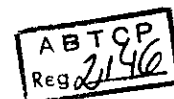


CELULOSE KRAFT DE *Eucalyptus camaldulensis* E *Eucalyptus globulus*

Gonzaga, J.V. - CREA 78358-D  
 Busnardo, C.A. - CREA 3730-P  
 Foelkel, C.E.B. - CREA 3304-D  
 Menochelli, S.

Riocell - Rio Grande Cia. de Celulose do Sul - Guaíba - Brasil



O. Resumo

Visando a caracterização da qualidade da celulose kraft não branqueada, foram ensaiadas madeiras de *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus globulus*, espécies introduzidas na região de Guaíba, estado do Rio Grande do Sul. Na época do abate, as árvores correspondentes a *E. camaldulensis* e *E. globulus* contavam respectivamente com 8 anos e 8 anos e 7 meses de idade.

O processo utilizado para produção de celulose foi o processo kraft, com condições de cozimento efetuadas de modo a proporcionar polpas com número kappa na faixa de  $20 \pm 1,5$ . As polpas obtidas foram devidamente analisadas, bem como os resultados da deslignificação e seus respectivos licores de cozimento.

Os resultados obtidos relativos à deslignificação das madeiras, características dos licores negros residuais e propriedades físico-mecânicas e óticas das polpas não branqueadas, foram analisados em comparação com os obtidos para *E. saligna*, espécie comumente utilizada na produção de celulose kraft de fibras curtas no Brasil.

1. Introdução

No Brasil, dentro do gênero *Eucalyptus*, as espécies *E. grandis*, *E. wrophylla* e *E. saligna* têm sido usadas com sucesso pelas indústrias de celulose e papel, por apresentarem madeiras relativamente similares, maiores crescimentos volumétricos nos primeiros anos após o plantio, além de produzirem celulose de boa qualidade. Entretanto, em virtude da crescente escassez de matéria-prima, ênfase especial têm sido dada à caracterização da madeira e celulose de outras espécies não tradicionais, as quais, por apresentarem bom desenvolvimento silvicultural em regiões adversas para o *E. saligna*, *E. wrophylla* e *E. grandis*, constituem-se numa fonte alternativa perfeitamente viável para o abastecimento do setor celulósico. Entre estas espécies, se destacam silviculturalmente, na região de Guaíba - RS, as espécies *E. camaldulensis* e *E. globulus*. Essas duas espécies são amplamente utilizadas nos países ibero-mediterrânicos para essa finalidade.

Nesta pesquisa, os autores estudaram a deslignificação e as propriedades físico-mecânicas e óticas das celulosas obtidas a partir de madeiras de procedências correspondentes às espécies citadas.

Os resultados foram analisados em comparação com os obtidos para *E. saligna*, cuja madeira e celulose foram tomadas como referências por se tratar de uma espécie tradicional na indústria brasileira de celulose de fibras curtas.

## 2. Revisão bibliográfica

### 2.1. *Eucalyptus camaldulensis*

A madeira de *E. camaldulensis* é utilizada na fabricação de celulose em Portugal, Israel, Itália, Espanha e Marrocos(7).

BARRICHELO & BRITO(1) utilizaram as madeiras de *E. cloeziana*, *E. torelliana*, *E. grandis*, *E. camaldulensis*, *E. urophylla* e *E. tessellaris* na produção, em laboratório, de celulose sulfato. Encontraram um consumo específico, para a madeira de *E. camaldulensis*, de 6,88 st/tonelada de celulose s.e., e essa espécie foi a que apresentou menor rendimento após cozimento e branqueamento da celulose. Os autores afirmaram, ainda, que as desvantagens do *E. camaldulensis* na produção de celulose podem ser contornadas pelo uso em mistura com outras espécies, visando aproveitar as melhores características e potencialidade de cada uma.

A celulose dessa espécie, geralmente é considerada inferior às obtidas de algumas outras espécies comerciais de eucaliptos (6,8 e 9). Essa inferioridade é explicada, em alguns casos, pelo menor teor de celulose, maior teor de lignina e menor comprimento de fibras da sua madeira.

### 2.2. *Eucalyptus globulus*

BARRICHELO & FOELKEL (2) produziram celulose sulfato a partir de madeira de *E. globulus*. Os resultados obtidos pelos autores mostraram valores excelentes de rendimento, resistências à tração, ao arrebentamento e alongamento, os quais se igualaram aos obtidos para outras espécies, como *E. saligna* e *E. grandis*. Os valores encontrados para resistência ao rasgo foram razoáveis.

Foi com a madeira de *E. globulus* que pela primeira vez se produziu celulose de eucalipto. Isso ocorreu em Portugal, em 1906, e a celulose foi produzida pelo processo sulfito(5). A partir de 1920, outros países aderiram ao uso desta madeira em substituição aos materiais fibrosos da época (conífera, esparto, palhas, trapos, etc).

É sabido também que pasta mecânica de *E. globulus* era produzida em escala comercial por volta de 1914 a 1918 na Espanha (5).

BARRICHELO & BRITO (2) realizaram estudos comparativos de celulose sulfato de madeiras de diferentes espécies de eucalipto. A madeira de *E. globulus* se caracterizou por ser facilmente deslignificada durante o cozimento conjunto, o que se traduziu na produção de celulose com baixo número de permanganato. A celulose obtida apresentou elevados valores para resistência à tração e arrebentamento.

## 3. Material

O material para a realização do presente estudo constituiu-se inicialmente de árvores provenientes de parcelas experimentais homogêneas de duas procedências de *E. camaldulensis*, e povoamento comercial de *E. globulus*, localizados na região de Guaíba e pertencentes à Riocell - Rio Grande Cia de Celulose do Sul.

As parcelas correspondentes às procedências de *E. camaldulensis* fazem parte de um ensaio de introdução e competição entre onze procedências

da espécie. Apenas as procedências N. Cloncurry - Queensland e W. Moree - New South Wales, por terem apresentado melhor desenvolvimento silvicultural, foram analisadas. O experimento foi instalado em março de 1974, com espaçamento 3m x 3m, e contava com aproximadamente 8 anos no momento do abate.

A semente usada para implantação do povoamento comercial de *E. globulus* foi colhida no Parque Henrique VII, em Lisboa - Portugal. O povoamento foi implantado em dezembro de 1973, com espaçamento 3m x 2m, e contava com aproximadamente 8 anos e 7 meses no momento do abate.

#### 4. Metodologia e resultados

##### 4.1. Amostragem

Nas parcelas correspondentes às procedências de *E. camaldulensis*, bem como no povoamento comercial referente à espécie *E. globulus* de procedência de Lisboa, foram selecionadas e abatidas quatro árvores, consideradas silviculturalmente superiores. Este procedimento foi efetuado, tendo em vista o interesse de se verificar o comportamento das cepas correspondentes, objetivando avaliar as respectivas brotações para fins de propagações vegetativas com a finalidade de melhoramento florestal. Para cada árvore foram amostrados dois discos por posição, nas alturas correspondentes a base, DAP, 25%H, 50%H, 75%H e 100%H, sendo H a altura comercial da árvore, considerada até um diâmetro mínimo de 6 cm.

Os discos foram transformados manualmente em cavacos, objetivando a obtenção de cavacos com dimensões similares às que seriam obtidas por um picador industrial.

Os cavacos foram secos ao ar até aproximadamente 10% de umidade, e a seguir classificados para a remoção de nós. Procedimento semelhante foi efetuado para a madeira correspondente à espécie *Eucalyptus saligna* de procedência da Austrália, a qual foi utilizada como referência, por ser uma espécie tradicional no setor celulósico brasileiro de fibras curtas.

##### 4.2. Determinação da densidade básica dos cavacos

A determinação da densidade básica dos cavacos foi efetuada pelo método da balança hidrostática. Para cada amostra foram realizadas três determinações em paralelo. Os resultados correspondentes aos valores médios de densidade básica para cada procedência e espécie, estão apresentados no Quadro I.

QUADRO I - Valores médios de densidade básica das madeiras

ESPÉCIE	PROCEDÊNCIA	DENSIDADE BÁSICA (g/cm <sup>3</sup> )
<i>E. camaldulensis</i>	N. Cloncurry	0,478
<i>E. camaldulensis</i>	W. Moree	0,480
<i>E. globulus</i>	Lisboa	0,565
<i>E. saligna</i>	Austrália	0,504

##### 4.3. Produção de celulose

Para a obtenção de celulose foi empregado o processo kraft. Os cozimentos foram efetuados em digestor de laboratório, de aço inoxidável, aquecimento direto, rotatório e com 20 litros de capacidade. Foram realiza-

dos dois cozimentos por tratamento, e as condições foram preliminarmente pré-estabelecidas, com exceção do álcali ativo, o qual foi adequadamente modificado em função do número kappa das celuloses produzidas. Tratamentos cujos números kappa das celuloses obtidas estiveram fora do intervalo estipulado de  $20 \pm 1,5$ , foram desconsiderados, e novos cozimentos foram realizados, com alterações apenas no teor de álcali ativo aplicado. As condições adotadas nos cozimentos kraft das madeiras ensaiadas estão relatadas no Quadro II.

Ao final do período de cozimento, despressurizava-se o digestor e o material era recolhido sobre uma tela fina. A fração sólida resultante em cada tratamento era passada por um refinador de discos para promover a individualização das fibras, sendo a seguir, perfeitamente lavada para remoção da alcalinidade residual. Na fração sólida, efetuaram-se as determinações de rendimento bruto, rendimento depurado, teor de rejeitos, número kappa, viscosidade intrínseca e solubilidades em NaOH 5%, 8%, 10% e 18%.

As análises químicas, com exceção às de solubilidades, foram efetuadas segundo os procedimentos da TAPPI. As respectivas solubilidades foram efetuadas segundo procedimentos da SCAN. Em adição, foram determinados os consumos específicos de madeira, expressos em  $m^3$  sólido por tonelada s.e. de celulose depurada.

Os valores médios, relativos a determinações em duplicata, efetuados para a fração sólida, assim como os correspondentes fatores H, estão apresentados no Quadro III.

QUADRO II - Condições utilizadas para os cozimentos

PARÂMETRO	ESPÉCIE E PROCEDÊNCIA			
	<i>E. camaldulensis</i>		<i>E. globulus</i>	<i>E. saligna</i>
	N. Cloncurry	W. Moree	Lisboa	Austrália
Álcali ativo, %	17,5	17,5	13,5	14,5
Sulfidez, %	25,0	25,0	25,0	25,0
Relação licor/madeira	4/1	4/1	4/1	4/1
Tempo até temperatura máxima, minutos	90	90	90	90
Tempo à temperatura máxima, minutos	45	45	45	45
Temperatura máxima	170	170	170	170

QUADRO III - Valores relativos às características das polpas produzidas

ESPÉCIE	PROCEDÊNCIA	RESULTADOS										Consumo específico de madeira (m <sup>3</sup> sol/t s.e. de cel. depurada)
		Fator H	Rendimento bruto (%)	Teor de rejeitos (%)	Viscosidade (cm <sup>3</sup> /g)	Alvura (%)	Solubilidade a 20°C, %	S8	S10	S18		
<i>E. camaldulensis</i>	N. Cloncurry	837,2	41,92	41,82	0,10	985	38,1	10,75	11,32	8,23	6,81	5,00
<i>E. camaldulensis</i>	W. Moree	818,0	42,13	42,02	0,11	935	38,1	9,86	10,72	8,76	6,73	4,96
<i>E. globulus</i>	Lisboa	817,4	52,13	50,03	2,10	1163	40,3	13,28	9,95	6,79	5,95	3,51
<i>E. saligna</i>	Austrália	818,1	50,69	50,29	0,40	1166	33,5	10,26	11,61	9,50	7,34	3,95

#### 4.4. Análise dos licores residuais

Durante a fase de despressurização do digestor, foram retiradas amostras dos licores residuais, as quais foram analisadas no que diz respeito a: pH, álcali ativo residual, densidade, teor de sólidos, teores de matéria orgânica e matéria inorgânica. A metodologia utilizada para a realização destas análises foi a preconizada pela TAPPI. Os resultados médios, relativos a determinações em duplicata, efetuadas para os licores residuais, bem como os valores correspondentes aos álcalis ativos consumidos base madeira, estão apresentados no Quadro IV.

#### 4.5. Preparo das amostras para ensaios físico-mecânicos e óticos

O refino da celulose depurada foi efetuado em moinho centrífugo Jokro-Mühle, 150 rpm, utilizando-se 16 gramas s.e. por panela, a uma consistência de 6%. O refino foi conduzido, utilizando-se em média, quatro tempos por polpa, inclusive o tempo zero minutos. O grau de refino era determinado como grau Schopper-Riegler, de acordo com o método C-10, da ABCP.

A seguir, foram preparadas folhas com gramatura ao redor de 60g/m<sup>2</sup>, em aparelho formador de folha tipo TAPPI. Foram confeccionadas 8 folhas por tempo de refino, totalizando dessa forma 32 folhas por cozimento. As folhas destinadas aos testes foram acondicionadas durante 48 horas em ambiente climatizado à temperatura de 23°C±2°C e umidade relativa de 50±2%, de acordo com as condições preconizadas pela TAPPI. A seguir, procederam-se aos ensaios conforme TAPPI T220. No Quadro V estão apresentados os resultados médios das propriedades físico-mecânicas e óticas das celuloses ensaiadas para os quatro níveis de refino.

QUADRO IV - Análise dos licores residuais de cozimento e consumo de álcali

ESPECIE	PROCEDÊNCIA	pH	Densidade (g/cm <sup>3</sup> )	TEOR DE:			Alcali ativo consumido, base madeira (%)	
				Matéria orgânica, base sólidos (%)	Matéria inorgânica, ca, base sólidos (%)	Sólidos (%)		
<i>E. camaldulensis</i>	N. Cloncurry	13,3	1,085	60,76	39,24	16,86	19,47	9,28
<i>E. camaldulensis</i>	W. Moree	13,3	1,084	62,59	37,41	16,59	19,15	9,41
<i>E. globulus</i>	Lisboa	13,0	1,065	62,02	37,98	13,23	13,68	7,75
<i>E. saligna</i>	Austrália	12,9	1,075	62,48	37,52	15,12	11,06	9,88

QUADRO V - Propriedades físico-mecânicas e óticas das polpas produzidas

ESPÉCIE	PROCEDÊNCIA	Nº de re- voluções (x 10 <sup>3</sup> )	OSR	Índice de tração (gf.m/g)	Índice de rasgo (gf.m <sup>2</sup> /100g)	Índice de de es- fouro (gf/cm <sup>2</sup> )	Alonga- mento (%)	Volume especí- fico (cm <sup>3</sup> /g)	Resis- tência ao ar (Δ/100cm <sup>3</sup> )	OPA- dade (%)	Alvu- ra (%ISO)	Ascensão capilar KLEMM (mm/10 mLn)
<i>E. camaldulensis</i>	N. Cloncurry	0,00	16	4793	46,1	25,5	1,6	2,06	1,6	99,6	38,1	85,0
		0,46	25	7543	73,2	47,6	2,6	1,74	6,1	99,4	36,6	66,0
		2,60	40	10872	90,7	80,1	4,2	1,49	38,2	98,8	32,7	39,6
		5,00	55	12029	87,4	95,4	5,0	1,36	132,4	98,1	30,0	26,1
<i>E. camaldulensis</i>	W. Moree	0,00	18	5097	51,4	24,5	1,5	2,09	1,3	99,4	38,1	87,5
		0,31	25	7271	71,5	43,7	2,4	1,88	4,0	99,5	36,8	70,9
		2,83	40	11328	98,4	79,6	4,2	1,55	32,9	99,1	33,9	43,3
		5,74	55	12973	100,3	96,3	5,2	1,40	91,7	99,0	30,4	30,2
		0,00	16	4970	66,2	25,6	1,4	2,37	0,7	99,0	40,3	102,3
<i>E. globulus</i>	Lisboa	2,86	25	11374	114,6	85,4	3,8	1,81	6,0	97,8	35,4	63,0
		5,80	40	13703	114,1	103,6	4,7	1,54	42,7	97,1	32,9	40,4
		6,76	55	14122	104,5	113,6	5,1	1,44	137,7	96,6	31,2	24,3
<i>E. saligna</i>	Austrália	0,00	20	6252	86,0	29,1	1,4	2,23	1,0	99,2	33,5	96,8
		0,23	25	7703	108,5	40,1	1,7	2,03	2,4	99,1	32,7	78,5
		2,50	40	11970	141,1	75,4	3,2	1,69	26,5	98,7	32,3	43,3
		4,03	55	13383	134,6	95,1	4,1	1,52	98,5	98,0	27,6	32,6



## 5. Discussão dos resultados

A análise do Quadro I revela que os valores de densidade básica se mostraram dentro dos padrões normais para as espécies nas idades ensaiadas, com exceção para o *E. globulus* que apresentou densidade relativamente elevada.

De acordo com os resultados correspondentes às características anatômicas da madeira desta espécie, obtidos por GONZAGA et alii(4), a maior densidade da madeira de *E. globulus* deve estar relacionada com as menores dimensões e/ou proporção de seus elementos de vaso, já que suas fibras apresentaram menores valores para espessura de parede e maiores diâmetros de lúmen, quando comparadas às obtidas para madeira de *E. camaldulensis*.

Os resultados apresentados nos Quadros II e III permitem observar diferenças marcantes no comportamento das espécies ensaiadas. Menores valores para rendimento bruto, rendimento depurado e teor de rejeitos foram encontrados para as polpas de *E. camaldulensis*, mais notadamente para a procedência de N. Cloncurry. A pequena diferença entre os rendimentos em celulose encontrada para as duas procedências de *E. camaldulensis*, é perfeitamente compreensível, tendo em vista o maior fator H empregado para a procedência de N. Cloncurry, o qual deve ter contribuído para uma maior remoção de carboidratos desta madeira. A espécie *E. globulus* se caracterizou por apresentar o maior rendimento bruto em celulose. Entretanto, o elevado teor de rejeitos apresentado pela celulose, proporcionou ao *E. saligna* aparecer como a espécie que forneceu maior rendimento em celulose depurada. O elevado teor de rejeitos apresentado pela celulose de *E. globulus* pode ser atribuído à mais alta densidade básica de sua madeira, a qual contribuiu para que houvesse uma maior dificuldade na penetração do licor de cozimento.

Em função dos rendimentos em celulose depurada e das respectivas densidades das madeiras, pode-se calcular as necessidades em  $m^3$  sólido de madeira descascada para a produção de uma tonelada de celulose não branqueada (seca em estufa). Por estes cálculos, pode-se observar que a espécie *E. globulus*, mesmo apresentando rendimento ligeiramente inferior ao *E. saligna*, pelo fato de possuir maior densidade, necessita de menor volume de madeira para a produção de uma tonelada de celulose kraft não branqueada. Por outro lado, os baixos rendimentos em celulose e menores densidades básicas das madeiras correspondentes às procedências de *E. camaldulensis*, contribuíram para que esta espécie apresentasse elevados consumos específicos de madeira.

Altas porcentagens de álcali ativo no início dos cozimentos, para obtenção da deslignificação desejada, contribuíram para a produção de polpas com menores viscosidades. Foram os casos das madeiras correspondentes às procedências de *E. camaldulensis*, cujos álcalis ativos iniciais foram 17,5%. A espécie *E. globulus*, além de necessitar menor álcali ativo no início do cozimento, proporcionou a obtenção de celulose com viscosidade similar àquela obtida a partir de madeira de *E. saligna*.

Mesmo trabalhando com celulosas a graus de deslignificação semelhantes, observou-se que diferenças mínimas não significativas de número kappa, refletiram em valores de alvura diferentes. Foi o caso da espécie *E. saligna*, cuja celulose apresentou alvura inferior àquelas obtidas para as outras espécies. Entretanto, essa diferença de alvura da celulose não branqueada pode perfeitamente ser melhorada a nível de igualdade com as demais, por ocasião do processo de branqueamento.

O tratamento das polpas não branqueadas com NaOH a 20°C e a várias concentrações revelaram elevados teores de substâncias solubilizadas. O tratamento com NaOH 8% confirmou a sua maior relação com o teor de hemi-celulosas da polpa, quando comparado aos tratamentos com NaOH 5%, 10% e 18%. Excetuando-se a espécie *E. globulus*, as demais espécies apresentaram maiores

teores de material extraído com NaOH 8%.

Relativamente às características dos licores negros residuais, o Quadro IV permite observar que os tratamentos correspondentes às madeiras que exigiram maiores quantidades de produtos químicos na deslignificação, normalmente apresentaram maiores valores de pH nos licores negros residuais. Foram os casos das procedências correspondentes à espécie *E. camaldulensis*, as quais exigiram 17,5% de álcali ativo, e, conseqüentemente resultaram nos mais altos pH's dos licores negros residuais (13,3).

Os licores residuais correspondentes às procedências de *E. camaldulensis* apresentaram os maiores valores de densidade e teores de sólidos. Estes parâmetros dos licores destas procedências são perfeitamente compreensíveis, tendo em vista os baixos rendimentos em celulose e elevados valores de álcali ativo desses tratamentos. Maiores valores de álcali ativo com sumido base madeira foram observados para as espécies *E. camaldulensis* e *E. saligna*, enquanto a espécie *E. globulus* se caracterizou por apresentar o menor consumo. Quanto às propriedades físico-mecânicas e óticas das celulosas não branqueadas, os resultados apresentados no Quadro V permitem observar que a espécie *E. globulus* mostrou-se muito promissora no que diz respeito à qualidade de sua celulose. Seu único problema foi a maior dificuldade de refinação. A velocidade de refino é uma propriedade importante quando se considera a economia de energia para se atingir um determinado grau de moagem. Quanto a este aspecto, a polpa correspondente à madeira de *E. globulus* se caracterizou por necessitar maior tempo de moagem para se atingir os graus de refinamentos desejados. A celulose que se refinou mais rapidamente foi a obtida de *E. saligna*.

De uma maneira geral, excetuando-se os valores de índice de rasgo, as propriedades físico-mecânicas correspondentes à celulose de *E. globulus* superaram aquelas obtidas para a polpa de *E. saligna* nos vários níveis de refino efetuados. Entretanto, ao nível 25°SR, a celulose de *E. globulus* atingiu maior índice de rasgo. Um aspecto importante da celulose não refinada correspondente ao *E. globulus* foi o seu elevado volume específico. Entretanto, por ocasião do refino, esta propriedade não foi totalmente conservada. Mesmo assim, quando comparada às demais espécies, mostrou-se inferior apenas ao *E. saligna*.

Os mais altos valores de resistência à passagem de ar, excetuando-se aqueles obtidos para a polpa não refinada, foram observados para as celulosas correspondentes à espécie *E. globulus*. Situação semelhante ocorreu para a alvura da celulose desta espécie, onde todos os níveis de refino apresentaram os maiores valores, quando comparados aos correspondentes dos demais tratamentos.

Os maiores valores de ascensão capilar foram observados para a celulose de *E. saligna*, enquanto as celulosas correspondentes às procedências de *E. camaldulensis* se caracterizaram por apresentar as mais altas opacidades.

As procedências correspondentes à espécie *E. camaldulensis*, embora tenham apresentado propriedades inferiores àquelas obtidas para *E. globulus* e *E. saligna*, tiveram suas celulosas apresentando elevados valores de índice de tração, volume específico e opacidade. Infelizmente, esta espécie apresentou baixo rendimento por ocasião da deslignificação. Mesmo assim, é de se esperar que o uso de suas madeiras em pequenas proporções com outras espécies tradicionalmente usadas, poderia contribuir no sentido de se obter uma integração de propriedades desejáveis.

## 6. Conclusão

Com base nos resultados obtidos e para as condições adotadas nes

te experimento, pode-se concluir que as duas espécies e procedências estudadas, produziram celuloses de qualidades satisfatórias. A madeira correspondente à espécie *E.globulus* foi a que conduziu à celulose de melhor qualidade. O único senão observado foi a maior dificuldade de refino. Entretanto, os elevados valores de propriedades físico-mecânicas e óticas de sua celulose, bem como os elevados rendimentos bruto e depurado e baixo consumo específico de madeira, colocam esta espécie numa posição de destaque quando comparada às demais espécies tradicionais na indústria de celulose.

As madeiras correspondentes às procedências de *E.camaldulensis* produziram celuloses cujas características variaram de satisfatórias para boas, dependendo das propriedades desejadas do produto final. Os principais problemas apresentados por esta espécie foram a necessidade de elevados álcalis ativos na deslignificação e baixo rendimento em celulose, o que a coloca em desvantagem quando comparada às demais espécies tradicionalmente usadas na indústria de celulose. Mesmo assim, considerando os aspectos silviculturais desta espécie e determinadas características importantes de sua celulose, a utilização de sua madeira em pequenas proporções com as espécies tradicionais, se traduz num procedimento perfeitamente viável. Esse procedimento pode se tornar necessário em condições de implantação de povoamentos em regiões em que o *E.camaldulensis* mostre vantagens silviculturais.

#### 7. Literatura citada

- BARRICHELO, L.E.G. & BRITO, J.O. Potencialidade de espécies tropicais de eucalipto para produção de celulose sulfato branqueada. IPEF, Piracicaba, (13): 9-37, 1976.
- BARRICHELO, L.E.G. & BRITO, J.O. Celulose sulfato de madeiras de diferentes espécies de eucalipto. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 4., Belo Horizonte, 1982. Anais. São Paulo, 1983. p.734-738. (ed. esp. Silvicultura, 8(28):734-738, jan./fev. 83).
- BARRICHELO, L.E.G. & FOELKEL, C.E.B. Estudos para produção de celulose sulfato de seis espécies de eucalipto. IPEF, Piracicaba, (12):77-95, jun. 1976.
- FOELKEL, C.E.B. & BARRICHELO, L.E.G. Tecnologia de celulose e Papel. Piracicaba, ESALQ, 1975. 207p.
- FOELKEL, C.E.B. et alii. Eucaliptos tropicais na produção de celulose kraft, In: CONGRESSO ANUAL DA ABCP, 11. São Paulo, 1978. Semana do Papel. p.5-12.
- GOLFARI, L. Zoneamento ecológico do Estado de Minas Gerais para reflorestamento. Belo Horizonte, Centro de Pesquisas Florestais da Região do Cerrado, 1975. 65p. (PNUD/FAO/IBDF-BRA/71/545. Série técnica,3).
- GONZAGA, J.V. et alii. Estudo comparativo da qualidade da madeira de duas procedências de *Eucalyptus camaldulensis* e uma de *Eucalyptus globulus* introduzidas na região de Guaíba - RS. Guaíba, Riocell, 1984. 20p. (Trabalho a ser apresentado no XVII CONGRESSO ANUAL DA ABCP, São Paulo, 19 a 23 de novembro de 1984).
- GONZAGA, J.V. et alii. Deslignificação da madeira de *Eucalyptus camaldulensis* de origem híbrida. Guaíba, Riocell, 1982. (Relatório técnico DIQUA. 040). Circulação Interna.
- QUEIROZ, M.G. Comportamento de várias espécies de eucalipto na obtenção de pastas sulfato. O Papel, São Paulo, 33(3):51-56, mar. 1972.