

## POTENCIALIDADE DE ESPÉCIES TROPICAIS DE EUCALIPTO PARA A PRODUÇÃO DE CELULOSE SULFATO BRANQUEADA<sup>(\*)</sup>

Luiz Ernesto George Barrichelo<sup>(\*\*)</sup>  
José Otávio Brito<sup>(\*\*\*)</sup>

O. D. C. - 861.14:176.1 Eucalyptus

### Summary

Wood pulp of *Eucalyptus grandis*, *E. urophylla*, *E. camaldulensis*, *E. cloeziana*, *E. torelliana* and *E. tessellaris* from Estado do Espírito Santo - Brazil are tested aiming at the production of bleaching and unbleaching sulfate pulp.

They are related to the results of anatomical, physical and chemical studies on the raw materials, yields and strength pulp properties.

### 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a produção de celulose a partir de madeiras de eucaliptos está apoiada em umas poucas espécies de valor indiscutível e suficientemente reconhecido pelas indústrias do ramo. Entre outras razões isso se deve, de um lado, aos estudos pioneiros das indústrias mais antigas e, de outro, ao melhor desenvolvimento destas espécies no campo.

Entre as centenas de espécies introduzidas, as preferências recaem sobre o *Eucalyptus grandis* e *E. saligna*. Em menores proporções aparece o *E. alba* (Rio Claro).

O acerto desta escolha tem sido comprovado por inúmeros experimentos em laboratório, executados por órgãos de pesquisa em nosso país e mesmo no exterior.

Porém, o emprego daquelas espécies encontra algumas limitações principalmente por não se desenvolverem a contento em regiões susceptíveis a geadas e em regiões nas quais a presença de "cancro", doença causada pelo fungo *Diaporthe cubensis*, possui um caráter epidêmico.

Em tais situações a indústria de celulose tem que lançar mão de outras espécies, pelo menos até que se consiga obter, através de estudos de introdução e/ou melhoramento, linhagens de *E. grandis* e *E. saligna* resistentes, possibilidade que vem sendo tentada pelo Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - IPEF em colaboração com o Departamento de Silvicultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo.

O presente trabalho teve como objetivo estudar em laboratório a produção de celulose sulfato não-branqueada e branqueada a partir de madeiras de *E. grandis*, *E. urophylla*, *E. camaldulensis*, *E. cloeziana*, *E. torelliana* e *E. tessellaris*, espécies introduzidas no Estado do Espírito Santo.

---

<sup>(\*)</sup> Trabalho realizado com o patrocínio e colaboração de Empreendimentos Florestais S/A - FLONIBRA.

<sup>(\*\*)</sup> Prof. Assistente-Doutor do Depto. de Silvicultura - ESALQ-USP

<sup>(\*\*\*)</sup> Prof. Assistente do Depto. de Silvicultura - ESALQ-USP

Por se tratar de um trabalho pioneiro a par dos resultados animadores encontrados para algumas delas, maiores e mais detalhadas observações merecerão ser feitas no futuro, com material proveniente de árvores com 6 a 8 anos, idade normal de corte da madeira para produção de celulose em nosso País.

## 2. REVISAO BIBLIOGRAFICA

### 2.1. *E. grandis*

No Brasil, um dos primeiros trabalhos de pesquisa visando produção em laboratório de celulose sulfato a partir de madeira de ***E. grandis*** foi realizado por PEREIRA (1969). Comparada com celuloses de mesmo número de permanganato obtidas de madeira de ***E. saligna*** e ***E. alba***, a celulose do ***E. grandis*** apresentou-se de um modo geral semelhante ao primeiro. Recomendou ainda que dentro do manejo florestal nas condições reinantes do País, onde o corte dos povoamentos de eucalipto é realizado aos 7 anos de idade, fosse dado maior incentivo ao reflorestamento com ***E. grandis*** em vista de superioridade geral das propriedades físico-mecânicas de sua celulose principalmente quando comparada àquela obtida de ***E. alba***.

SRIVASTANA & MATHUR (1964) utilizaram a madeira de ***E. grandis*** para a produção de papel para escrita e impressão a partir de celulose kraft. A celulose branqueada apresentou bom rendimento e propriedades consideradas satisfatórias.

Trabalhando em escala piloto GUHA, NATH & MATHUR (1969) observaram altas resistências à tração, arrebentamento e rasgo da celulose sulfato de madeira desta espécie e a indicaram para a fabricação de papel de escrever e imprimir.

Visando a produção de papel de jornal MATHUR & SHARMA (1969) produziram em escala piloto celulose sulfato branqueada, soda a frio branqueada e pasta mecânica. Diversas amostras de papéis foram obtidas nas seguintes proporções: 50% de celulose sulfato e 50% de pasta mecânica; 30% de pasta mecânica, 40% de soda a frio e 30% de sulfato. Os papéis produzidos foram de qualidade satisfatória sendo que no primeiro caso apresentaram maiores resistências à tração, arrebentamento e rasgo.

A viabilidade do uso da madeira de ***E. grandis*** para obtenção de celulose semiquímica pelo processo sulfito neutro (NSSC) foi destacada por GUHA et alii (1969). A celulose não-branqueada, inclusive apresentou uma alvura comparável à obtida pelo processo sulfito a partir de coníferas.

### 2.2. *E. urophylla*

Segundo PRYOR (1971) o ***E. urophylla*** foi introduzido em 1919, em Rio Claro - SP, por Navarro de Andrade, sob o nome de ***E. alba***. Os primeiros trabalhos com madeira de ***E. alba*** do Brasil foram conduzidos em 1927, no FOREST PRODUCTS LABORATORY, Madison, EUA (1958) pelo processo soda a frio, em mistura com ***E. saligna***, ***E. kertonia*** e ***E. tereticornis***. A qualidade do papel de jornal obtido se mostrou comparável aos padrões, embora apresentasse baixa opacidade e reduzida penetração à tinta.

Estudos de laboratório com madeira desta espécie com idades de 5 e 7 anos mostrou uma certa superioridade das características de resistência da celulose não-branqueada proveniente da madeira mais jovem (PEREIRA, 1969).

A madeira de **E. alba** por apresentar uma maior densidade tem mostrado ser inferior quanto à resistência à tração, arrebentamento e dobramento, menor peso específico aparente e uma maior resistência ao rasgo quando comparado com o **E. saligna** e **E. grandis** a uma mesma idade. Sua grande vantagem é, apresentando rendimentos em celulose similares àquelas espécies citadas, necessitar de menores volumes de madeira por tonelada de celulose.

Visando, ainda, a produção de celulose sulfato a madeira de **E. alba** foi testada nos laboratórios da Companhia Portuguesa de Celulose. A qualidade se mostrou relativamente inferior quando comparada às celuloses obtidas a partir de madeiras de **E. globulus**, **E. maidenii** e **E. saligna** (QUEIROZ, 1972).

### 2.3. **E. camaldulensis**

JEFREYS (1954) afirmou estar o **E. camaldulensis** entre as mais importantes espécies em uso para a produção de celulose fora da Austrália, fato confirmado por WATSON & COHEN (1969) que o indicaram como matéria-prima celulósica em Portugal, Espanha, Itália, Congo, Marrocos, Israel e Brasil.

MORUD (1962) colocou o **E. camaldulensis** como uma das espécies de destaque na produção de celulose que abastece o mercado europeu.

Independente destes fatos, a celulose da madeira desta espécie é geralmente considerada inferior quando comparada à obtida de outras espécies de eucaliptos (BUSTAMANTE & CAPEROS, 1964; GUHA & KUMAR, 1968; QUEIROZ, 1972). Isto se explica pelo menor teor de celulose, maior teor de lignina e menor comprimento de fibras apresentado pela madeira da espécie.

Por outro lado, BARBADILLO (1967) afirmou que esta desvantagem do **E. camaldulensis** pode ser contornada usando-o em misturas com outras espécies, citando como exemplo o **E. globulus**.

LEWIN & LENGYEL (1956), em extenso trabalho concluíram ser a celulose de **E. camaldulensis** que se desenvolve em Israel, não tão inferior e sob certos aspectos superior a outras folhosas.

Na produção de pasta mecânica esta espécie pode ser usada com absoluto sucesso, segundo AMICI & PASTINA (1961, 1964).

### 2.4. **E. torelliana**

Trabalho realizado por GUHA; SINGH & SABHAWAL (1970) mostrou a viabilidade da utilização de madeira de **E. torelliana** para a produção de celulose kraft não-branqueada para papel de embalagem e celulose branqueada para papel de escrita e impressão.

### 2.5. **E. cloeziana** e **E. tessellaris**

Quanto às espécies **E. cloeziana** e **E. tessellaris**, WATSON & COEHN (1965) afirmaram ser a primeira utilizada para produção de celulose no Congo, e para a segunda não foi encontrada nenhuma referência na literatura consultada.

## 3. MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1. Material

O material do presente experimento se constituiu de madeiras de **Eucalyptus grandis**, **E. urophylla**, **E. camaldulensis**, **E. cloeziana**, **E. torelliana** e **E. tessellaris**, plantados na região de Linhares - ES, pela EMPREENDIMENTOS FLORESTAIS S.A. FLONIBRA, como parte dos ensaios de introdução e competição de espécies de eucalipto da Austrália e África do Sul.

A idade média do material amostrado era de 4 anos.

### 3.2. Métodos

#### 3.2.1. Amostragem

De cada espécie foram amostradas cinco árvores que, após a retirada de discos à altura do DAP, foram descascadas e transformadas integralmente em cavacos, usando-se picador móvel de campo.

Os cavacos obtidos foram postos para secar ao ar e posteriormente armazenados em sacos plásticos e identificados.

#### 3.2.2. Densidade básica da madeira

Para a determinação da densidade básica das madeiras das espécies foi empregado o método do máximo teor de umidade (FOELKEL et alii, 1972).

Foram executadas determinações sobre as amostras de cavacos e sobre os discos provenientes do DAP. Neste último caso, os discos foram inicialmente transformados em cavacos.

Para cada amostra foram realizadas cinco determinações em paralelo.

#### 3.2.3. Análises microscópicas das fibras

A amostragem foi feita diretamente sobre os cavacos.

Para a maceração foi empregado o método nítrico-acético (BARRICHELO & FOELKEL, 1975), montadas lâminas e medidas 100 fibras por espécie.

As seguintes dimensões fundamentais foram medidas: comprimento (C), largura (L), diâmetro do lúmen (DL) e espessura da parede (E) das fibras. A partir destes dados foram calculadas as seguintes relações:

$$\text{- índice de Runkel} = \frac{2E}{DL}$$

$$\text{- índice de enfieltramento} = \frac{C}{L}$$

$$\text{- coeficiente de flexibilidade} = \frac{DL}{L} \times 100$$

$$\text{- fração parede} = \frac{2E}{L} \times 100$$

#### 3.2.4. Análises químicas

Para a determinação da composição química quantitativa as madeiras foram analisadas em termos de:

Ensaio	Norma
Solubilidade em:	
- água quente.....	ABCP M4/68
- álcool-benzeno.....	ABCP M6/68
- NaOH 1%.....	ABCP M5/68
Teores de:	
- celulose Cross & Bevan.....	ABCP M9/71
- lignina.....	ABCP M10/71
- pentosanas.....	TAPPI T19m-50
- cinzas.....	TAPPI T15m-58

ABCP - Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel

TAPPI - Technical Association of the Pulp and Paper Industry

### 3.2.5. Produção de celulose

#### 3.2.5.1. Processo e condições dos cozimentos

Para a obtenção de celulose foi empregado o processo sulfato.

Os cozimentos foram executados em digestor de laboratório, de aço inoxidável, aquecimento direto, rotatório e com 20 litros de capacidade.

As condições dos cozimentos foram variáveis para cada espécie, visando-se obter dois tipos distintos de celulose: um primeiro tipo com número de permanganato (NP) entre 11,0 e 12,0 e um segundo com N.P. entre 16,0 e 18,5.

As condições empregadas nos cozimentos são mostradas no quadro 1.

#### Quadro 1 - Condições de cozimentos

Condições	Espécies		E. grandis		E. urophylla		E. camaldulensis		E. cloeziana		E. torelliana		E. tessellaris	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
No. e código do cozimento	F6	F17	F4	F10	F5	F16	F7	F18	F15	F9	F8	F14		
% álcali ativo	14	12	14	12	14	12	14	12	14	13	14	14		
Temperatura máxima (°C)	170	165	170	170	170	165	170	165	170	170	170	170		
Tempo a temperatura máxima (min)	30	30	30	60	30	30	30	30	60	60	30	30		

#### Variáveis pré-fixadas

- Sulfidez 25%
- Atividade 100%
- Relação licor-madeira 4:1 litros/kg
- Tempo até temperatura máxima 120 minutos
- Quantidade a.s. de cavacos 1.000 g

### 3.2.5.2. rendimentos, percentagem de rejeitos, número de permanganato e viscosidade

Após cada cozimento a celulose foi lavada e determinado o rendimento bruto.

Para a depuração e cálculo da percentagem de rejeito foi utilizado um classificador de fibras Brecht & Holl.

Após a depuração foi calculado o rendimento depurado, teor de rejeitos, número de permanganato (Norma ABCP C4/71) e viscosidade da celulose não-branqueada (Norma ABCP C9/72).

### 3.2.6. Branqueamento da celulose

#### 3.2.6.1. Esquema do branqueamento

O esquema do branqueamento empregado para as celuloses provenientes dos 12 cozimentos foi: C/E/H/D/E/D onde:

C= cloração ácida (água de cloro)

E = extração alcalina (NaOH)

H= hipocloração (NaClO)

D = dioxidação (ClO<sub>2</sub>)

a) cloração ácida

As condições empregadas na cloração são mostradas no quadro 2.

**Quadro 2 - Condições empregadas na cloração**

Condições	Espécies	E. grandis		E. urophylla		E. camaldulensis		E. cloeziana		E. torelliana		E. tessellaris	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
No. e código do		F6	F17	F4	F10	F5	F16	F7	F18	F15	F9	F8	F14
branqueamento		6,0	10,0	6,0	8,0	6,0	10,0	6,0	10,0	6,0	8,0	6,0	8,0
% cloro total		3,0	4,5	3,0	4,0	3,0	4,5	3,0	4,5	3,0	4,0	3,0	4,0
% cloro na cloração													

Variáveis pré-fixadas:

- consistência = 4%
- temperatura = ambiente (22-26°C)
- tempo = 45 minutos
- pH = 2

b) Extração alcalina

O quadro 3 apresenta as condições que foram usadas nas extrações alcalinas.

### Quadro 3 - Condições da extração alcalina

Espécies	N <sup>o</sup> e código do branqueamento	EXTRAÇÃO	
		1. <sup>a</sup>	2. <sup>a</sup>
<b>E. grandis</b>	1 / F6	2,0	2,0
	2 / F17	2,5	2,0
<b>E. urophylla</b>	1 / F4	2,0	2,0
	2 / F10	2,3	2,0
<b>E. camaldulensis</b>	1 / F5	2,0	2,0
	2 / F16	2,5	2,0
<b>E. cloeziana</b>	1 / F7	2,0	2,0
	2 / F18	2,5	2,0
<b>E. torelliana</b>	1 / F15	2,0	2,0
	2 / F9	2,3	2,0
<b>E. tessellaris</b>	1 / F8	2,0	2,0
	2 / F14	2,3	2,0

Variáveis pré-fixadas:

- consistência = 10%
- temperatura = 70°C
- tempo = 120 minutos

#### c) Hipocloração

Para este estágio do branqueamento foi empregado hipoclorito de sódio e as condições são apresentadas o quadro 4.

### Quadro 4 - Condições da hipocloração

Espécies	<b>E. grandis</b>		<b>E. urophylla</b>		<b>E. camaldulensis</b>		<b>E. cloeziana</b>		<b>E. torelliana</b>		<b>E. tessellaris</b>			
	No.	e código do	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2		
Condições														
branqueamento			F6	F17	F4	F10	F5	F16	F7	F18	F15	F9	F8	F14
% cloro total			6,0	10,0	6,0	8,0	6,0	10,0	6,0	10,0	6,0	8,0	6,0	8,0
% cloro na hipocloração			0,9	1,35	0,9	1,2	0,9	1,35	0,9	1,35	0,9	1,2	0,9	1,2

Variáveis pré-fixadas:

- consistência = 10%
- temperatura = 45°C
- tempo = 120 minuto
- pH = 9-10

#### d) Dioxidações

Nas dioxidações foi empregada uma solução de dióxido de cloro e as condições são mostradas no quadro 5.

**Quadro 5 - Condições das dioxidações**

Condições	E. grandis		E. urophylla		E. camaldulensis		E. cloeziana		E. torelliana		E. tessellaris	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
No. e código do cozimento	F6	F17	F4	F10	F5	F16	F7	F18	F15	F9	F8	F14
% cloro total	6,0	10,0	6,0	8,0	6,0	10,0	6,0	10,0	6,0	8,0	6,0	8,0
% cloro na 1. <sup>a</sup> dioxidação	0,9	1,85	0,9	1,2	0,9	1,85	0,9	1,85	0,9	1,2	0,9	1,2
% cloro na 2. <sup>a</sup> dioxidação	1,2	2,3	1,2	1,6	1,2	2,3	1,2	2,3	1,2	1,6	1,2	1,6

### 3.2.6.2. Rendimento, viscosidade e alvura

Após cada branqueamento foram determinados os rendimentos do branqueamento, rendimentos em celulose branqueada, viscosidades (Norma ABCP 09/72) e alvuras (Norma P16/73).

### 3.2.7. Refinação e preparo de folhas

A refinação da celulose não-branqueada e branqueada foi realizada em moinho centrífugo Jokro, com 6% de consistência, e a tempos variáveis de moagem.

A seguir foram preparadas folhas com gramatura ao redor de 63 g/m<sup>2</sup> em formador e secador Kothen-Rapid.

### 3.2.8. Ensaio de resistências físico-mecânicas

As folhas preparadas foram climatizadas em ambiente com 65 ± 2% de umidade relativa e temperatura de 20 ± 2°C.

A seguir as folhas foram ensaiadas e os resultados calculados pela norma TAPPI T220, em termos de:

- Tempo de moagem, em minutos
- Grau de moagem, em graus Schopper Riegler (°SR)
- Resistência à tração, expressa como comprimento de autoruptura, em metros
- Resistência ao arrebentamento, expressa como índice de arrebentamento
- Resistência ao rasgo, expressa como índice de rasgo
- Resistência à dobragem, expressa como número de dobras duplas
- Porosidade, expressa em seg/100 cm<sup>3</sup> ar
- Peso específico aparente em gramas por centímetro cúbico
- Volume específico aparente, em centímetros cúbicos por grama

### 3.2.9. Interpolação dos resultados

Os resultados obtidos para tempo de moagem e resistências físico-mecânicas foram interpolados para 30, 45 e 60°SR.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Densidade básica

Os resultados obtidos para densidade básica das madeiras com amostragem sobre os cavacos e sobre o DAP são mostrados no quadro 6.

#### Quadro 6 - Densidade básica da madeira

Espécies	Densidade básica (g/cm <sup>3</sup> ) (*)	
	Cavacos	DAP
<i>E. grandis</i>	0,433	0,439
<i>E. urophylla</i>	0,478	0,468
<i>E. camaldulensis</i>	0,456	0,440
<i>E. cloeziana</i>	0,534	0,529
<i>E. torelliana</i>	0,462	0,465
<i>E. tessellaris</i>	0,537	0,560

(\*) média de 5 determinações

#### 4.2. Análises microscópicas das fibras

Os resultados encontrados para as dimensões das fibras e suas principais relações são mostrados no quadro 7.

#### Quadro 7 - Dimensões das fibras e relações (\*)

Espécies	<i>E. grandis</i>	<i>E. urophylla</i>	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. cloeziana</i>	<i>E. torelliana</i>	<i>E. tessellaris</i>
Dimensões e relações						
Comprimento (mm)	0,84	0,89	0,78	0,86	0,81	0,85
Largura (u)	19,0	19,5	15,2	18,0	17,2	16,2
Diâmetro do lúmen (u)	10,1	9,8	7,1	7,4	7,8	6,1
Espessura da parede (u)	4,4	4,8	4,0	5,3	4,7	5,0
Índice de Runkel	0,871	0,980	1,127	1,432	1,205	1,639
Índice de enfiamento	44	46	51	47	47	52
Fração parede	46	49	53	58	55	62
Coefficiente de flexibilidade	53	50	47	41	45	38

(\*) médias de 100 fibras

#### 4.3. Análises químicas

Os resultados encontrados para a composição química quantitativa das madeiras são mostrados no quadro 8.

#### Quadro 8 - Composição química quantitativa das madeiras. Valores em % (\*)

Espécies	<i>E. grandis</i>	<i>E. urophylla</i>	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. cloeziana</i>	<i>E. torelliana</i>	<i>E. tessellaris</i>
Ensaio						
Solubilidade em:						
- água quente	3,3	2,2	1,7	2,3	2,9	5,2
- álcool-benzeno	3,2	1,6	1,9	2,6	2,0	2,1
- NaOH 1%	15,8	17,0	10,8	11,8	18,5	17,2
Teores de:						
- celulose	54,2	53,4	50,0	53,8	52,9	49,6
- lignina	26,0	23,9	29,3	28,3	22,0	24,1
- pentosanas	19,4	18,8	17,2	15,5	23,0	20,6
- cinzas	0,3	0,4	0,8	0,3	1,0	0,6

(\*) média de 2 determinações

#### 4.4. Rendimentos, percentagem de rejeitos, número de permanganato, viscosidade e alvura da celulose

Os resultados obtidos para estes ensaios são mostrados no quadro 9.

**Quadro 9 - Rendimentos, percentagem de rejeitos, número de permanganato, viscosidade e alvura das celulosas não branqueadas**

Resultados	E. grandis		E. urophylla		E. camaldulensis		E. cloeziana		E. torelliana		E. tessellaris	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
No. e código do cozimento	F6	F17	F4	F10	F5	F16	F7	F18	F15	F9	F8	F14
Rendimento (%)												
- bruto	0,1	1,2	50,1	51,1	46,9	52,2	50,1	52,4	51,5	0,4	46,1	47,5
- depurado	50,1	50,1	50,0	50,9	46,8	48,9	50,0	51,4	51,4	50,1	46,0	47,0
% rejeitos	50,2	51,3	0,1	0,2	0,1	3,3	0,1	1,0	0,1	50,5	0,1	0,5
Número de permanganato (NP)												
	11,8	18,0	11,0	16,0	11,3	18,5	11,2	17,9	12,0	16,1	12,0	16,2
Viscosidade (cp)	41,4	30,9	40,6	60,6	24,2	22,8	17,6	28,8	48,9	52,1	38,7	46,1
Alvura (%)	41,5	31,7	42,2	31,0	40,5	34,3	39,4	32,5	33,8	28,8	40,2	33,3

#### 4.5. Rendimentos após branqueamento e características das celulosas branqueadas

O quadro 10 apresenta os resultados conseguidos para rendimentos do branqueamento, rendimento em celulose branqueada referida ao peso inicial da madeira empregada, viscosidade e alvura.

**Quadro 10 - Rendimentos dos branqueamentos, rendimentos em celulose branqueada, viscosidade e alvuras das celulosas**

Resultados	E. grandis		E. urophylla		E. camaldulensis		E. cloeziana		E. torelliana		E. tessellaris	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
No. e código do cozimento	F6	F17	F4	F10	F5	F16	F7	F18	F15	F9	F8	F14
Rendimento do branqueamento (%)	94,6	91,0	93,6	93,5	95,3	89,1	94,8	91,8	95,0	91,5	94,0	89,3
Rendimento em celulose branqueada (%)	47,4	45,6	46,8	47,6	44,6	43,6	47,4	47,2	48,8	45,8	43,2	42,0
Viscosidade	15,8	41,5	22,7	23,7	12,1	29,9	12,5	26,2	19,9	16,2	18,6	16,6
Alvura (%)	86,0	88,0	85,7	90,1	87,0	88,5	86,4	89,0	87,5	90,0	86,6	89,3

#### 4.6. Resistências físico-mecânicas da celulose

Os valores interpolados para 30, 45 e 60°SR das resistências físico-mecânicas da celulose branqueadas e não branqueadas são mostrados, respectivamente, nos quadros 11, 12 e 13. Os quadros 14, 15 e 16 apresentam as espécies classificadas em função das resistências à tração, arrebentamento e rasgo e velocidade de refinação das celulosas.

**Quadro 11. Resistências físico-mecânicas. Valores interpolados para 30°SR.**

Espécies	Eucalyptus grandis				Eucalyptus urophylla			
	Não-branq.		Branq.		Não-branq.		Branq.	
	F6	F17	F6	F17	F4	F10	F4	F10
Ensaio								
Tempo de moagem	28	26	37	22	30	27	35	35
Resistências:								
- tração.....	10157	10500	8203	10500	8671	8471	8195	7474
- arrebentamento.....	65,2	78,6	48,7	72,0	54,2	51,6	45,8	45,1
- rasgo.....	110	100	104	114	90	86	85	95
- dobras.....	1533	1927	930	2365	1422	868	709	869
Porosidade.....	21,3	20,3	8,9	18,0	14,0	14,5	8,0	6,5
Peso específico.....	0,658	0,643	0,636	0,644	0,635	0,643	0,623	0,599
Volume específico.....	1,52	1,55	1,57	1,51	1,57	1,56	1,64	1,67

Espécies	Eucalyptus camaldulensis				Eucalyptus cloeziana			
	Não-branq.		Branq.		Não-branq.		Branq.	
	F5	F16	F5	F16	F7	F18	F7	F18
Ensaio								
Tempo de moagem	13	13	26	33	40	39	48	30
Resistências:								
- tração.....	7907	7831	7588	8211	7260	6960	5666	7846
- arrebentamento.....	49,4	55,7	44,3	55,3	40,6	41,0	26,4	44,2
- rasgo.....	110	116	88	109	82	85	74	84
- dobras.....	366	1059	675	1577	510	470	153	504
Porosidade.....	10,0	6,5	8,0	7,9	4,0	4,0	5,4	5,1
Peso específico.....	0,589	0,530	0,563	0,588	0,582	0,576	0,539	0,586
Volume específico.....	1,75	1,89	1,79	1,75	1,75	1,74	1,86	1,67

Espécies	Eucalyptus torelliana				Eucalyptus tessellaris			
	Não-branq.		Branq.		Não-branq.		Branq.	
	F15	F9	F15	F9	F8	F14	F8	F14
Ensaio								
Tempo de moagem	17	15	26	28	15	15	19	25
Resistências:								
- tração.....	8472	7994	7518	7493	7828	7309	6104	5983
- arrebentamento.....	54,4	51,0	40,0	54,2	48,0	45,9	32,1	33,4
- rasgo.....	87	86	85	84	86	113	80	94
- dobras.....	993	91	268	606	83	374	86	39
Porosidade.....	9,6	8,0	8,6	20,3	9,0	3,4	4,3	3,6
Peso específico.....	0,608	0,600	0,595	0,575	0,525	0,544	0,500	0,543
Volume específico.....	1,66	1,65	1,69	1,68	1,89	1,84	2,00	1,86

**Quadro 12. Resistências físico-mecânicas. Valores interpolados para 45°SR.**

Espécies	Eucalyptus grandis				Eucalyptus urophylla			
	Não-branq.		Branq.		Não-branq.		Branq.	
	F6	F17	F6	F17	F4	F10	F4	F10
Ensaio								
Tempo de moagem	67	37	79	60	64	55	68	67
Resistências:								
- tração.....	11371	10890	9020	11780	9454	9970	8826	8236
- arrebentamento.....	71,8	82,8	55,6	74,5	62,6	61,1	50,8	47,5
- rasgo.....	101	97	91	112	83	92	82	91
- dobras.....	4910	2599	1178	35,95	2914	1987	1327	1375
Porosidade.....	74,0	60,3	33,2	57,2	33,2	44,4	28,2	37,8
Peso específico.....	0,702	0,687	0,659	0,677	0,668	0,666	0,646	0,632
Volume específico.....	1,42	1,45	1,52	1,45	1,50	1,50	1,57	1,58

Espécies	<b>Eucalyptus camaldulensis</b>				<b>Eucalyptus cloeziana</b>			
	Não-branq.		Branq.		Não-branq.		Branq.	
	F5	F16	F5	F16	F7	F18	F7	F18
Ensaio								
Tempo de moagem	30	38	58	79	62	57	78	64
Resistências:								
- tração.....	8555	9341	7712	8487	8039	7656	6608	8342
- arrebatamento.....	60,2	72,0	44,7	56,6	47,0	47,3	32,7	48,6
- rasgo.....	97	105	90	106	101	92	83	87
- dobras.....	3399	2507	957	2316	1046	889	434	765
Porosidade.....	55,2	19,0	17,5	16,2	9,8	21,6	14,3	16,3
Peso específico.....	0,655	0,597	0,596	0,611	0,605	0,609	0,572	0,619
Volume específico.....	1,55	1,68	1,69	1,68	1,68	1,64	1,75	1,60

Espécies	<b>Eucalyptus torelliana</b>				<b>Eucalyptus tessellaris</b>			
	Não-branq.		Branq.		Não-branq.		Branq.	
	F15	F9	F15	F9	F8	F14	F8	F14
Ensaio								
Tempo de moagem	46	56	68	56	39	37	55	60
Resistências:								
- tração.....	10081	8324	8239	7873	8842	8554	6636	6396
- arrebatamento.....	65,4	60,0	47,2	54,8	56,1	58,4	36,2	38,8
- rasgo.....	82	88	90	81	90	102	76	98
- dobras.....	1811	1469	1130	1018	1204	1080	353	351
Porosidade.....	30,0	38,4	18,4	29,7	31,2	27,1	11,4	13,7
Peso específico.....	0,663	0,633	0,628	0,619	0,569	0,577	0,533	0,554
Volume específico.....	1,53	1,58	1,55	1,58	1,76	1,73	1,88	1,82

**Quadro 13. Resistências físico-mecânicas. Valores interpolados para 60°SR.**

Espécies	<b>Eucalyptus grandis</b>				<b>Eucalyptus urophylla</b>			
	Não-branq.		Branq.		Não-branq.		Branq.	
	F6	F17	F6	F17	F4	F10	F4	F10
Ensaio								
Tempo de moagem	86	43	101	78	75	68	85	83
Resistências:								
- tração.....	11989	11030	9424	12030	9842	10250	9139	8639
- arrebatamento.....	75,1	84,9	59,0	80,2	66,8	65,8	53,3	48,7
- rasgo.....	97	95	84	113	94	95	80	90
- dobras.....	6088	2931	1300	4505	3654	2542	1633	1625
Porosidade.....	100,1	159,3	45,3	83,8	87,0	59,2	38,1	53,3
Peso específico.....	0,724	0,709	0,670	0,694	0,685	0,677	0,657	0,649
Volume específico.....	1,38	1,40	1,49	1,42	1,46	1,48	1,54	1,54

Espécies	<b>Eucalyptus camaldulensis</b>				<b>Eucalyptus cloeziana</b>			
	Não-branq.		Branq.		Não-branq.		Branq.	
	F5	F16	F5	F16	F7	F18	F7	F18
Ensaio								
Tempo de moagem	85	52	86	105	91	66	92	82
Resistências:								
- tração.....	8877	10089	8012	8624	8425	8000	7076	8587
- arrebatamento.....	60,2	80,1	46,2	54,3	50,3	50,5	35,8	50,7
- rasgo.....	97	100	90	100	83	95	88	90
- dobras.....	3399	3224	1096	2682	1311	1097	573	894
Porosidade.....	55,2	75,0	26,1	41,3	23,8	26,8	18,7	37,8
Peso específico.....	0,655	0,630	0,613	0,622	0,616	0,626	0,589	0,636
Volume específico.....	1,55	1,59	1,64	1,64	1,64	1,60	1,70	1,56

Espécies	Eucalyptus torelliana				Eucalyptus tessellaris			
	Não-branq.		Branq.		Não-branq.		Branq.	
	F15	F9	F15	F9	F8	F14	F8	F14
Ensaio								
Tempo de moagem	60	78	88	79	52	50	74	79
Resistências:								
- tração.....	10879	9386	8596	8103	9344	9170	6899	6600
- arrebatamento.....	70,9	64,5	50,2	56,6	60,1	64,5	38,3	41,4
- rasgo.....	80	90	86	80	84	96	74	90
- dobras.....	2216	2152	1558	1222	1759	1430	486	544
Porosidade.....	130,4	61,4	38,3	54,5	51,1	42,2	17,0	22,2
Peso específico.....	0,691	0,650	0,645	0,641	0,591	0,594	0,550	0,559
Volume específico.....	1,46	1,54	1,55	1,53	1,69	1,68	1,82	1,80

**Quadro 14. Resistência físico-mecânicas e velocidade de refinação. Classificação das espécies a 30°SR.**

Espécies		E. grandis	E. urophylla	E. camaldulensis	E. cloeziana	E. torelliana	E. tessellaris
Resistência a tração	Não Branq.	1 <sup>o</sup> 10157-10500	2 <sup>o</sup> 8671-8471	4 <sup>o</sup> 7907-7831	6 <sup>o</sup> 7260-6960	3 <sup>o</sup> 8472-7994	5 <sup>o</sup> 7828-7309
	Branq.	1 <sup>o</sup> 8203-10500	2 <sup>o</sup> 8195-7474	3 <sup>o</sup> 7831-7588	5 <sup>o</sup> 5666-7846	4 <sup>o</sup> 7518-7493	6 <sup>o</sup> 6104-5983
Resistência ao arrebatamento	Não Branq.	1 <sup>o</sup> 65,2-78,6	2 <sup>o</sup> 54,2-51,6	4 <sup>o</sup> 49,4-55,7	6 <sup>o</sup> 40,6-41,0	3 <sup>o</sup> 54,4-51,0	5 <sup>o</sup> 48,0-45,9
	Branq.	1 <sup>o</sup> 48,7-72,0	3 <sup>o</sup> 45,8-45,1	2 <sup>o</sup> 44,3-55,3	5 <sup>o</sup> 26,4-44,2	4 <sup>o</sup> 40,0-54,2	6 <sup>o</sup> 32,1-33,4
Resistência ao rasgo	Não Branq.	2 <sup>o</sup> 110-100	4 <sup>o</sup> 90-86	1 <sup>o</sup> 110-116	6 <sup>o</sup> 82-85	5 <sup>o</sup> 87-86	3 <sup>o</sup> 86-113
	Branq.	1 <sup>o</sup> 104-114	3 <sup>o</sup> 85-95	2 <sup>o</sup> 88-109	6 <sup>o</sup> 74-84	5 <sup>o</sup> 85-84	4 <sup>o</sup> 80-94
Resistência a dobras	Não Branq.	1 <sup>o</sup> 2533-1927	2 <sup>o</sup> 1422-868	3 <sup>o</sup> 366-1059	4 <sup>o</sup> 510-470	5 <sup>o</sup> 993-91	6 <sup>o</sup> 83-374
	Branq.	1 <sup>o</sup> 930-2365	3 <sup>o</sup> 709-869	2 <sup>o</sup> 675-1577	5 <sup>o</sup> 153-504	4 <sup>o</sup> 268-606	6 <sup>o</sup> 86-39
Velocidade de refinação	Não Branq.	4 <sup>o</sup> 28-26	5 <sup>o</sup> 30-27	1 <sup>o</sup> 13-13	6 <sup>o</sup> 40-39	3 <sup>o</sup> 17-15	2 <sup>o</sup> 15-15
	Branq.	4 <sup>o</sup> 37-22	5 <sup>o</sup> 35-35	3 <sup>o</sup> 26-33	6 <sup>o</sup> 48-30	2 <sup>o</sup> 26-28	1 <sup>o</sup> 19-25

**Quadro 15. Resistência físico-mecânicas e velocidade de refinação. Classificação das espécies a 45°SR.**

Espécies		<i>E. grandis</i>	<i>E. urophylla</i>	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. cloeziana</i>	<i>E. torelliana</i>	<i>E. tessellaris</i>
Resistência a tração	Não Branq.	1 <sup>o</sup> 11371-10890	2 <sup>o</sup> 9454-9970	4 <sup>o</sup> 8555-9341	6 <sup>o</sup> 8039-7656	3 <sup>o</sup> 10081-8324	5 <sup>o</sup> 8842-8554
	Branq.	1 <sup>o</sup> 9020-11780	2 <sup>o</sup> 8826-8236	3 <sup>o</sup> 7712-8487	5 <sup>o</sup> 6608-8342	4 <sup>o</sup> 8239-7873	6 <sup>o</sup> 6636-6396
Resistência ao arrebitamento	Não Branq.	1 <sup>o</sup> 71,8-82,8	4 <sup>o</sup> 62,6-61,1	2 <sup>o</sup> 60,2-72,0	6 <sup>o</sup> 47,0-47,3	3 <sup>o</sup> 65,4-60,0	5 <sup>o</sup> 56,1-58,4
	Branq.	1 <sup>o</sup> 55,6-74,5	4 <sup>o</sup> 50,8-47,5	2 <sup>o</sup> 44,7-56,6	5 <sup>o</sup> 32,7-48,6	3 <sup>o</sup> 47,2-54,5	6 <sup>o</sup> 36,2-38,8
Resistência ao rasgo	Não Branq.	2 <sup>o</sup> 101-97	5 <sup>o</sup> 83-92	1 <sup>o</sup> 97-105	3 <sup>o</sup> 101-92	6 <sup>o</sup> 82-88	4 <sup>o</sup> 90-102
	Branq.	1 <sup>o</sup> 91-112	3 <sup>o</sup> 82-91	2 <sup>o</sup> 90-106	6 <sup>o</sup> 83-87	4 <sup>o</sup> 90-81	5 <sup>o</sup> 76-98
Resistência a dobras	Não Branq.	1 <sup>o</sup> 4910-2599	3 <sup>o</sup> 2914-1987	2 <sup>o</sup> 399-2507	6 <sup>o</sup> 1046-889	4 <sup>o</sup> 1811-1469	5 <sup>o</sup> 1204-1080
	Branq.	1 <sup>o</sup> 1178-3595	3 <sup>o</sup> 1327-1375	2 <sup>o</sup> 957-2316	5 <sup>o</sup> 434-765	4 <sup>o</sup> 1130-1018	6 <sup>o</sup> 353-351
Velocidade de refinação	Não Branq.	6 <sup>o</sup> 67-37	5 <sup>o</sup> 64-55	1 <sup>o</sup> 30-38	4 <sup>o</sup> 62-57	3 <sup>o</sup> 46-56	2 <sup>o</sup> 39-37
	Branq.	6 <sup>o</sup> 79-60	4 <sup>o</sup> 68-67	3 <sup>o</sup> 58-79	5 <sup>o</sup> 78-64	2 <sup>o</sup> 68-56	1 <sup>o</sup> 55-60

**Quadro 16. Resistência físico-mecânicas e velocidade de refinação. Classificação das espécies a 60°SR.**

Espécies		<i>E. grandis</i>	<i>E. urophylla</i>	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. cloeziana</i>	<i>E. torelliana</i>	<i>E. tessellaris</i>
Resistência a tração	Não Branq.	1 <sup>o</sup> 11989-11030	3 <sup>o</sup> 9842-10250	4 <sup>o</sup> 8877-10089	6 <sup>o</sup> 8425-8000	2 <sup>o</sup> 10879-9386	5 <sup>o</sup> 9344-9170
	Branq.	1 <sup>o</sup> 2424-12030	2 <sup>o</sup> 9139-8614	4 <sup>o</sup> 8012-8624	5 <sup>o</sup> 7076-8587	3 <sup>o</sup> 8596-8103	6 <sup>o</sup> 6899-6600
Resistência ao arrebitamento	Não Branq.	1 <sup>o</sup> 75,1-84,9	4 <sup>o</sup> 66,8-65,8	3 <sup>o</sup> 60,2-80,1	6 <sup>o</sup> 50,3-50,5	2 <sup>o</sup> 70,9-64,5	5 <sup>o</sup> 60,1-64,5
	Branq.	1 <sup>o</sup> 59,0-80,2	3 <sup>o</sup> 53,3-48,7	4 <sup>o</sup> 46,1-54,3	5 <sup>o</sup> 35,8-50,7	2 <sup>o</sup> 50,2-56,6	6 <sup>o</sup> 38,3-41,4
Resistência ao rasgo	Não Branq.	2 <sup>o</sup> 95-95	3 <sup>o</sup> 94-95	1 <sup>o</sup> 97-100	5 <sup>o</sup> 83-95	6 <sup>o</sup> 80-90	4 <sup>o</sup> 84-96
	Branq.	1 <sup>o</sup> 84-113	4 <sup>o</sup> 80-90	2 <sup>o</sup> 90-100	3 <sup>o</sup> 88-90	5 <sup>o</sup> 86-80	6 <sup>o</sup> 74-90
Resistência a dobras	Não Branq.	1 <sup>o</sup> 6088-2931	3 <sup>o</sup> 3654-2542	2 <sup>o</sup> 3399-3224	6 <sup>o</sup> 1311-1097	4 <sup>o</sup> 2216-2152	5 <sup>o</sup> 1759-1430
	Branq.	1 <sup>o</sup> 1300-4505	3 <sup>o</sup> 1633-1625	2 <sup>o</sup> 1096-2682	5 <sup>o</sup> 573-894	4 <sup>o</sup> 1558-1222	6 <sup>o</sup> 486-544
Velocidade de refinação	Não Branq.	5 <sup>o</sup> 86-43	3 <sup>o</sup> 75-68	4 <sup>o</sup> 85-52	6 <sup>o</sup> 91-66	2 <sup>o</sup> 60-78	1 <sup>o</sup> 52-50
	Branq.	5 <sup>o</sup> 101-78	2 <sup>o</sup> 85-83	6 <sup>o</sup> 86-105	4 <sup>o</sup> 92-82	3 <sup>o</sup> 88-79	1 <sup>o</sup> 74-79

## 5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E CONCLUSOES

As densidades básicas se mostraram dentro dos padrões normais para as espécies nas idades ensaiadas com exceção para o *E. cloeziana* e *E. tessellaris* que apresentaram densidades relativamente elevadas.

A madeira de eucalipto de densidade elevada normalmente produz um tipo de papel de alta resistência ao rasgo, maior volume específico aparente e conseqüente maior opacidade. Como essa maior densidade está associada a uma maior espessura de parede, maior índice de Runkel e menor coeficiente de flexibilidade, o papel apresenta uma menor resistência à tração, ao arrebentamento e dobragem. Daí resulta, a necessidade da escolha acertada da espécie ou tipo de espécies de eucalipto em função do tipo de celulose que se pretende produzir.

Quanto às dimensões das fibras, as mesmas se mostraram muito semelhantes em termos de comprimento. Razoáveis diferenças se fizeram sentir em termos de largura e diâmetro do lúmen e conseqüentemente quanto à espessura das paredes.

Relacionando-se com as densidades básicas o **E. cloeziana** e **E. tessellaris** que se mostraram mais densos, foram os que apresentaram maior espessura da parede, maior índice de Runkel, maior fração parede e menor coeficiente de flexibilidade.

A composição química mostrou valores normais para solubilidade em água quente, álcool-benzeno e hidróxido de sódio a 1%. Os teores de celulose foram superiores para as madeiras de **E. grandis**, **E. urophylla**, **E. cloeziana** e **E. torelliana**, o que se refletiu nos rendimentos depurados de celulose não-branqueada. As madeiras de **E. urophylla**, **E. torelliana** e **E. tessellaris** pelo fato de conterem um menor teor de lignina foram mais facilmente deslignificadas no cozimento e consumiram menor quantidade de cloro total no branqueamento das celuloses da faixa de permanganato entre 16 e 18,5.

Os teores de cinzas nas madeiras de **E. camaldulensis**, **E. torelliana** e **E. tessellaris** se mostraram relativamente altos.

Em termos de rendimento em celulose não-branqueada depurada, maiores valores foram conseguidos quando se trabalhou com a faixa de permanganato de 16-18,5, com exceção para o **E. grandis** e **E. torelliana**. A desvantagem de tal procedimento é elevar em demasia o teor de rejeito principalmente para as madeiras das espécies de maior teor de lignina como é o caso do **E. grandis**, **E. camaldulensis** e **E. cloeziana**. Por outro lado essas celuloses consomem maior quantidade de cloro durante o branqueamento. Como as diferenças dos rendimentos nas faixas de permanganato ensaiadas não parecem ser significativas o ideal talvez seja trabalhar com NP 11-12, principalmente para **E. grandis** e **E. urophylla**. Os rendimentos encontrados para a madeira de **E. camaldulensis** e **E. torelliana** foram relativamente baixos.

Os rendimentos em celulose branqueada se mantiveram na faixa de 42,0 a 48,8%. As celuloses com NP 11-12 foram as que se apresentaram superiores nesse particular.

Em função dos rendimentos obtidos após o branqueamento para as celuloses do primeiro grupo (NP 11-12) e das respectivas densidades das madeiras, pode-se estimar as necessidades em estéreos de madeira descascada para a produção de 1 tonelada de celulose branqueada (a.s. ou seca ao ar). Admitindo-se um fator de empilhamento igual a 1,4, teríamos:

Estéreos de madeira descascada, necessários para a produção de uma tonelada de celulose sulfato branqueada

Espécies	Celulose a.s.	Celulose seca ao ar (10%U)
<b>E. grandis</b>	6,82	6,14
<b>E. urophylla</b>	6,26	5,63
<b>E. camaldulensis</b>	6,88	6,20
<b>E. cloeziana</b>	5,53	4,98
<b>E. torelliana</b>	6,21	5,59
<b>E. tessellaris</b>	6,03	5,43

Por estes dados se pode observar que o **E. cloeziana** apresenta a vantagem de, dando um rendimento semelhante ao **E. grandis** e pelo fato de possuir uma maior densidade, necessitar de quantidades bem menores de madeira para a produção de 1 tonelada de celulose sulfato branqueada. Sob este ponto de vista seria a melhor espécie entre as ensaiadas não fossem as inferiores resistências físico-mecânicas apresentadas.

O **E. camaldulensis** confirma seu menor rendimento no processo de cozimento e branqueamento, necessitando as maiores quantidades de madeira entre todos.

Quanto às resistências físico-mecânicas as celulosas branqueadas e não-branqueadas das madeiras de **E. grandis** e **E. urophylla** mostraram uma superioridade em termos de resistência à tração.

Por outro lado, as celulosas de **E. grandis** e **E. camaldulensis** se destacaram por apresentar maiores valores para resistências ao arrebentamento, rasgo e dobragem.

As celulosas que apresentaram maior velocidade de refinação foram obtidas do **E. camaldulensis**, **E. torelliana** e **E. tessellaris**.

As celulosas da madeira do **E. cloeziana** foram as que mostraram piores características de resistência.

Do ponto de vista tecnológico, visando-se a produção de celulose sulfato branqueada, as espécies podem ser assim classificadas:

a) Em termos de rendimento em celulose branqueada:

**E. cloeziana** > **E. urophylla** > **E. torelliana** > **E. grandis** > **E. camaldulensis** > **E. tessellaris**

b) Em termos de consumo de madeira (estéreis para a produção de 1 tonelada de celulose branqueada) :

**E. cloeziana** < **E. tessellaris** < **E. torelliana** < **E. urophylla** < **E. grandis** < **E. camaldulensis**

Em termos de resistências físico-mecânicas:

**E. grandis** > **E. urophylla** > **E. camaldulensis** > **E. torelliana** > **E. tessellaris** > **E. cloeziana**

Procurando-se associar rendimento, consumo de madeira e resistência físico-mecânicas da celulose, o ideal talvez seja procurar trabalhar com misturas das espécies, visando-se aproveitar as melhorias características e potencialidades de cada uma. Recomenda-se, pois, o estudo de produção de celulose a partir das espécies aqui ensaiadas em misturas adequadas tanto do ponto de vista tecnológico como silvicultural.

## 6 - Resumo

Visando a produção de celulose sulfato não-branqueada e branqueada foram ensaiadas madeiras de **E. grandis**, **E. urophylla**, **E. camaldulensis**, **E. cloeziana**, **E. torelliana** e **E. tessellaris**, espécies introduzidas no Estado do Espírito Santo.

São apresentados os resultados de estudos anatômicos, físicos e químicos das madeiras, rendimentos em celulose não-branqueada e branqueada e suas características químicas e de resistências físico-mecânicas.

## 7. Referências bibliográficas

- AMICI, V. & PASTINA, F. - 1961 - Mechanical pulp from **Eucalyptus camaldulensis**. **Cellulosa e carta**, Roma, **17**(3): 17-34.
- 1964 - The operation of a pocket guider and the determinations of guiding pressure: second report on mechanical pulp from **Eucalyptus camaldulensis** Dehn. **Cellulosa e carta**, Roma, **15**(2): 7-32.
- BARBADILW, G. P. - 1967 - Sulfate pulps from eucalypts mixtures. **Boletín. Asociación Mexicana de la Industria Técnica de Celulosa y Papel**, México, **7**(1):45-56.
- BARRICHELO, L.E.G. & FOELKEL, C.E.B. - 1975 - **Método nítricoacético para maceração de madeiras**. Piracicaba, ESALQ/USP . 4 p. (mimeografado).
- BUSTAMANTE, E. L. & CAPEROS, S.A. - 1964 - **Utilization of small -dimensioned wood of Eucalyptus globulus e E. camaldulensis as a pulp raw material**. Inst. For. Invest. Exper. 173 p. (Boletim, 87).
- FOELKEL, C.E.B.; BRASIL, M.A.M. & BARRICHEW, L.E.G. - 1972 - Métodos para determinação da densidade básica de cavacos para coníferas e folhosas. **IPEF**, Piracicaba, (2/3):65-74.
- FOREST PRODUCTS LABORATORY - 1958 - Pulping and papermaking experiments on **Eucalyptus**. Madison, FLP .
- GUHA, S.R.D. & KUMAR, K. - 1968 - Chemical pulps for writing and printing paper from **Eucalyptus camaldulensis**. **Indian forester**, Dehra Dun, **94**(2):191-3, fev.
- GUHA, S.R.D.; NATH, P. & MATHUR, G. M. - 1969 - Neutral sulfite semi chemical pulps from **Eucalyptus grandis**. **Indian forester**, Dehra Dun, **95** (5):353-5, mai.
- GUHA, S.R.D.; SINGH, T. M. & SABHAWAL, H. S. - 1970 - **Eucalyptus torelliana** as a raw material for paper pulp. **Indian forester**, Dehra Dun, **96** (7):530-4, jul.
- GUHA, S.R.D. et alii - 1967 - Chemical, semi chemical and mechanical pulp from **Eucalyptus grandis**. **Indian forester**, Dehra Dun, **93** (6):360-72, jun.
- JEFFREYS, R.B. - 1954 - Pulp and papermaking from eucalyptus in Australia. **The world's paper trade review**, Londres, 22: 1825-44.

- LEWIN, M. & LENGYEL, A. - 1956 - Preparations of pulps by the sulphate process from **Eucalyptus rostrata** grown in Israel and their bleaching. **Bulletin. Research council of Israel**, **5** (2/3): 181-213.
- MATHUR, G.M. & SHARMA, Y .K. - 1969 - Newsprint from **Eucalyptus grandis**. **Indian pulp paper**, Calcutta, **23** (11): 609-11.
- MORUD, B. - 1962 - Papermaking properties of hardwood pulps. **Norsk skogindustri**, Oslo, **2** (27) :30-2.
- PEREIRA, R.A.G. - 1969 - Celulose sulfato de madeiras de espécies de eucaliptos. In: **Convenção anual da ABCP**, 2.<sup>a</sup>, São Paulo, 33 p.
- PRYOR, L.D. - 1971 - Aspectos da cultura do eucalipto no Brasil. **IPEF**, Piracicaba, (2/3): 53-9.
- QUEIROZ, M.G. - 1972 - Comportamento de várias espécies de eucalipto na obtenção de pastas sulfato. **O papel**, São Paulo, **33** (3): 51-5, mar.
- SRIVASTANA, J.S. & MATHUR, G.M. - 1964 - Chemical pulps for writing and printing papers from **Eucalyptus grandis**. **Indian pulp paper**, Calcutta, **19** (3): 215-6.
- WATSON, A.J. & COHEN, W.E. - 1969 - Pulping of eucalypts: an historical survey. **Appita**, Victoria, **22** (4): 17-8.

# Quando pensar em papel pense "Suzano-Feffer."

Naturalmente! É o que fazem 77% de todos os consumidores de papéis e cartões! E por que? Suzano-Feffer produz a mais completa linha de cartões e papéis do mercado.

Para escrever, para impressão de revistas e livros, cartazes, folhetos, displays, catálogos, calendários, formulários contínuos, impressos comerciais, pastas, fichas, embalagens de cartão e cartolina para produtos de consumo, para variados usos industriais... e outros mais que você "bolar".

Além da atenção pessoal às necessidades dos consumidores, 4 fábricas ajudam a tornar tudo isso possível. Inclui-se neste equipamento a maior e mais avançada máquina para cartões e cartolinas do país.

# Por isso, pensar em papel é pensar "Suzano-Feffer." Naturalmente!

# Quando pensar em papel pense "Suzano-Feffer."

Naturalmente! É o que fazem 77% de todos os consumidores de papéis e cartões! E por que? Suzano-Feffer produz a mais completa linha de cartões e papéis do mercado.

Para escrever, para impressão de revistas e livros, cartazes, folhetos, displays, catálogos, calendários, formulários contínuos, impressos comerciais, pastas, fichas, embalagens de cartão e cartolina para produtos de consumo, para variados usos industriais... e outros mais que você "bolar".

Além da atenção pessoal às necessidades dos consumidores, 4 fábricas ajudam a tornar tudo isso possível. Inclui-se neste equipamento a maior e mais avançada máquina para cartões e cartolinas do país.

## Por isso, pensar em papel é pensar "Suzano-Feffer." Naturalmente!

# Comp. Agrícola e Industrial CÍCERO PRADO

## PAPÉIS — CELULOSE

Papéis: Cristalite — Granado — Flor Post — Seda  
Kraft — Monolúcido

Cartolinas: Duplex Cromo — Kraft para Lixa

## PAPÉIS ESPECIAIS PARA CARTONAGENS CELULOSE DE EUCALIPTO

### S E D E:

AVENIDA RIO BRANCO, 1675 — SÃO PAULO  
ENDEREÇO TELEGRÁFICO: «CICERPRADO»  
CAIXA POSTAL, 7727

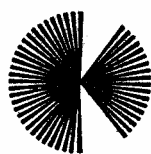
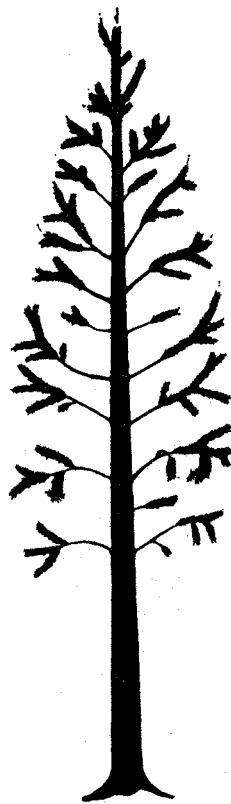
### F A B R I C A :

FAZENDA CORUPUTUBA — PINDAMONHANGABA  
TELEFONES: 2641 — 2642 — 2643 — EST. S. PAULO

# SEMENTES SELECIONADAS!

PINUS taeda e PINUS elliottii

A BASE DE UM  
REFLORESTAMENTO  
BEM SUCEDIDO



Departamento Florestal  
Klabin do Paraná

ENDEREÇO: Logoa. Monte Alegre, Estado do Paraná  
Aceita-se pedidos através dos escritórios:  
Rio-Gr: 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