madeira é usualmente processada por métodos alcalinos, especialmente pelo processo sulfato ou Kraft. Celulose Kraft de ***Pinus*** representa atualmente a maior porcentagem das celuloses químicas produzidas no mundo.

A literatura é rica em artigos referentes à obtenção de celulose a partir de muitas espécies do gênero, entretanto, muito pouco existe publicado acerca das chamadas espécies de ***Pinus*** tropicais. Alguns estudos de produção de celulose sulfato de espécies de coníferas de rápido crescimento em regiões tropicais e sub-tropicais têm sido realizados pelo Tropical Products Institute, na Inglaterra. Dois membros desta instituição, (PALMER & GIBBS, 1967-71) estudaram intensivamente as características da celulose sulfato de ***Pinus caribaea***

---

\* Departamento de Silvicultura - ESALQ-USP

\*\* Bolsista da FAPESP

\*\*\* Aluna do Curso de Engenharia Florestal - ESALQ-USP

de diferentes regiões tropicais do mundo. Dentre suas conclusões mais importantes, os autores afirmaram que **Pinus caribaea** deverá fornecer, em condições comerciais, celuloses ligeiramente inferiores às celuloses comerciais norte-americanas e canadenses obtidas de outras espécies de **Pinus**.

Em estudo bastante longo, (PALMER & TABB, 1968) mostraram que os pinos tropicais produziam celuloses com piores qualidades de ligação entre fibras que as espécies de regiões temperadas, apresentando portanto, resistências ao arrebentamento e à tração inferiores. Entretanto os autores verificaram alta resistência ao rasgo, o que torna estes pinos valiosos como componentes em misturas de celulose. Neste mesmo artigo é que foi encontrada a única referência sobre celulose de **Pinus oocarpa**, amostrado no caso, nas Honduras Britânicas. Os resultados a 300 ml de «freeness» canadense foram considerados bastante promissores, pois um índice de rasgo de 195 foi obtido, enquanto o índice de arrebentamento foi igual a 67 e o comprimento de auto ruptura 8,8 quilômetros. A idade das árvores não foi fornecida no trabalho.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Material**

Os materiais de **Pinus oocarpa** constituíram-se de madeiras provenientes de povoamentos artificiais implantados na região de Agudos -S. P. e com 6, 12 e 13 anos de idade. Dez árvores foram abatidas por idade e destas foram retirados discos de 2. em 2 metros, com aproximadamente 2 cm de espessura. A seguir os discos foram descascados e reduzidos manualmente a cavacos que sofreram secagem natural ao ar.

#### **3.2. Método**

##### **3.2.1. Determinação das dimensões das fibras**

Amostras representativas e obtidas de cada um dos lotes de cavacos foram maceradas e a seguir preparam-se lâminas para as medições das seguintes dimensões celulares: comprimento e largura da fibra, diâmetro do lúmen e espessura da parede celular.

##### **3.2.2. Determinação da densidade básica das madeiras**

Quando do abate das árvores foram retirados ao nível do DAP, amostras com o auxílio de uma sonda de Pressler. Estas pequenas amostras de madeira prestaram-se à determinação da densidade básica através o uso do método do máximo teor de umidade. (FOELKEL; BRASIL & BARRICHELO, 1971) .Determinaram-se densidades das madeiras em suas formas naturais e também livres de extrativos.

##### **3.2.3. Produção de Celulose**

Foi utilizado o processo alcalino sulfato. Três cozimentos foram realizados por idade com a finalidade de se obter celulose a diferentes graus de deslignificação. As seguintes condições de cozimento foram adotadas:

Alcali ativo: 17,0; 18.5 e 20%

Sulfidez: 30%  
Relação licor/madeira: 4:1  
Temperatura máxima: 170°C  
Tempo até temperatura máxima: 1,5 hs.  
Tempo à temperatura máxima: 1,0 h.

O equivalente a 300 gramas de madeira absolutamente seca foi digerida em cada cozimento. As celuloses obtidas foram lavadas, depuradas e procedeu-se a seguir a determinação de rendimentos, teores de rejeitos e números de permanganato. Posteriormente, através de interpolação gráfica procurou-se expressar rendimentos brutos e depurados e teores de rejeitos a um grau de deslignificação constante, equivalente a um número de permanganato igual a 23,5. Tal procedimento foi realizado para fins de comparações destas propriedades entre as três idades de árvores estudadas.

### **3.2.4. Refinação e ensaios físico-mecânicos das celuloses**

As celuloses foram refinadas em moinho Jokro a cinco tempos de moagem, incluindo o tempo zero minutos. A consistência de refinação foi de 5% .A seguir foram preparadas folhas de gramatura aproximadamente 60 g/m<sup>2</sup> em formador de folhas e secador tipo Koethen Rapid. Os resultados físico-mecânicos foram calculados segundo a norma TAPPI T<sub>220m-80</sub> (TAPPI Technical Association of the Pulp and Paper Industry). As seguintes propriedades foram determinadas:

- resistência à tração: expressa em comprimento de auto-ruptura (quilômetros).
- esticamento: expresso em porcentagem de esticamento.
- resistência ao arrebentamento: expressa pelo índice de arrebentamento.
- resistência ao rasgo: expressa pelo índice de rasgo.
- peso específico aparente das folhas: expresso em gramas por centímetro cúbico.

Obtidos os valores das propriedades para cada celulose, estes foram relacionados com o peso específico aparente das folhas e graficamente interpolaram-se os valores das resistências à tração, ao arrebentamento e ao rasgo e os de esticamento para pesos específicos aparentes de 0,500 g/cm<sup>3</sup> e 0,600 g/cm<sup>3</sup>. A seguir nova interpolação gráfica foi realizada afim de se obter o valor destas propriedades aos peso específicos em questão e a um número de permanganato igual a 23,5.

## **4. RESULTADOS**

### **4.1. Dimensões das fibras**

As seguintes dimensões médias foram obtidas para as fibras:

**Quadro I:** *Dimensões médias foram obtidas para as fibras:*

DIMENSÕES	IDADE		
	6 anos	12 anos	13 anos
- Comprimento da fibra (mm)	2,96	3,63	3,80
- Largura da fibra ( $\mu$ )	42,77	47,86	49,06
- Diâmetro do lúmen ( $\mu$ )	31,34	32,45	30,91
- Espessura da parede celular ( $\mu$ )	5,71	7,82	9,02

#### 4.2. Densidades básicas das madeiras

Os valores das densidades básicas aparecem no Quadro II.

**Quadro II:** *Densidade básica das madeiras ( $\text{g/cm}^3$ )*

DENSIDADE	IDADE		
	6 anos	12 anos	13 anos
- Densidade básica das madeiras com extrativos	0,362	0,412	0,441
- Densidade básica das madeiras livres de extrativos	0,347	0,406	0,436

#### 4.3. Propriedades das celuloses

##### 4.3.1. rendimento em celulose

Os resultados para rendimentos brutos e depurados e teores de rejeitos a um número de permanganato igual a 23,5 constam do Quadro III.

**Quadro III:** *Rendimentos e teores de rejeitos a um número de permanganato igual a 23,5*

RENDIMENTOS (%)	IDADE		
	6 anos	12 anos	13 anos
- Rendimento bruto	44,6	47,7	49,7
- Rendimento depurado	39,5	43,4	44,6
- Teor de rejeitos	5,1	4,3	5,1

##### 4.3.2. Propriedades físico-mecânicas das celuloses

As propriedades de resistência das celuloses a um número de permanganato de 23,5 e a pesos específicos aparentes de  $0,500 \text{ g/cm}^3$  e  $0,600 \text{ g/cm}^3$  estão apresentados nos Quadros IV e V respectivamente.

**Quadro IV:** *Propriedades de resistência das celulosas a número de permanganato 23,5 e peso específico aparente das folhas 0,500 g/cm<sup>3</sup>*

PROPRIEDADE	IDADE		
	6 anos	12 anos	13 anos
- Comprimento de auto-ruptura	4,9	5,2	5,9
- Esticamento	1,8	1,7	1,5
- Índice de arrebentamento	33,5	43,0	42,5
- Índice de rasgo	210	215	240

**Quadro V:** *Propriedades de resistência das celulosas a número de permanganato 23,5 e peso específico aparente das folhas 0,600 g/cm<sup>3</sup>*

PROPRIEDADE	IDADE		
	6 anos	12 anos	13 anos
- Comprimento de auto-ruptura	7,3	7,7	7,9
- Esticamento	2,7	1,9	2,5
- Índice de arrebentamento	53,0	59,0	57,9
- Índice de rasgo	148	154	150

## 5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 5.1. Características das madeiras

Relativamente às características das madeiras observaram-se aumentos expressivos no comprimento da fibra e na sua espessura da parede celular, conforme aumentava a idade do povoamento. Igualmente, observou-se que a densidade básica da madeira ao nível do DAP aumentava com a idade para quaisquer das duas formas como foi determinada.

### 5.2. Propriedades das celulosas

Da análise do Quadro III pode-se observar que houve um sensível aumento nos rendimentos brutos e depurados das celulosas conforme a idade da madeira aumentava. Por outro lado, parece não ter havido influência da idade no teor de rejeitos. Relativamente às resistências das celulosas, notou-se que a resistência à tração aumentava suavemente com a idade tanto a 0,500 g/cm<sup>3</sup> como a 0,600 g/cm<sup>3</sup> de peso específico aparente das folhas. Entretanto, para os valores de esticamento, a análise se torna relativamente obscura, acreditando-se porém que haja um ligeiro decréscimo desta propriedade com o aumento da idade. Para a resistência ao arrebentamento, observou-se um sensível aumento nesta propriedade quando a idade saltou de 6 para 12 anos, não se notando porém, diferenças sensíveis entre os valores para 12 e 13 anos. Os resultados para resistência ao rasgo foram considerados excelentes. A influência da idade para esta propriedade foi patente a 0,500 g/cm<sup>3</sup> de peso específico das folhas, diluindo-se porém a 0,600 g/cm<sup>3</sup>, quando praticamente a propriedade mostrou mesmos valores às três idades estudadas.

## 6. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos e para as condições adotadas neste experimento concluiu-se que, conforme se verificava um aumento na idade dos povoamentos de **Pinus oocarpa**, aumentos correspondentes eram observados para as seguintes propriedades da madeira e de suas celuloses: comprimento da fibra, espessura da parede celular, densidade básica da madeira, rendimentos bruto e depurado, resistências à tração, ao arrebentamento e ao rasgo.

## 7. RESUMO

O presente trabalho teve como finalidade estudar a variação das características da madeira e propriedades da celulose sulfato obtida de **Pinus oocarpa** em função da idade do povoamento florestal. Verificou-se que, para as condições adotadas no experimento, o aumento na idade dos povoamentos conduzia a aumentos no comprimento da fibra, espessura da parede celular, densidade básica da madeira, rendimentos em celulose e resistências da celulose à tração, arrebentamento e rasgo.

## 8. BIBLIOGRAFIA

1. FOELKEL, C. E. B.; BRASIL, M. A. M. & BARRICHELO, L. E. G. - 1971 - **IPEF (2/3) : 65-74.**
2. PALMER, E. R. & GIBBS, I. A. - 1967 - **Tropical Products Institute Report L 12.** 23p.
3. PALMER, E. R. & GIBBS, I. A. - 1968 - **Tropical Products Institute Report L 14.** 27p.
4. PALMER, E. R. & GIBBS, I. A. - 1969 - **Tropical Products Institute Report L 15.** 49p.
5. PALMER, E. R. & GIBBS, I. A. - 1910 - **Tropical Products Institute Report L 23.** 31p.
6. PALMER, E. R. & GIBBS, I. A. - 1911 - **Tropical Products Institute Report L 24.** 23p.
7. PALMER, E. R. & GIBBS, I. A. - 1911 - **Tropical Products Institute Report L 25.** 35p.
8. PALMER, E. R. & TABB, I. A. - 1968 - **Tropical Science 10(2) : 19-99.**



# se a eucatex for modesta, v. nunca vai conhecer a verdade.

Modéstia à parte, a verdade da Eucatex interessa a você. Porque a Eucatex tem 50% do mercado brasileiro de chapas de fibra de madeira e essa verdade significa dinheiro.

Dinheiro chama dinheiro e o investimento da Eucatex está avaliado em 125 milhões de cruzeiros. Porque a Eucatex tem espaço para ganhar dinheiro: 74.000m<sup>2</sup> de área construída e 100.000.000m<sup>2</sup> de área plantada com 11.000.000 de árvores.

A Eucatex emprega 1.442 pessoas e tem um capital social de 36.684.000 ações divididas entre quatro mil acionistas, que ganham dinheiro com o

dinheiro que a Eucatex faz e que são excepcionalmente bem assistidos pela empresa.

Com essa mesma verdade, a Eucatex fez um plano de expansão que aumentou a capacidade diária de produção de 100 em 1967 para 320 toneladas atuais.

Com essa mesma falta de modéstia, a Eucatex está desenvolvendo um projeto que vai duplicar sua produção de chapas duras. O mercado externo da Eucatex abrange 28 países - EUA, Inglaterra, Alemanha, Bélgica, Canadá, Holanda, Argentina, entre outros - para os quais ela exportou 3.500.000 dó-

lares em 71 e para os quais ela exportará 5.000.000 de dólares em 72.

Mas a grande verdade da Eucatex é o excelente lucro de 71 e a magnífica previsão de crescimento para 72.

Dinheiro.

Dinheiro que a Eucatex ganha, dinheiro que a Eucatex paga: em 71 gerou impostos para o governo num montante de 8 milhões de cruzeiros.

Com um dinheiro, perdão, com uma verdade deste tamanho, você acha que a Eucatex pode ser modesta?

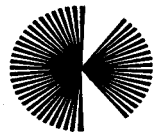
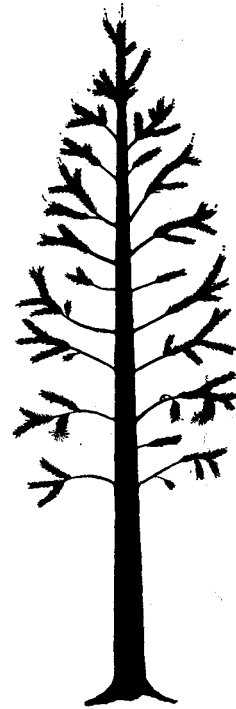
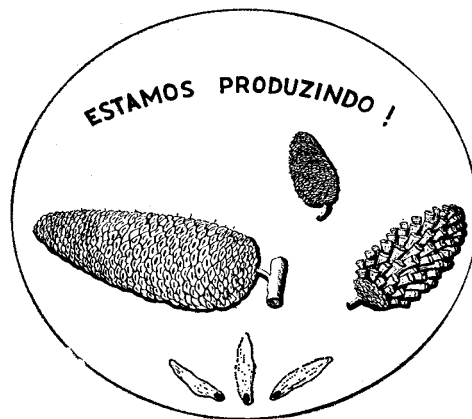
eucatex



# SEMENTES SELECIONADAS!

PINUS taeda e PINUS elliottii

A BASE DE UM  
REFLORESTAMENTO  
BEM SUCEDIDO



Departamento Florestal  
Klabin do Paraná

ENDEREÇO: Lagoa, Monte Alegre, Estado do Paraná  
Aceita-se pedidos através dos escritórios:  
Rio - Gb: Av. Rio Branco, 81 - 11º Andar - Caixa Postal, 1622 - tel. 223-5870  
São Paulo: Rua Formosa, 367 - 18º Andar - Caixa Postal, 524 - tel. 37-7101/239-1774  
Curitiba: Rua 15 de Novembro, 556 - 3º Andar - tel. 22-5373/23-5399