



Influência dos cavacos de *Eucalyptus dunnii* sobre o processo de produção de celulose kraft de *Eucalyptus grandis*

Francides Gomes da Silva Júnior*

Introdução

A utilização da madeira de espécies de *Eucalyptus* spp. como fonte de matéria-prima para indústrias de celulose já é uma prática consagrada mundialmente. Entretanto, no Brasil, dentre as várias espécies do gênero *Eucalyptus* apenas algumas são utilizadas para esse fim, destacando-se o *E. grandis*, *E. saligna* e *E. urophylla*.

O *E. grandis*, *E. saligna* e *E. urophylla* são espécies que apresentam grande plasticidade ecológica, desenvolvendo-se bem em grande extensão do território nacional, embora sujeitas aos efeitos nocivos das geadas (Golfari et al., 1959, citado por Monteiro, 1990).

Monteiro (1990) afirma que, na região Sul do Brasil, as baixas temperaturas e as geadas criam grandes restrições à ampla utilização das terras para o cultivo do eucalipto, e entre as espécies que apresentam maior tolerância ao frio nesta região está o *E. dunnii*. Com base nesta característica, algumas empresas têm elaborado programas de pesquisas de avaliação silvicultural e de melhoramento para essa espécie.

Considerada de baixa durabilidade, com densidade básica ao redor de 0,610 g/cm³ e de qualidade inferior à de *E. saligna* e *E. microcorys*, a madeira de *E. dunnii*, oriunda de povoamentos natu-

rais, tem sido utilizada para construções leves e para serraria (Bootle, 1983, citado por Pereira et al., s.d.).

Carpim & Barrichelo (1983) relatam que a madeira de *E. dunnii* com oito anos de idade apresenta densidade básica de 0,517g/cm³.

De uma forma geral, do ponto de vista estritamente tecnológico, a madeira de *E. dunnii* não é considerada como uma excelente fonte de matéria-prima para produção de celulose. No entanto, quando se leva em consideração algumas de suas principais características silviculturais, boa resistência à geada, produtividade e forma, essa espécie pode ser considerada promissora, especialmente para plantio na região Sul do Brasil.

Uma prática bastante comum entre as empresas produtoras de celulose é a utilização conjunta de cavacos oriundos de madeira de diferentes espécies, procedências e até mesmo diferentes idades. Em face desta realidade e considerando-se o potencial silvicultural do *E. dunnii*, esse trabalho teve por objetivo avaliar a influência de cavacos de *E. dunnii* sobre o processo de produção de celulose a partir de cavacos de *E. grandis*.

Materiais e métodos

Neste trabalho, foram utilizados cavacos de *E. dunnii* (oito anos), *E. grandis* (sete anos) picados industrialmente.

Com esses materiais foram realizados os seguintes ensaios (metodologia corrente nos laboratórios do Setor de Química, Celulose e Energia - ESALQ/USP):

- densidade básica;
- teor de extrativos totais;
- teor de lignina;
- teor de holocelulose;
- rendimento bruto e depurado, teor de rejeitos e número *kappa* das celuloses obtidas de misturas de cavacos, que variaram de 100% de *E. grandis* a 100% de *E. dunnii*, em intervalos de 10%;
- para cada mistura foram realizados três cozimentos sob as seguintes condições:

- álcali ativo (Na ₂ O)	14%
- sulfidez	25%
- atividade	100%
- relação licor/madeira	4:1
- temperatura máxima	170°C
- tempo até temperatura máxima	60 min
- tempo à temperatura máxima	30 min

Para os resultados dos cozimentos, foram realizadas análises estatísticas (aná-

Tabela 1
Densidade básica (g/cm³)

Espécie	Média (g/cm ³)	Desvio-padrão	Coef. de variação (%)
<i>E. dunnii</i>	0,4180	0,0179	3,71
<i>E. grandis</i>	0,4821	0,0081	1,94

*Francides Gomes da Silva Júnior, engenheiro da Celpav - Mestrando em Ciências e Tecnologia de Madeiras - ESALQ/USP/IPT.

lise de variância, regressão polinomial e teste de Tukey)

Resultados

Na tabela 1, são apresentados os resultados das análises de densidade básica realizadas nos cavacos de *E. grandis* e *E. dunnii*.

Na tabela 2, encontram-se os resultados das análises químicas dos cavacos de *E. grandis* e *E. dunnii*.

Na tabela 3, são apresentados os resultados médios (três repetições) de rendimento bruto, rendimento depurado, teor de rejeitos e número kappa dos tratamentos considerados.

Com os resultados de rendimento depurado, realizou-se análise de variância para verificar se existe efeito da adição de

cavacos de *E. dunnii* sobre esse parâmetro.

Como o teste de F (tabela 4) foi significativo ao nível de 1% (existe diferença estatística entre os tratamentos), realizou-se análise de regressão polinomial que indicou que o efeito da adição de cavacos de *E. dunnii* sobre o rendimento depurado pode ser expresso pela seguinte equação:

$$Y = 52,240791 - 0,0134871 + 0,00046154x^2 \text{ onde:}$$

Y = rendimento depurado (%)

X = porcentagem de cavacos de *E. dunnii*

Para se verificar o efeito da adição de cavacos de *E. dunnii* sobre o número kappa das celuloses obtidas, realizou-se análise de variância.

Considerações

Os resultados apresentados na tabela 1, em concordância com a literatura disponível, mostram que a madeira de *E. dunnii* apresenta densidade básica superior à madeira de *E. grandis*.

Já foi demonstrado por vários pesquisadores que, em geral, o aumento da densidade básica traz como consequência direta maior dificuldade de penetração do licor de cozimento nos cavacos, o que por sua vez pode reduzir a eficiência das reações de deslignificação, levando a uma redução do rendimento depurado bem como maior quantidade de lignina residual na polpa.

Na tabela 2, os resultados da composição química dos cavacos de *E. dunnii* e *E. grandis* mostram um menor teor de lignina para os cavacos de *E. dunnii* e teores de holocelulose e extrativos totais semelhantes para ambas as espécies.

No processo de produção de celulose kraft, o menor teor de lignina apresentado pela madeira de *E. dunnii* pode ser considerado benéfico uma vez que poderá levar a uma redução do teor de lignina residual na polpa.

Como consequência das afirmações anteriores, observa-se na tabela 3 que o aumento da proporção de cavacos de *E. dunnii* teve como resultado a redução do rendimento depurado; entretanto, não se observaram diferenças significativas nos valores de número kappa (tabela 5).

Como resultado das análises estatísticas, na figura 1 são apresentados os valores de rendimento depurado (Y) em função da porcentagem de cavacos de *E. dunnii* (x), obtidos através da equação $Y = 52,240791 - 0,0134871 + 0,00046154x^2$.

Para complementar as análises estatísticas, aplicou-se o teste de Tukey para as médias de rendimento depurado e obteve-se como resultado que não existe diferença significativa ao nível de 1% entre os tratamentos com até 30% em peso de cavacos de *E. dunnii*.

Deste trabalho pode-se concluir que em cozimentos kraft com cavacos de *E. grandis* e *E. dunnii*, até 30% do peso dos cavacos, pode ser de *E. dunnii*.

Esta conclusão apresenta aspectos favoráveis tanto para a área florestal como industrial das empresas produtoras de celulose. Na área florestal, a possibilidade de utilização da madeira de *E. dunnii* significa mais uma alternativa silvicultural.

Tabela 2
Composição química dos cavacos (médias)

Espécie	Extrativos totais (%)	Lignina (%)	Holocelulose (%)
<i>E. dunnii</i>	7,96	21,34	70,70
<i>E. grandis</i>	6,70	23,25	69,90

Tabela 3
Rendimento bruto, rendimento depurado, teor de rejeitos e número kappa (valores médios)

Tratamentos	Rendimento bruto (%)	Rendimento depurado	Teor de rejeitos (%)	Número kappa
100%G	55,50	55,42	0,08	18,9
90%G + 10%D	54,70	54,63	0,07	19,4
80%G + 20%D	54,00	53,93	0,07	18,7
70%G + 30%D	53,97	53,90	0,07	19,5
60%G + 40%D	53,10	53,03	0,07	19,8
50%G + 50%D	52,53	52,45	0,08	19,9
40%G + 60%D	52,23	52,17	0,06	19,6
30%G + 70%D	52,50	52,43	0,07	18,9
20%G + 80%D	51,77	51,68	0,08	20,2
10%G + 90%D	52,63	52,50	0,13	20,3
100%D	52,07	51,99	0,08	19,2

G - *Eucalyptus grandis*
D - *Eucalyptus dunnii*

Tabela 4
Análise de variância para rendimento depurado

Causas de variação	G.L	S.Q.	Q.M	Valor de F
Tratamento	10	43,2242993	4,3224299	7,9242**
Resíduo	22	12,0004241	0,5454738	---
Total	32	55,2247234	---	---

** significativo ao nível de 1%

Figura 1
Rendimento depurado em função da porcentagem em peso de cavacos de *E. dunnii*

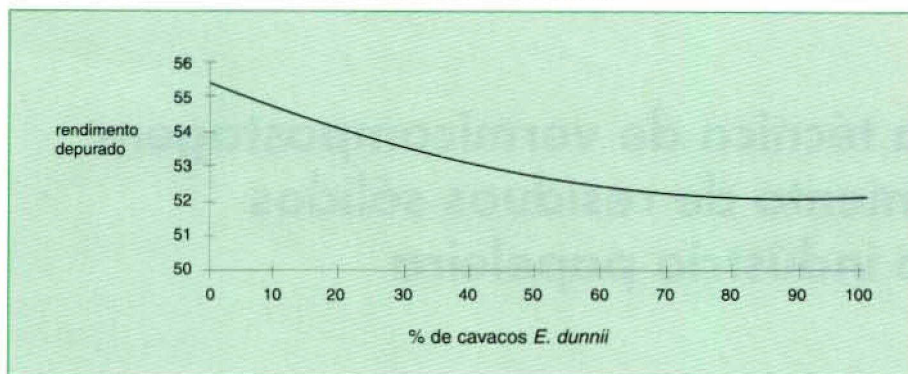


Tabela 5
Análise de variância para número kappa

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor de F
Tratamento	10	8,9623437	0,8962344	0,6111 ^{ns}
Resíduo	22	32,2667432	1,4666701	—
Total	32	41,2290869	---	—

ns - não significativo ao nível de 1%

tural, especialmente para as empresas localizadas nas regiões Sul e Sudeste do

Brasil. Para a área industrial, a utilização de cavacos de *E. dunnii* em cozimentos

kraft de cavacos de *E. grandis* pode trazer como consequência um maior rendimento em celulose por operação de cozimento, devido à maior densidade da madeira de *E. dunnii*, permitindo assim a introdução de maior peso de madeira por unidade de volume de digestor.

Referências bibliográficas

CARPIM, M. A. & BARRICHELO, L. *E. G. Variabilidade da densidade da madeira de Eucalyptus spp.* In: Congresso Latino-Americano de Celulose e Papel, 3., São Paulo, 1983. III Congresso Latino-Americano de Celulose e Papel. São Paulo, ABCP, 127-137. 1983.

MONTEIRO, R. F. R. Comportamento ao frio de espécies procedências de *Eucalyptus* na Klabin do Paraná, localizada em Telêmaco Borba, Paraná. *O Papel* 51(3):53-65. São Paulo. 1990.

PEREIRA, J. C. D.; HIGA, A. R.; SHIMIZU, J. Y. & HIGA, R. C. V. Comparação da qualidade da madeira de três procedências de *Eucalyptus dunnii* maiden para fins energéticos. CNPF-EMBRAPA, Curitiba-PR, s.d.

O PAPEL

**CARO ANUNCIANTE,
 ESTE ESPAÇO É SEU.
 UTILIZE-O.**



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA DE CELULOSE E PAPEL

Tel.: (011) 574-0166