

RESUMO

A presente exposição teve por objetivos comparar as potencialidades energéticas das espécies **Mimosa scabrella** Benth. e **Eucalyptus viminalis** Labill., através de dados disponíveis em literatura. Mesmo com as limitadas informações bibliográficas existentes sobre o assunto, pode-se concluir que a bracatinga possui produtividade energética similar ao **E. viminalis**, em sua área de ocorrência natural, por possuir madeira com elevada densidade básica, altos teores de lignina e carbono fixo que conduzem a bom rendimento e elevado teor de carbono fixo no carvão produzido. A espécie possui apenas a restrição de conter alto teor de cinzas. Sua produtividade volumétrica de madeira pode ser amplamente melhorada a curto prazo, com a inoculação de **Rhizobium** específico e o emprego de fertilizante. Os esforços de pesquisa devem se concentrar no sentido de se aumentar a sua produtividade energética a custos economicamente compatíveis.

1. INTRODUÇÃO

A bracatinga (**Mimosa scabrella** Benth.) é uma leguminosa arbórea de rápido crescimento, sobretudo nos primeiros quatro anos de vida, que vegeta espontaneamente em seu habitat natural numa altíssima densidade de plantas por hectare. Trata-se de uma fonte energética incontestada pelo fato de ser largamente utilizada como lenha para aquecimento de caldeiras em indústrias, olarias e cerâmicas, até mesmo nos meios urbanos (padarias e aquecimento residencial).

Dentre as várias maneiras de abordar-se este assunto, julgou-se conveniente analisar a potencialidade de utilização energética da bracatinga em comparação ao **Eucalyptus viminalis**, por se tratar da única espécie deste gênero com possibilidades atuais de ser implantada na região de ocorrência natural da **Mimosa scabrella**.

Dentro deste enfoque, as limitações resumem-se principalmente no levantamento de dados bibliográficos, uma vez que, além de a literatura disponível sobre estas espécies ser relativamente escassa, poucos são os trabalhos que abordam suas utilizações com finalidades energéticas. Portanto, a extrapolação de dados obtidos de trabalhos que visavam em sua maioria outros objetivos que não o energético devem ser considerados com as devidas reservas, porquanto existem variações que não devem ser ignoradas, como as influências edafoclimáticas, idade, manejo, amostragem e tipo de material analisado, entre outros.

* Pesquisador da Unidade Regional de Pesquisa Florestal Centro-Sul, URPFC (PNPF/EMBRAPA/IBDF).

2. POTENCIALIDADE DE UMA ESPÉCIE FLORESTAL NA PRODUÇÃO DE MATÉRIA-PRIMA PARA FINS ENERGÉTICOS

A potencialidade de uma espécie florestal para ser utilizada com finalidade energética, quer como lenha ou carvão, depende, em última instância, de sua produtividade energética por unidade de área, que deve ser auferida da forma mais econômica possível.

Sendo a energia calorífica expressa em unidades de caloria por unidade de massa, e aquela definida como a energia necessária para elevar a temperatura de um grama de água, de 14,5°C para 15,5°C, depreende-se que, quanto maior é o poder calorífico da madeira de uma determinada espécie e a sua produtividade em massa, maior será a sua produtividade energética, ou seja:

potencialidade de utilização = f (produtividade em t/ha, poder calorífico de sua energética de uma espécie madeira, KCal/kg)

BRITO & BARRICHELO (1978), citando Coder (1976), Arola (1976) e Junge (1976), complementam afirmando que, na utilização da madeira como combustível, várias propriedades são importantes e devem ser consideradas. Além do poder calorífico, a análise elementar, a análise química imediata, o teor de umidade e a densidade são fatores específicos importantes a serem julgados.

2.1. Produtividade elevada de massa

A produtividade em massa de uma floresta é função direta de sua produtividade volumétrica e a densidade básica de sua madeira. Há um consenso entre os silvicultores brasileiros, de que esta elevada produtividade deva ocorrer no mais breve período de tempo, ou seja, utilizando-se rotações curtas. ARAÚJO (1943), estudando a produtividade da espécie introduzida na região de Viçosa-MG, definiu a exploração dos talhões experimentais aos seis anos de idade, em razão da queda de produção causada pelo aumento acentuado da mortalidade das árvores. Aquele autor cita apenas a produtividade do talhão nº 4, instalado através do plantio de mudas ao espaçamento inicial de 2 m x 2 m. Observações dendrométricas obtidas em duas parcelas estabelecidas no arboreto de Palmas das Indústrias Klabin do Paraná de Celulose S.A., em Telêmaco Borba, PR, foram também analisadas. Em talhões também estabelecidos com o espaçamento 2 m x 2 m, o máximo incremento médio anual em volume, estimado por regressão polinomial de 2º grau (Fig. 1), foi obtido aos cinco e meio anos de idade. Após este ápice, constatou-se uma acentuada queda no incremento volumétrico, causado sobretudo pelo aumento vertiginoso do índice de mortalidade das árvores. Isto ocorreu no ano de 1976, e a forte geada do ano anterior pode ter abreviado a vida útil das plantas, entrando o povoamento em decrepitude.

Por outro lado, FERRAZ & FONSECA (1980) estudando o padrão de crescimento de 17 árvores da espécie, amostradas de matas naturais em seis locais diferentes, pela análise da densidade dos anéis utilizando radiações gama, concluíram que o máximo de produção de massa das amostras tomadas ao nível do DAP ocorria aos 8,6 anos, havendo após esse período, um decréscimo acentuado nesta produção (Fig. 2). As idades estimadas do início da queda da produtividade para povoamentos naturais e artificiais são apresentadas na Tabela 1.

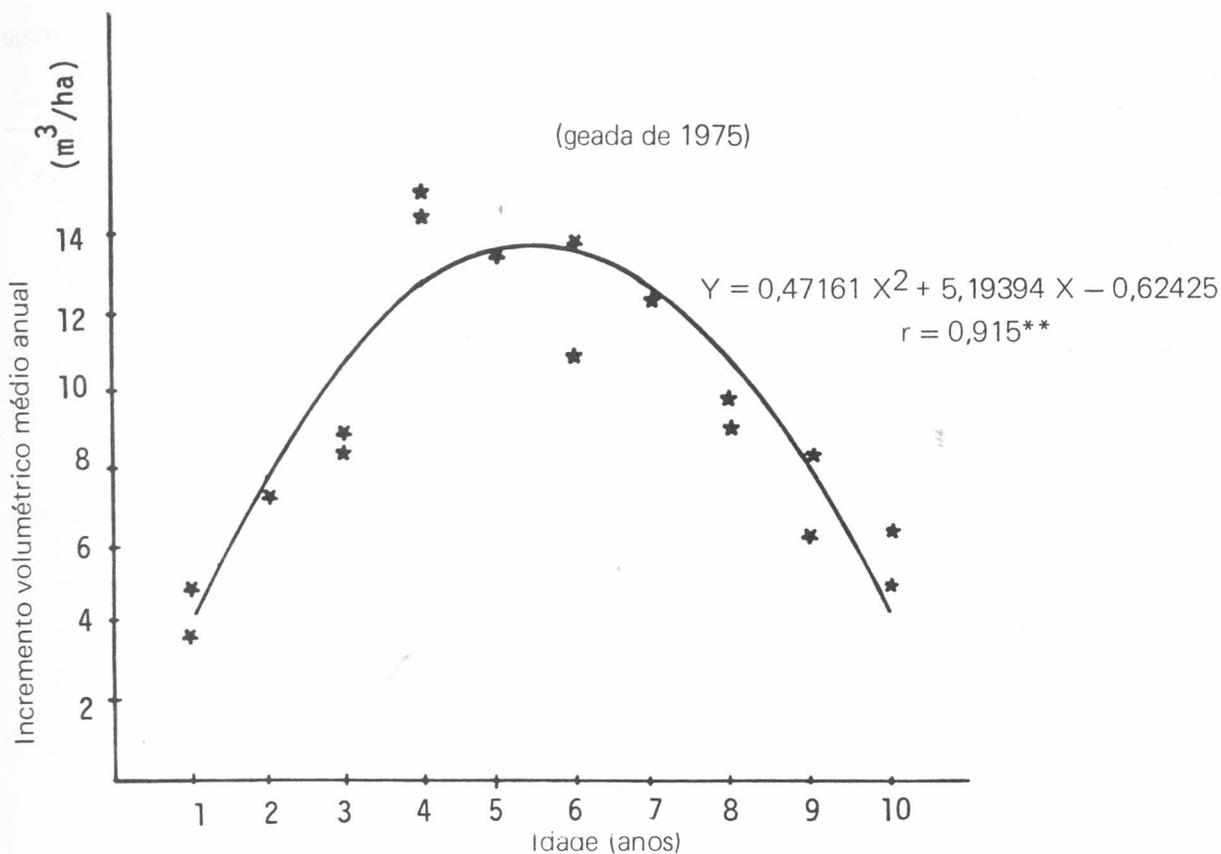


FIG. 1 — Estimativa do incremento médio anual em volume de bracatinga (FONTE: Adaptação dos dados obtidos pela KLABIN do PARANÁ S/A, em duas parcelas do arboreto Palmas).

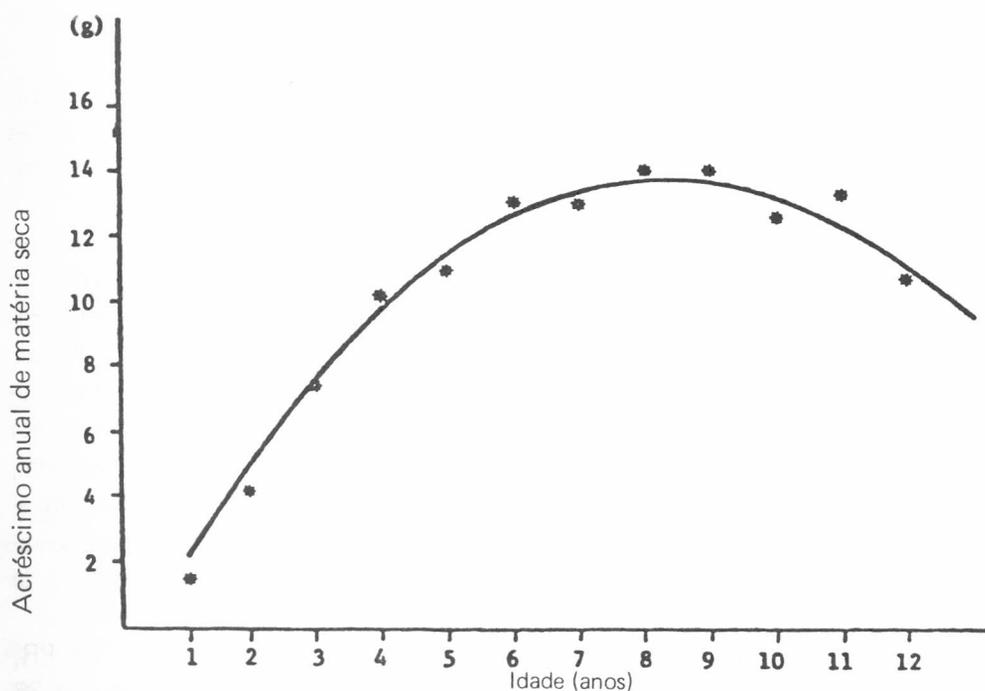


FIG. 2 — Estimativa do acréscimo anual de matéria seca a partir de discos coletados ao nível do DAP (FERRAZ & FONSECA 1980).

TABELA 1 — Idades estimadas do decréscimo acentuado da produtividade da bracatinga (*Mimosa scabrella*).

Condição	Espaçamento inicial	Idade estimada do início da queda de produtividade	Autor
Plantios artificiais	2,0 m x 2,0 m	6,0 anos	ARAÚJO (1943)
	2,0 m x 2,0 m	5,5 anos ⁽¹⁾	KLABIN ⁽²⁾
Povoamentos naturais	—	8,6 anos	FERRAZ & FONSECA (1980)

(1) ocorrência de geada pode ter antecipado a época do declínio da produção

(2) adaptado pelo autor

Apesar destes dados serem apenas indicativos de senilidade precoce, a bracatinga, na prática, é geralmente explorada comercialmente entre as idades de quatro a seis anos, raramente ultrapassando a idade de sete anos.

A falta de maiores informações sobre a produtividade das florestas implantadas no Brasil é um fato evidente. Assim, com as ressalvas anteriormente mencionadas e as escassas informações obtidas sobre a produtividade volumétrica das espécies envolvidas, foi elaborada uma síntese apresentada na Tabela 2.

Como as condições de sítios dos locais assinalados variam amplamente, é importante que se façam algumas considerações sobre os solos onde foram implantados os povoamentos que deram origem aos dados apresentados na Tabela 2. A bracatinga apresentou desenvolvimento volumétrico satisfatório, com incrementos superiores a 30 m³/ha ano, em Concórdia, SC e Campo Mourão, PR. No primeiro local, o solo fora anteriormente cultivado com culturas agrícolas, recebendo doses maciças de fertilizantes e corretivos. Em Campo Mourão, PR, os solos apresentam excelentes propriedades físico-químicas. Nas demais regiões, os solos são de vocação florestal, normalmente ácidos e de baixa fertilidade e, portanto, com qualidades inferiores, com a bracatinga apresentando incrementos volumétricos médios a desejar. Sendo uma leguminosa de rápido crescimento, é de se esperar que se desenvolva de forma satisfatória, mesmo em solos de baixa fertilidade, desde que devidamente inoculada pelo **Rhizobium** específico.

O **E. viminalis** também foi favorecido pelas qualidades dos solos de Campo Mourão, PR, apresentando um incremento volumétrico médio anual, aos três anos e meio de idade, de 36 m³/ha. Já em Lages, SC, em solo ácido e de baixa fertilidade, com adubação efetuada no ato do plantio, a produtividade foi apenas razoável, atingindo 21 m³/ha ano.

TABELA 2 — Produtividade volumétrica de bracatinga x *E. viminalis*

Espécie	Autor	Local	Espaçamento (m)	Produção (m ³ /ha)	Idade (anos)	I.M.A. (1) (m ³ /ha ano)
	ARAÚJO (1943)	Viçosa-MG	2,0 x 2,0	143,5 ⁽²⁾	6	24
	AHRENS (1981)	Concórdia-SC	2,5 x 2,0	64,7	2	32
		Concórdia-SC	3,0 x 2,0	145,5	4	36
		Pinhão-PR	2,0 x 2,0	101,3	5	20
	KLABIN ⁽³⁾	Telêmaco Borba-PR	2,0 x 2,0	77,0	5,5	14
	CARVALHO & COSTA (1981)	Campo Mourão-PR	2,0 x 2,0	103,7	3,3	31
Média de produtividade volumétrica anual de bracatinga						26,2
<i>E. viminalis</i>	OLINKRAFT ⁽⁴⁾	Lages - SC	3,0 x 1,5	147,0	7	21
	CARVALHO & COSTA (1981)	Campo Mourão-PR	2,5 x 2,0	126,5	3,5	36
Média de produtividade volumétrica anual de <i>E. viminalis</i>						28,5

(1) I.M.A. = incremento volumétrico médio anual.

(2) Valor original do autor = 205 st/ha. Fator de empilhamento estimado = 1,42.

(3) Adaptação do autor.

(4) Informações pessoais.

Mesmo que sejam poucos os dados de crescimento disponíveis das espécies em estudo, pode-se atestar que ambas apresentam boas potencialidades de crescimento na região sul do Brasil, principalmente em áreas onde a ocorrência freqüente de geadas no inverno tem limitado o crescimento de inúmeras outras folhosas.

A densidade básica é considerada como o parâmetro físico mais importante da madeira, porquanto ela está correlacionada com algumas das variáveis que caracterizam a qualidade da madeira. Para finalidades energéticas, a densidade básica está diretamente correlacionada com o teor de lignina e do carbono fixo, fatores estes que caracterizam as propriedades combustíveis da madeira.

Normalmente, quanto maior é a densidade da madeira, maior é o seu poder calorífico (BRITO & BARRICHELO 1979). No caso das coníferas, entretanto, em função do alto teor de resinas (que possuem um poder calorífico de 9.460 KCal/kg), mesmo que tenham densidade inferior às folhosas, apresentam um poder calorífico superior. A comparação das densidades básicas entre a bracatinga e o *E. viminalis* está sintetizado na Tabela 3.

TABELA 3 – Densidade básica da madeira de bracatinga e **E. viminalis**

Espécie	Bracatinga			E. viminalis
	Autor (ASSIS et al. 1968)	BARRICHELO (1968)	BRITO, BARRICHELO & FONSECA (1979)	BARRICHELO & FOELKEL (1976)
Densidade básica (g/cm ³)	0,553	0,513	0,580	0,512
Idade das árvores	(não citado)	4 – 7 anos	8 anos	11 anos
Local	Telêmaco Borba-PR	Lages-SC	Estado do Paraná	T. Barras-SC
Nº de árvores amostradas	(não citado)	(não citado)	5	5 a 10 árvores

Considerando-se que a densidade básica das árvores tende a aumentar com a idade, sendo dependente das condições de clima e solo, das práticas de manejo, entre outras, os valores apresentados na Tabela 3 apenas fornecem uma idéia da grandeza desta variável para as espécies em questão.

Para fins de comparação, extrapolando-se os valores apresentados na Tabela 3, para a idade de sete anos, tem-se a bracatinga com uma densidade básica média próxima a 0,549 g/cm³, enquanto que o **E. viminalis** apresentaria uma densidade básica média próxima de 0,450 g/cm³. Para eucalipto é uma densidade razoável; o **E. grandis**, por exemplo, nesta idade, em solos de cerrado, apresenta valores próximos a 0,360 g/cm³ (JUVELLAR 1979).

2.2. Poder calorífico da madeira de bracatinga e **E. viminalis**

Além da sua associação com a densidade básica, o poder calorífico tem um alto grau de dependência com o teor de umidade da madeira, teor de carbono fixo, lignina e substâncias voláteis, e com a composição elementar da madeira.

Segundo JUVELLAR (1979), a vaporização da água contida na madeira consome cerca de 541 KCal/kg da energia liberada pela queima. Desta maneira, é evidente que, em termos ideais, deve-se utilizar para combustão material lenhoso com baixo teor de umidade. Segundo o mesmo autor a umidade máxima da madeira é uma função inversa da sua densidade básica, expressa pela equação:

$$\% \text{ UMIDADE MÁXIMA} = \left(\frac{1}{D_b} - 0,66 \right) \times 100.$$

Assumindo-se os valores "especulativos" de densidade básica das duas espécies aos sete anos, estima-se o teor de umidade máximo da bracatinga de 116% em relação ao peso seco de sua madeira, enquanto que a de **E. viminalis** poderia atingir um teor de 156%.

Assim, a princípio, a bracatinga levaria uma certa vantagem sobre o **E. viminalis**, no sentido de poder ser utilizada como combustível após um breve período de secagem. Entretanto, é importante salientar que a umidade da madeira, além da espécie, varia principalmente em função do clima, tipo e tempo de armazenamento, bitola e comprimento da lenha (BRITO & BARRICHELO 1979).

A análise elementar da madeira tem importância no poder calorífico, em função da concentração dos elementos combustíveis carbono e hidrogênio. Segundo BRITO & BARRICHELO (1978), a análise elementar da madeira tem mostrado para diferentes espécies uma marcante uniformidade (Tabela 4).

TABELA 4 – Composição elementar típica da madeira (BRITO & BARRICHELO 1978)

	Composição elementar %				
	H	C	N	O	S
Não resinosas	6,4	50,8	0,4	41,8	—
Resinosas	6,3	52,9	0,1	39,7	—

Uma grande vantagem na utilização da madeira como fonte energética é o seu desprezível teor de enxofre em relação aos combustíveis fósseis e ao carvão mineral. A presença de enxofre em combustíveis é indesejável devido a problemas de corrosão e poluição do ar (BRITO & BARRICHELO 1978).

Além da densidade básica da madeira, a sua composição química imediata, através dos teores de lignina e carbono fixo, é uma variável à qual se condiciona o poder calorífico da lenha ou carvão, bem como a sua qualidade. É importante e conveniente que se tenha elevados teores para todas estas variáveis. BRITO, BARRICHELO & FONSECA (1979), estudando as características do carvão vegetal produzido da madeira de bracatinga, em conjunto com o produzido pelo **E. grandis**, obtido de povoamento comercial com seis anos de idade, implantados na região de Mogi Guaçu-SP, obtiveram os resultados sumarizados na Tabela 5.

Estes resultados demonstram que a bracatinga nesta comparação apresenta teores de lignina, carbono fixo e densidade básica, significativamente superiores aos obtidos com o **E. grandis**. Em consequência, além de alcançar um rendimento gravimétrico em carvão superior, este é de melhor qualidade. O único resultado negativo da bracatinga no citado trabalho foi o seu elevado teor de cinzas que, dependendo da utilização tecnológica a que se destina, pode depreciar a qualidade de sua lenha ou carvão. Para a comparação direta entre bracatinga e **E. viminalis**, em termos de composição química imediata, somente duas referências sobre os teores de lignina foram encontradas (Tabela 6).

Com as devidas ressalvas, o teor de lignina da bracatinga apresenta-se ligeiramente superior ao do **E. viminalis**. Com a densidade e teor de lignina elevados, a sua madeira necessita de condições mais drásticas no cozimento, o que a torna pouco competitiva em relação ao eucalipto para

TABELA 5 — Composição química imediata da madeira de bracatinga e de **E. grandis** (BRITO, BARRICHELO & FONSECA 1979).

Substâncias/variáveis		Bracatinga*	E. grandis *
Teor de lignina	(%)	24,1 a	22,3 b
Teor de carbono fixo (no carvão formado)	(%)	75,1 a	72,0 b
Teor de cinzas (no carvão formado)	(%)	1,9 a	0,7 b
Rendimento em carvão	(%)	28,2 a	26,4 b
Densidade básica (g/cm ³)		0,580 a	0,478 b

* Letras diferentes na mesma linha indicam médias diferentes estatisticamente, ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 6 — Teores de lignina e celulose das madeiras de bracatinga e **E. viminalis**.

Autor	Espécie	Local	Idade	Teor (%)	
				Celulose	Lignina
BARRICHELO & FOELKEL (1976)	E. viminalis	Três Barras-SC	11 anos	52,4	23,2
BARRICHELO & FOELKEL (1975)	bracatinga	Lages-SC	8 anos	58,6	25,4

a produção de celulose. Todavia, para a produção de carvão ocorre o inverso, de modo que a matéria-prima mais densa e com maior teor de lignina é mais recomendada para esta finalidade tecnológica (BRITO, BARRICHELO & FONSECA 1979).

Não existem dados disponíveis sobre os teores de substâncias voláteis contidas nas madeiras de bracatinga e **E. viminalis**. BRITO & BARRICHELO (1978) afirmam que a proporção

entre os componentes e o carbono fixo influencia as características de queima do combustível pelo fato dos componentes voláteis, quando aquecidos, saírem do material e se queimarem rapidamente na forma gasosa, enquanto que o carbono fixo queima-se vagorosamente na fase sólida como carvão. Assim, os combustíveis que apresentam altos teores de substâncias voláteis são mais fácil e rapidamente queimados.

BRITO & BARRICHELO (1977), estudando as correlações entre características físicas e químicas da madeira e a produção de carvão vegetal de dez espécies de eucaliptos, encontraram correlações lineares positivas entre as variáveis, rendimento gravimétrico do carvão, teor de carbono fixo do carvão, teor de substâncias voláteis do carvão e o teor de cinzas do carvão contra o teor de lignina da madeira. Assim, apresentaram equações lineares destas variáveis (utilizadas como variável dependente) em função dos teores de lignina na madeira (variável independente), de uso geral para espécies do gênero **Eucalyptus**. Utilizando-se dos resultados deste trabalho, foram estimados valores das variáveis importantes nas propriedades do carvão vegetal, para o **E. viminalis**, para fins de comparação com os resultados obtidos por BRITO, BARRICHELO & FONSECA (1979) com a bracatinga.

Verifica-se na Tabela 7, que a bracatinga teria ligeira vantagem sobre o **E. viminalis** no rendimento em carvão e teor de carbono fixo. Conforme dito anteriormente, o problema estaria no elevado teor de cinzas que o seu carvão produz.

TABELA 7 — Comparação das propriedades do carvão obtido de bracatinga e as estimadas para o carvão de **E. viminalis**

	Rendimento de carvão (%)	Teor de Carbono fixo (%)	Teor de Voláteis (%)	Teor de Cinzas (%)
Bracatinga ⁽¹⁾	28,2	75,1	23,0 ⁽³⁾	1,9
E. viminalis ⁽²⁾	27,2	74,5	25,0	0,6

(1) Valores obtidos por BRITO, BARRICHELO & FONSECA (1979)

(2) Valores estimados segundo regressão linear, em função do teor de lignina da madeira, apresentados por BRITO & BARRICHELO (1977).

(3) Obtido por diferença dos demais componentes $[(100,0 - (75,1 + 1,9))]$

Já em termos de queima direta da lenha, em função da falta de dados da análise química da madeira de **E. viminalis**, os seus valores foram estimados em função dos dados anteriormente discutidos, e para fins de comparação, são apresentados na Tabela 8.

O valor estimado de carbono fixo da madeira de **E. viminalis** é bastante superior à média obtida pelas espécies de eucaliptos estudadas por BRITO & BARRICHELO (1978), que foi de 14,9%, sendo inferior apenas ao obtidos com o **E. cloesiana**, com 24,3%. Por outro lado, os teores de voláteis e cinzas são, conseqüentemente, inferiores às médias obtidas no trabalho mencionado,

com 82,2% e 0,4%, respectivamente.

Em termos comparativos, as madeiras de bracatinga e **E. viminalis** teriam poderes caloríficos e qualidades combustíveis similares sob mesmo teor de unidade.

TABELA 8 – Análise química imediata das madeiras de bracatinga (observadas) e de **E. viminalis** (estimadas).

Espécies	Densidade Básica (g/cm ³)	Teor de Carbono fixo (%) (1)	Teor de Voláteis (%) (2)	Teor de Cinzas (%) (1)
Bracatinga	0,549	21,2	78,3	0,5
E. viminalis	0,450	20,2	79,6	0,2

(1) estimados em função do rendimento de carvão e teor de carbono fixo ou teor de cinzas da madeira.

(2) teor de voláteis obtido por diferença.

3. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A bracatinga é espécie altamente potencial para utilizações energéticas, por possuir madeira com elevada densidade básica, elevados teores de lignina e carbono fixo. O carvão produzido pela madeira dessa espécie é de alto rendimento e elevado teor de carbono fixo, apresentando apenas a limitação de possuir alto teor de cinzas.

Sua produção pode ser considerada boa (26 m³/ha ano) para as condições climáticas do sul do Brasil, com grandes potencialidades de aumentos de produtividade a curto prazo, com a devida inoculação de **Rhizobium** específico e o emprego de fertilizantes.

Para que toda esta potencialidade seja explorada de forma racional e com baixo risco financeiro, há a necessidade de concentrar-se esforços de pesquisas, que devem ser conduzidas no sentido de melhorar sua produtividade a custos economicamente compatíveis.

4. REFERÊNCIAS

AHRENS, S. **Um modelo matemático para volumetria comercial de bracatinga** (Mimosa scabrella Benth.). Curitiba, EMBRAPA/URPFCS, 1981. 19p. (Trabalho apresentado no IV SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS "Bracatinga uma alternativa para reflorestamento", Curitiba, jul. 1981).

- ARAÚJO, L.C. Bracatinga. **Boletim da Sociedade Brasileira de Agronomia**, Rio de Janeiro, 5(2):131-42. 1943.
- ASSIS, C. de; AGOTANI, C.; KOLESKI, L.; MAYTAN, M.; SPELTZ, R.M. & GALAT, W. Contribuição para o aproveitamento da bracatinga mimosa na indústria papeleira. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, Curitiba, 1968. **Anais**. Curitiba, FIEP, 1968. p. 57-63.
- BARRICHELO, L.E.G. Celulose sulfato de bracatinga. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, Curitiba, 1968. **Anais**. Curitiba, FIEP, 1968. p. 43-6.
- BARRICHELO, L.E.G. & FOELKEL, C.E.B. Utilização de madeiras de essências florestais nativas na obtenção de celulose: bracatinga (**Mimosa scabrella**), embaúba (*Cecropia* sp.), caixeta (**Tabebuia cassinioides**) e boleira (**Joanesia princeps**). **IPEF**, Piracicaba, (10):43-56, 1975.
- 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.
- BRITO, J.O. & BARRICHELO, L.E.G. Correlações entre características físicas e químicas da madeira e a produção de carvão vegetal: I - Densidade e teor de lignina da madeira de eucalipto. **IPEF**, Piracicaba, (14):9-20, jul. 1977.
- BRITO, J.O. & BARRICHELO, L.E.G. Características do eucalipto como combustível: Análise química imediata da madeira e da casca. **IPEF**, Piracicaba, (16):63-70, jun. 1978.
- BRITO, J.O. & BARRICHELO, L.E.G. **Usos diretos e propriedades da madeira para geração de energia**. Piracicaba, IPEF, 1979. 14p. (Circular Técnica, 52).
- BRITO, J.O.; BARRICHELO, L.E.G. & FONSECA, S.M. Bracatinga: Características químicas do carvão vegetal. **Brasil Madeira**, Curitiba, 3(33):6-7, set. 1979.
- CARVALHO, P.E.R. & COSTA, J.M. **Comportamento de essências nativas e exóticas em condições de arboreto em quatro locais do Estado do Paraná**. Curitiba, EMBRAPA/URPFCS, 1981. 19p. (Trabalho apresentado no IV SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS "Bracatinga uma alternativa para reflorestamento", Curitiba, jul. 1981).
- FERRAZ, E.S.B. & FONSECA, S.M. **Estudo do padrão de crescimento de Mimosa scabrella pela análise de densidade dos anéis usando radiação gama**. 7p. (Trabalho apresentado no Simpósio IUFRO em Melhoramento Genético e Produtividade de Espécies Florestais de Rápido Crescimento, Águas de São Pedro, ago. 1980).
- JUVILLAR, J.B. **O carvoejamento da madeira e seus reflexos na qualidade do carvão: qualidade da madeira**. Piracicaba, IPEF, 1979. 6p. (Circular Técnica, 64).