

## QUALIDADE DA MADEIRA DE *Eucalyptus viminalis* PARA FINS ENERGÉTICOS EM FUNÇÃO DO ESPAÇAMENTO E IDADE DE CORTE

José Alfredo Sturion<sup>\*</sup>  
José Carlos Duarte Pereira<sup>\*\*</sup>  
Mozart Souza Chemin<sup>\*\*\*</sup>

### RESUMO

Foi avaliada a qualidade da madeira de *Eucalyptus viminalis* Labill, para fins energéticos, aos quatro e sete anos de idade, implantado sob espaçamentos variando de 1 m<sup>2</sup> a 6 m<sup>2</sup> por planta. Em ambas as idades, não houve influência do espaçamento na densidade básica, teor de lignina da madeira, rendimento da destilação seca e teor de carbono fixo do carvão produzido. O carvão obtido foi de boa qualidade, com teores de carbono fixo superiores a 76%, e de cinzas, abaixo de 2,6 %. Devido a vantagens técnicas e operacionais, o plantio com espaçamentos iguais ou superiores a 3 m<sup>2</sup>, por planta, e corte aos sete anos de idade, mostrou-se o mais adequado.

PALAVRAS-CHAVE: Densidade básica, carvão vegetal, energia.

### WOOD QUALITY OF *Eucalyptus viminalis* FOR ENERGY PURPOSE IN FUNTION OF SPACING AND HARVESTING AGE

### ABSTRACT

The wood quality of *Eucalyptus viminalis* Labill was evaluated for energy purpose at four and seven years of age and spacings varying from 1 m<sup>2</sup> to 6 m<sup>2</sup> per tree. In both ages, there was no detectable effect of initial spacing on wood density, lignin content, charcoal yield and the content of fixed carbon in the charcoal produced. The charcoal was of good quality with more than 76% of fixed carbon and low ash content (2,6%). Because of technical and operational advantages, the establishment of *E. viminalis* plantations with spacings of 3 m<sup>2</sup> per tree or wider and clear cutting at seven years of age is recommended.

KEY-WORDS: Density, charcoal.

---

\* Eng.-Florestal, M.Sc., CREA-PR n° 47.263 /D, Pesquisador da EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Florestas.

\*\* Eng.-Agrônomo, M.Sc., CREA-PR n° 41.777 /D, Pesquisador da EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Florestas.

\*\*\* Eng.-Florestal, B.Sc., CREA-PR n°4.229/D, Técnico da Trombini Florestal S.A.

## 1. INTRODUÇÃO

No Paraná, praticamente toda a madeira destinada a queima direta ou a produção de carvão é oriunda de florestas nativas. Segundo os últimos levantamentos oficiais, da área florestal primitiva, estimada em 17 milhões de hectares, atualmente, restam apenas 5%, irregularmente distribuídas em diferentes pontos do estado. Nas Regiões Norte, Nordeste e Oeste, o percentual de florestas é de apenas 2%. Nas regiões Centro, Sul e Sudeste, a cobertura varia de 5% a 15%. Na Região Leste, encontram-se os maiores índices, com percentuais variando de 80% a 100% (INSTITUTO ... 1987). Entretanto, a maior parte das florestas, dessa última região, está situada na Serra do Mar e na Planície Litorânea, onde representa reservas ecológicas de inestimável valor, cuja exploração é proibida por lei (PARANÁ s.d.).

Assim, o (re)florestamento com espécies de rápido crescimento afigura-se como importante alternativa para suprir a crescente demanda de lenha para secadoras de grãos e outros fins industriais e domésticos. Para as Regiões Bioclimáticas "1" e "2", caracterizadas no "Zoneamento Ecológico para Plantios Florestais no Estado do Paraná" (EMPRESA... 1986), *Eucalyptus viminalis* Labill é uma das espécies recomendadas, pela sua reconhecida tolerância a geadas.

Este experimento foi efetuado com o propósito de verificar a influência do espaçamento e da idade de corte na qualidade da madeira, como subsídio para o aprimoramento das técnicas de implantação e condução de povoamentos de *E. viminalis* para produção de energia.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado em março de 1980, em Rio Branco do Sul, PR, (latitude 25°20'S, longitude 49°14'W e altitude de 920 m). O clima da região é sempre úmido, do tipo Cfb, pela classificação de Koeppen. A temperatura média do mês mais quente é inferior a 22°C e a do mês mais frio, superior a 10°C, com mais de cinco geadas por ano.

O solo caracteriza-se como Cambissolo A proeminente, de textura argilosa, com acidez média (pH = 5,1), altos teores de alumínio (3,8 m.e. %), teores médios de cálcio + magnésio (2,9 m.e. %) e baixos de fósforo (1 p.p.m.), potássio (16 p.p.m.) e matéria orgânica (1,8%).

As mudas foram produzidas com sementes obtidas de uma área de produção localizada em Canela, RS.

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com seis repetições dos seguintes tratamentos (espaçamentos): T1 = 1 m<sup>2</sup>/planta (1m x 1m); T2 = 2m<sup>2</sup>/planta (2m x 1m); T3 = 3m<sup>2</sup>/planta (2m x 1,5m); T4 = 4m<sup>2</sup>/planta (2,5 m x 1,6m); T5 = 5m<sup>2</sup>/planta (2m x 2,5m) e T6 = 6m<sup>2</sup>/planta (3m x 2m). O corte raso das árvores foi efetuado aos quatro e sete anos, em três blocos distintos por idade. As parcelas eram de 20 m x 24 m (480 m<sup>2</sup>), com duas linhas periféricas como bordadura.

Em cada parcela, foram avaliados os diâmetros à altura do peito (DAP) de todas as árvores da área útil. De doze árvores, de cada parcela, distribuídas em quatro classes de diâmetro, foram obtidos discos de 3 cm de espessura a intervalos de 1 m ao longo do fuste, até o diâmetro mínimo de 4 cm com casca. Desses discos, foram

obtidas quatro cunhas, com ângulo interno de 30°. Duas delas, de posições opostas, foram utilizadas para avaliar a densidade básica através do método da balança hidrostática, conforme a NORMA ABCP M14/70. A densidade básica dos discos foi calculada através da média aritmética das densidades das respectivas cunhas. A densidade básica média da árvore foi estimada através da média ponderada das densidades relativas às diferentes posições, conforme PEREIRA et al. (1986).

As cunhas restantes foram transformadas em duas amostras compostas por árvore. A primeira foi destinada a destilação seca e, posteriormente, a análise química imediata do carvão. A segunda foi destinada para a análise do teor de lignina, conforme a norma ABCP M10/71.

A destilação seca da madeira foi efetuada em forno mufla com aquecimento elétrico. As cunhas utilizadas para a destilação foram secas em estufa a 105°C, até peso constante. A temperatura máxima foi de 500°C e o ciclo total de carbonização de cinco horas. A análise química imediata do carvão foi efetuada conforme as normas do Forest Products Laboratory (ESTADOS UNIDOS...1961).

O efeito do espaçamento de plantio nas variáveis estudadas foi verificado através do método de polinômios ortogonais, considerando-se como variável independente a área por planta. A significância da regressão linear e/ou quadrática foi verificada pelo teste "F", ao nível de 95% de probabilidade.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em ambas as idades de corte não foram constatados efeitos do espaçamento nas variáveis avaliadas (Tabela 1). Depreende-se, portanto, que as características ligadas a qualidade da madeira e do carvão não são relevantes para definir o espaçamento de plantio, dentro de cada idade.

**TABELA 1. Características da madeira e do carvão de *E. viminalis* - médias de três repetições.**

Variáveis	Quatro Anos	Sete Anos
Densidade básica da madeira (g/cm <sup>3</sup> )	0,489 ± 0,003*	0,529 ± 0,004*
Teor de lignina (%)	26,2 ± 0,2	25,4 ± 0,3
Carvão (%)	33,0 ± 0,4	33,2 ± 0,2
Carbono fixo (%)	78,8 ± 0,8	78,7 ± 0,5

\* = erro padrão da média

Como a densidade básica da madeira não foi influenciada pelo espaçamento, a produtividade de madeira, em peso, está na dependência direta do volume. A densidade, entretanto, aumentou, em média, 8% com o aumento da idade de corte de quatro para sete anos. Isto significa que, para comparar a quantidade de madeira produzida aos quatro anos com aquela aos sete anos, deve-se considerar tanto o volume como a densidade, pois a produtividade em peso depende dessas duas

variáveis.

Madeira mais densa propicia maior poder calorífico por volume (WEEK et al. 1977, citados por BRITO & BARRICHELO 1982). Assim, a madeira de sete anos fornece maior quantidade de calor, por unidade de volume, que aquela de quatro anos.

Analogamente, madeira com maior densidade produz carvão com densidade aparente maior. Essa característica confere ao carvão maior resistência e maior capacidade calorífica por volume, por exemplo, de um reator a gasogênio ou fornalha de caldeira. Na siderurgia, também, haverá vantagem no uso de madeira mais densa pois o volume requerido pelo termorreduzidor será menor (VALENTE 1986). Assim, o carvão obtido de madeira de sete anos de idade, além de melhor qualidade, proporciona vantagens operacionais em relação ao obtido em idades mais jovens.

A lignina é considerada o constituinte mais importante para a produção de carvão, pois tem implicações diretas no rendimento gravimétrico e teor de carbono fixo (BRITO & BARRICHELO 1982). O fato do teor de lignina não ter sido influenciado pelo espaçamento significa que a produtividade, em peso, de carvão e de carbono fixo de *E. viminalis*, depende somente do volume e da densidade básica de sua madeira. Assim como o teor de lignina, o rendimento gravimétrico da destilação seca da madeira e o teor de carbono fixo do carvão, também não foram influenciados pelo espaçamento.

O percentual de carbono fixo refere-se à fração de carvão que se queima no estado sólido. Combustíveis com teores mais elevados de carbono fixo são preferíveis porque queimam mais lentamente. O seu teor é, também, de grande importância para a redução de óxidos de ferro, nos altos fornos de siderurgias. Os teores de carbono fixo obtidos em carvão de *E. viminalis* permitem caracterizá-lo como de boa qualidade para utilização em siderurgia (FAO 1983).

O teor de cinzas é a fração que permanece como resíduo após a combustão do carvão vegetal. Ele varia de 0,5% a mais de 5%, dependendo da espécie, da quantidade de casca e da presença de terra e areia na madeira. Um bom carvão vegetal deve ter um conteúdo de cinzas inferior a 3% (FAO 1983). Devido ao baixo teor de cinza (menor que 2,6%) e ao alto teor de carbono fixo, *E. viminalis* pode ser classificada como espécie produtora de madeira de boa qualidade para a produção de carvão.

As dimensões das peças, particularmente o diâmetro, constituem-se em importantes variáveis na operacionalização e no processo de carbonização. Peças com diâmetros superiores a 20 cm podem produzir carvão muito quebradiço; quando menores que 10 cm, dificultam o arranjo dentro do forno, refletindo negativamente no tempo necessário para carregamento (VALENTE 1986). Assim, quando o objetivo for a produção de carvão, o corte aos quatro anos de idade, bem como os espaçamentos menores que três metros quadrados por planta, para o corte aos sete anos, devem ser descartados, por produzirem grande número de toras com diâmetros inferiores a 10 cm.

#### 4. CONCLUSÕES

O *E. viminalis* pode ser plantado em espaçamentos iguais ou maiores que três metros quadrados por planta e cortado aos sete anos de idade, tanto para a produção de lenha, como de carvão. Entretanto, para definir a idade de corte ideal,

seria necessário determinar as curvas de crescimento através de avaliações em idades intermediárias e também após o sétimo ano.

O carvão de *E. viminalis* produzido apresentou teores de cinzas e de carbono fixo compatíveis com as exigências para queima direta ou utilização em altos fornos.

## 5. REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO TÉCNICA BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL. **Normas de ensaio**. São Paulo, 1986, n.p.
- BRITTO, J.O. & BARRICHELO, L.E.S. Aspectos técnicos da utilização da madeira e carvão vegetal como combustíveis. In: SEMINÁRIO DE ABASTECIMENTO ENERGÉTICO INDUSTRIAL COM RECURSOS FLORESTAIS, 2., São Paulo, 1982. **Palestras apresentadas**. São Paulo, Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 1982. p.101-37.
- ESTADOS UNIDOS. Forest Products Laboratory. **Charcoal**, production, marketing and use. Madison, USDA Forest Service, 1961. 137p.
- FAO, Roma, Itália. **Métodos simples para fabricar carbón vegetal**. Roma, 1983. 154p. (Estudio FAO: Montes, 41).
- INSTITUTO DE TERRAS CARTOGRAFIA E FLORESTAS, Curitiba, PR. **Atlas do Estado do Paraná**. Curitiba, ITCF/SEAG, 1987. 73p.
- PARANÁ. Secretaria da Agricultura. **Diagnóstico do setor florestal do Estado do Paraná**; anexo. Curitiba, s.d. 71p.
- PEREIRA, J.C.; 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. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, (13):9-16, 1986.
- VALENTE, O.F. Carbonização de madeira de eucalipto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, (141 ):74-9, 1986.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas, Curitiba-PR. **Zoneamento ecológico para plantios florestais no Estado do Paraná**. Curitiba, 1986. 89p. (EMBRAPA-CNPF. Documentos, 17).