

Recebido: 27-06-2014 Aceito: 27-05-2015

## Qualidade da madeira e do carvão vegetal de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.)

Gustavo Friederichs<sup>1</sup>, Martha Andreia Brand<sup>1</sup>, Adriel Furtado de Carvalho<sup>1</sup>, Larissa Cardoso Küster<sup>1</sup><sup>1</sup> Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages – SC, Brasil.

**RESUMO** A produção de carvão vegetal para uso doméstico pela agricultura familiar de Santa Catarina, principalmente na região de Biguaçu, litoral Catarinense, se dá em um sistema de manejo agroflorestal da vegetação nativa da região. A madeira é extraída para dar lugar à produção agrícola por um período de 3 a 8 anos, com regeneração posterior da floresta até o início de um novo ciclo. Dessa forma, o estudo teve como objetivo avaliar a qualidade da madeira e do carvão vegetal de Bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) introduzida na região para enriquecimento da vegetação nativa deste sistema agroflorestal. A madeira apresentou teor de umidade médio de 33% (adequado) e massa específica básica de 0,578 g cm<sup>-3</sup> (média). O poder calorífico superior foi de 4400 kcal kg<sup>-1</sup> para a madeira e de 6988 kcal kg<sup>-1</sup> para o carvão vegetal. As propriedades físicas e energéticas do carvão vegetal foram similares as da literatura. O rendimento da carbonização foi alto, com 33% em massa. As propriedades físicas e energéticas da madeira e do carvão vegetal produzido a partir de Bracatinga (*Mimosa scabrella*) introduzida em ecossistema não nativo são minimamente diferentes daquelas encontradas para a espécie em locais de ocorrência nativa.

**Palavras-chave:** biguaçu; “roça de toco”; qualidade energética.

## Quality of wood and charcoal of bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.)

**ABSTRACT** The production of charcoal for domestic use by family farmers in Santa Catarina, mainly in Biguaçu and region - Santa Catarina coast - happens in a stage of an agroforestry management of native forest. Woods are cut and substituted by agricultural production for 3-8 years. New cycle of forest plantation starts after this period. Thus, this study aimed to evaluate the quality of the wood and charcoal of Bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.), used for enhancing the native forest in this agroforestry management. Wood showed 33% of moisture content and 0.578 g cm<sup>-3</sup> of basic density. Higher heating value was 4400 kcal kg<sup>-1</sup> for wood and 6988 kcal kg<sup>-1</sup> for charcoal. Physical and energetic properties of charcoal are similar to the results found in literature. Charcoal production had high yields, with 33% in mass. Physical and energetic properties of both wood and charcoal of Bracatinga (*Mimosa scabrella*) are only slight different from those found in native areas.

**Keywords:** biguaçu, “roça de toco”, energetic quality.

### Introdução

A agricultura familiar do Estado de Santa Catarina é representada em 87% pela produção agropecuária, conforme censo agropecuário (IBGE, 2006). Por exemplo, na cidade de Biguaçu-SC, além da produção agropecuária, há a produção de carvão vegetal a partir de madeira de inúmeras espécies florestais para a complementação da renda familiar.

Segundo Uller Gómez; Gartner (2008) e Fantini et al. (2010), em Biguaçu-SC e cidades próximas, desenvolveu-se com êxito um sistema sustentável de uso da terra denominado “roça de toco”. Este sistema consiste no corte raso da floresta, queima dos restos da vegetação e plantio de culturas como mandioca, milho, feijão, batata doce e hortaliças por período de 3 a 8 anos, com posterior pousio de

10 a 15 anos como forma de regeneração da floresta. As principais espécies florestais ocorrentes nesse sistema florestal pertencem a família *Fabaceae*, com destaque para a *Mimosa scabrella* Benth., popularmente conhecida por bracatinga, espécie pioneira de ciclo rápido, introduzida nessa fitofisionomia (Floresta Ombrófila Densa) com intuito de enriquecimento.

Segundo Carpanezzi (1988), já na década de 30, a *Mimosa scabrella* foi utilizada em programas de fomentos florestais para a produção de lenha com uso em fogões domésticos, fornalhas, locomotivas das estradas de ferro, olarias e fundições. O mesmo autor destaca que a ocorrência natural da espécie é preferencialmente na região sul do Brasil, onde os bracatingais estão concentrados nas regiões de maiores altitudes. Sua introdução em regiões de clima quente é notável, principalmente pelo desempenho silvicultural, a exemplo da comunidade de Três Riachos, em Biguaçu, Santa Catarina.

A madeira extraída pelo sistema de roça de toco é a matéria-prima que abastece os fornos de alvenaria de agricultores familiares para a produção de carvão vegetal destinado ao uso doméstico. Porém, nos últimos anos, devido à aplicação efetiva da legislação ambiental, este sistema de manejo florestal, bem como o uso das espécies florestais do bioma Mata Atlântica, tem sofrido restrições gerando vários conflitos (ZUCHIWSCHI, 2010).

Aliada às restrições ambientais, a heterogeneidade da madeira, as propriedades físicas, químicas e energéticas podem comprometer a produção de carvão vegetal. Brito; Barrichelo (1979) e Figueroa; Moraes (2009) destacam que o rendimento do processo de produção de carvão vegetal é influenciado diretamente por essas características supracitadas.

A determinação da qualidade da madeira e do carvão vegetal produzido a partir do sistema de “roça de toco” tem

sua importância voltada para o uso racional dos recursos florestais. Diversos autores destacam a qualidade da madeira de *Mimosa scabrella* para o uso *in natura* e para a produção de carvão vegetal, sendo favorecida pelo ciclo curto e massa específica básica média (PEREIRA; LAVORANTI, 1986; CARPANEZZI, 1988; CARVALHO, 2003).

Sabe-se que os padrões de qualidade da madeira adotados por muitos agricultores familiares da região de Biguaçu-SC, são relativamente empíricos e carentes de estudos científicos. Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi avaliar a qualidade da madeira e do carvão vegetal de bracatinga (*Mimosa scabrella*), introduzida em sistema agroflorestal do litoral de Santa Catarina.

## Material e Métodos

O estudo foi realizado na comunidade de Três Riachos, pertencente ao município de Biguaçu, litoral do Estado de Santa Catarina. Conforme Alvares et al. (2013), o clima regional pela classificação de Köppen é Cfa, com altitude média de 140 m, precipitação anual acima de 1690 mm e temperatura média anual de 19,8 °C.

As coletas foram realizadas em três propriedades rurais que adotam a “roça de toco” como sistema de condução da terra e produção de alimentos. Cinco árvores de *Mimosa scabrella* com aproximadamente 15 anos, foram coletadas em diferentes condições: umidade (úmida ou seca), disposição (empilhada ou individualizada) e cobertura (com ou sem cobertura), conforme a Tabela 1. As condições das árvores coletadas foram discutidas somente quanto ao teor de umidade da madeira. O material folhoso-vegetativo pertencente a cada árvore também foi coletado para a correta identificação da espécie.

Da posição mediana do fuste de cada árvore, foram retirados nove discos de 2,5 cm com espessura e destinados

para as análises das propriedades físicas e energéticas da madeira.

Para a produção do carvão vegetal, foram confeccionados corpos de prova das árvores 1, 2 e 3, nas dimensões 2 x 2 x 2,5 cm. Os corpos de prova foram climatizados e absolutamente secos em estufa (105°C durante 48 h), embalados em papel alumínio e carbonizados em forno mufla, conforme a rampa de aquecimento apresentada na Tabela 2.

**Tabela 1.** Árvores e condição da madeira de *Mimosa scabrella*.

**Table 1.** Trees and conditions of *Mimosa scabrella* wood.

Árvore	Condições da madeira (umidade, disposição e cobertura)
1	Seca, empilhada e sem cobertura
2	Úmida, individualizada e sem cobertura
3	Úmida, individualizada e sem cobertura
4	Seca, empilhada e com cobertura
5	Seca, empilhada e com cobertura

**Tabela 2.** Parâmetros de carbonização da madeira de *Mimosa scabrella*.

**Table 2.** Carbonization parameters of *Mimosa scabrella* wood.

Tempo (min)	Temperatura (°C)	Taxa de aquecimento (°C min <sup>-1</sup> )
0	25	-
20	150	7,50
87	200	2,30
184	250	1,36
288	350	1,22
362	450	1,24
394	Final	-

A madeira e o carvão vegetal de *Mimosa scabrella* foram destinados às análises para avaliar o potencial energético da espécie, conforme Tabela 3.

A análise de massa específica aparente da madeira foi realizada com teor de umidade na base úmida em 12%. A massa específica aparente do carvão vegetal foi realizada após

o resfriamento dos corpos de prova, com o teor de umidade de 0%.

O poder calorífico superior foi realizado em bomba calorimétrica isoperibólica, com uso de atmosfera saturada de oxigênio à 99% de pureza, marca IKA-2000 e, amostras absolutamente secas.

A análise química imediata da madeira e do carvão vegetal foi realizada em balança termogravimétrica (TGA) com temperatura de 900°C para o teor de materiais voláteis e 700°C para o teor de cinza. O teor de carbono fixo foi obtido pela diferença.

**Tabela 3.** Metodologias adotadas para a execução das análises da madeira e carvão vegetal de *Mimosa scabrella*.

**Table 3.** Methodology used to characterize wood and charcoal of *Mimosa scabrella*.

Análise	Material		Metodologia
	Madeira	Carvão Vegetal	
<b>Propriedades físicas</b>			
Teor de umidade (base úmida)	x	x	NBR 14929 (ABNT, 2003)
Massa específica aparente	x	x	NBR 7190 (ABNT, 1997)
Massa específica básica	x		NBR 7190 (ABNT, 1997)
<b>Energéticas</b>			
Poder calorífico superior	x	x	DIN 51900 (DIN, 2000)
Análise química imediata	x	x	ASTM 1762 (ASTM, 2007)
Rendimento gravimétrico		x	BRAND et al. (2013)

As variáveis estudadas foram submetidas à análise de variância (ANOVA). Antecedendo a ANOVA, aplicou-se o teste de *Bartlett* para verificação da homogeneidade de variâncias. Em todas as variáveis analisadas que apresentaram diferenças estatísticas significativas, aplicou-se o teste de comparação de médias de *Tukey* a 95% de nível de confiança.

## Resultados e Discussão

Observa-se que para o teor de umidade (TU) há diferenças significativas entre as cinco árvores de *Mimosa scabrella* (Tabela 4). As árvores 4 e 5 apresentaram os menores valores para TU, respectivamente.

Segundo Brand (2010), madeiras com teores de umidade abaixo de 30% são ideais para o uso energético. Dessa forma, as árvores 2 e 3, com o TU em que se encontravam, não são indicadas para o uso energético. Apesar do TU médio encontrado ser de 33%, próximo ao indicado, o seu elevado coeficiente de variação dificultaria o processo de combustão, pois necessita de maior admissão de oxigênio.

O fato destas árvores terem sido coletadas úmidas, individualizadas e sem cobertura, não propiciou a perda de umidade da madeira, verificando-se a importância da estocagem da madeira antes do uso. Em campo, foi constatado que os agricultores da região de estudo não possuem um controle para a estocagem da madeira destinada à produção de carvão vegetal.

Brito; Barrichelo (1979) e Brand; Muñiz (2010) destacaram a importância de fatores como época do ano em que a madeira é coletada, clima, tempo de estocagem, dimensões da madeira e espécie florestal como determinantes da secagem da madeira para o uso energético.

Observa-se que a massa específica básica (MEB) da madeira de *Mimosa scabrella* apresentou uma amplitude de  $0,115 \text{ g cm}^{-3}$  entre o maior e menor valor e baixo coeficiente de variação. Devido à norma utilizada para a realização da análise de MEB propor que todas amostras devem ser secas à 0% de umidade, as condições das madeiras não exercem influência sobre a variável.

A árvore 2 apresentou o menor valor de MEB, enquanto os maiores valores foram encontrados para as árvores 1 e 5, não diferenciadas estatisticamente. Pereira; Lavoranti (1986) encontraram valores de MEB semelhantes para a mesma

espécie, com  $0,537 \text{ g cm}^{-3}$ . Assim, evidencia-se que, apesar da *Mimosa scabrella* ter sido introduzida nesse novo ecossistema para o enriquecimento, a MEB não sofreu alterações.

Conforme estabelecido pelo Laboratório de Produtos Florestais (2014) do Serviço Florestal Brasileiro, são consideradas madeiras de média massa específica básica aquelas entre  $0,500 \text{ g cm}^{-3}$  e  $0,720 \text{ g cm}^{-3}$ , adequando-se todas as árvores do presente estudo nessa classificação. Segundo Neves et al. (2011), quanto à produção de carvão vegetal, é desejável que a madeira apresente massa específica básica alta, pois quanto maior a massa específica básica, maior será a massa de carvão

vegetal produzido para um determinado volume e maior a massa específica aparente do carvão.

O poder calorífico superior (PCS) da madeira apresentou diferenças estatísticas entre as árvores avaliadas, com amplitude de  $556 \text{ kcal kg}^{-1}$ . O maior PCS da madeira de *Mimosa scabrella* foi encontrado para a árvore 4 e os menores valores para as árvores 1 e 2, iguais estatisticamente. Brand (2010) destaca que na prática, o uso de madeiras com variação superior a  $300 \text{ kcal kg}^{-1}$  pode representar diferenças no sistema energético. Todas as árvores estão de acordo com o esperado para madeiras de espécies florestais, conforme Quirino (2005).

O teor de materiais voláteis (TMV) médio da madeira de *Mimosa scabrella* está de acordo com o estudo de Brito; Barrichelo (1982). O TMV apresentou diferenças significativas entre as árvores coletadas, apresentando uma amplitude de 1,40% entre o maior e menor valor. Pereira et al. (2000) destacaram que o elevado teor de voláteis da madeira propicia uma carbonização rápida e intensa.

O teor de cinza (TCZ) médio da madeira de *Mimosa scabrella* foi de 0,74%, estando de acordo com o esperado, apesar da amplitude de 0,46% entre o maior e menor valor. Pereira et al. (2000), descrevem que o TCZ pode variar entre

**Tabela 4.** Valores médios das propriedades físicas e energéticas da madeira de *Mimosa scabrella*.**Table 4.** Average values of physical and energetic properties of *Mimosa scabrella* wood.

Árvore	TU (%)	MEB (g cm <sup>-3</sup> )	PCS (kcal kg <sup>-1</sup> )	TMV (%)	TCZ (%)	TCF (%)
1	34 c	0,622 a	4.127 d	81,05 bc	0,74 ab	18,22 ab
2	51 a	0,507 d	4.100 d	81,82 ab	0,63 ab	17,56 b
3	46 b	0,601 b	4.539 c	82,36 a	0,54 b	17,10 b
4	17 e	0,544 c	4.656 a	80,42 c	0,80 ab	18,78 a
5	19 d	0,617 a	4.577 b	80,73 b	1,00 a	18,27 ab
Média	33	0,578	4400	81,28	0,74	17,99
CV	46,02%	8,73%	6,02%	0,98%	23,66%	3,66%

Em que: TU: teor de umidade, MEB: massa específica básica da madeira, PCS: poder calorífico superior, TMV: teor de materiais voláteis, TCZ: teor de cinza, TCF: teor de carbono fixo; CV: coeficiente de variação. Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não apresentam variação estatística significativa através do teste de médias (Tukey,  $p > 0,05$ ).

0,5% e acima de 5%, dependendo da espécie e da quantidade de casca presente, dentre outros fatores silviculturais e climáticos.

O teor de carbono fixo (TCF) médio da madeira de *Mimosa scabrella* foi de 17,99%, com amplitude de 1,68%, apresentando diferença significativa entre as árvores analisadas. Apesar da variação, as árvores encontram-se na faixa de TCF esperado para madeiras de folhosas, entre 15% e 25%, conforme descrevem Brito; Barrichelo (1982). Ainda segundo os mesmos autores, os combustíveis sólidos com altos teores de carbono fixo possuem maior período de resiliência na fornalha, se comparados àqueles de baixos teores.

**Tabela 5.** Valores médios das propriedades físicas da madeira no momento da carbonização e propriedades do carvão vegetal de *Mimosa scabrella*.**Table 5.** Average values of physical properties of wood before the carbonization process and properties of *Mimosa scabrella*.

Árvore	TU (%)	MEA madeira (g cm <sup>-3</sup> )*	MEA carvão (g cm <sup>-3</sup> )**	RG (%)
1	12,37 a	0,784 a	0,319 a	31 a
2	12,44 a	0,559 c	0,126 b	33 a
3	14,09 a	0,708 b	0,243 a	36 a
Média	12,97	0,684	0,229	33
CV (%)	7,51%	16,74%	42,39%	7,55%

Em que: TU: Teor de umidade; MEA: Massa Específica Aparente; RG: Rendimento Gravimétrico. Médias seguidas

da mesma letra, na linha, não apresentam variação estatística significativa através do teste de médias (Tukey,  $p > 0,05$ ). \* O teor de umidade das árvores para a determinação da MEA da madeira foi igual ao apresentado na primeira coluna da Tabela acima. \*\* MEA do carvão realizada a teor de umidade de 0%.

Na Tabela 5 pode se observar que o teor de umidade (TU) da madeira de *Mimosa scabrella* utilizada para a carbonização apresentou baixa amplitude (1,72%) entre as três árvores avaliadas e baixo coeficiente de variação. Segundo Arruda et al. (2011), o tempo médio de carbonização sofre influência do teor de umidade da madeira utilizada e a sua variação nas rotinas de carbonização.

A massa específica aparente (MEA) da madeira de *Mimosa scabrella* utilizada na carbonização apresentou diferenças significativas entre si, com amplitude de 0,225 g cm<sup>-3</sup> e coeficiente de variação médio.

A árvore 1, que apresentou maior MEA da madeira, também apresentou a maior MEA do carvão, a mesma relação apresentou a árvore 2, mas com o menor valor observado para ambas as propriedades.

A MEA do carvão de *Mimosa scabrella* apresentou alto coeficiente de variação. A diferença entre o maior e menor

valor observado foi de 0,193 g cm<sup>-3</sup>. As árvores 1 e 3 foram estatisticamente iguais e superiores à árvore 2.

A MEA média do carvão é inferior ao encontrado por Botrel et al. (2007) e Neves et al. (2011), com valores superiores para híbridos de *Eucalyptus*, 0,336 g cm<sup>-3</sup> e 0,351 g cm<sup>-3</sup>, respectivamente. Paes et al. (2012) também encontraram valores de MEA do carvão vegetal superiores para espécies nativas do semiárido brasileiro (*Mimosa tenuiflora*, *Mimosa arenosa* e *Anadenanthera colubrina*)

O rendimento gravimétrico (RG) do carvão vegetal produzido a partir da madeira de *Mimosa scabrella* apresentou coeficiente de variação baixo e baixa amplitude (5%). Observa-se o menor RG da árvore 1, que apresentou a maior MEA da madeira e carvão vegetal. Para a produção de carvão vegetal busca-se espécies florestais que apresentem alto RG da produção, o que diminui os custos de processo.

Valores de RG semelhantes (32,9%) foram encontrados por Pereira; Lavoranti (1986) estudando a qualidade da madeira de *Mimosa scabrella* de três locais diferentes de ocorrência natural da espécie. Já Paes et al. (2012) obtiveram valores de RG acima de 40% para duas espécies do gênero *Mimosa* de ocorrência no semiárido brasileiro.

Observa-se a existência da correlação moderada positiva (0,784) existente entre a MEA do carvão vegetal e a MEB da madeira de *Mimosa scabrella* para o presente estudo (Tabela 6). Apesar de ser moderada, a correlação permite identificar a influência da massa específica da madeira sobre o carvão vegetal.

O RG e a MEB da madeira também não apresentaram correlação entre si. O RG do carvão de *Mimosa scabrella* não correlacionou-se com a MEA do carvão.

O PCS do carvão vegetal de *Mimosa scabrella* apresentou diferença estatística, e amplitude de 627 kcal kg<sup>-1</sup> entre as árvores coletadas (Tabela 7). Observa-se o baixo coeficiente de variação do PCS entre as árvores coletadas. O carvão

vegetal apresentou PCS superior ao da madeira. Destaca-se a árvore com maior PCS (7377 kcal kg<sup>-1</sup>).

**Tabela 6.** Correlações entre a MEB da madeira e as propriedades físicas do carvão de *Mimosa scabrella*.

**Table 6.** Correlations between wood MEB and *Mimosa scabrella* physics proprieties of charcoal.

Correlações		MEA Carvão	MEB Madeira	RG Carvão
MEA Carvão	Correlação de Person	1	0,784**	-0,09
	Sig. (2 extremidades)		0	0,637
	N	30	30	30
MEB Madeira	Correlação de Person	0,784**	1	-0,133
	Sig. (2 extremidades)	0		0,483
	N	30	30	30
RG Carvão	Correlação de Person	-0,09	-0,133	1
	Sig. (2 extremidades)	0,637	0,483	
	N	30	30	30

Em que: MEA: Massa Específica Aparente; MEB: Massa Específica Básica; RG: Rendimento Gravimétrico; \*\* Correlação significativa ao nível de 1% de significância.

**Tabela 7.** Valores médios das propriedades energéticas do carvão vegetal de *Mimosa scabrella*.

**Table 7.** Average values of energetic properties of charcoal of *Mimosa scabrella*.

Árvore	PCS (kcal kg <sup>-1</sup> )	TMV (%)	TCZ (%)	TCF (%)
1	6837 b	29,39 b	2,06 a	68,55 b
2	6750 b	34,08 a	1,29 b	64,64 c
3	7377 a	27,69 b	1,57 b	70,96 a
Média	6988	30,39	1,64	68,05
CV (%)	4,86%	10,89%	23,76%	4,69%

Em que: PCS: Poder calorífico superior; TMV: Teor de materiais voláteis; TCZ: Teor de Cinzas; TCF: Teor de carbono fixo; CV: Coeficiente de variação. Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não apresentam variação estatística significativa através do teste de médias (Tukey, p > 0,05).

Todas árvores do presente estudo apresentam valores de PCS superiores àqueles encontrados por Paes et al. (2012), e

inferiores aos de Neves et al. (2011), com 7643 kcal kg<sup>-1</sup> para o carvão vegetal de clones do gênero *Eucalyptus*.

O TMV do carvão vegetal de *Mimosa scabrella* apresentou diferença significativa entre as árvores coletadas e amplitude de 6,39%. O coeficiente de variação do TMV foi inferior à 11%. A árvore 2, que apresentou a menor MEA da madeira e do carvão, também apresentou o maior TMV.

Brahan (2002) destacou que o teor de materiais voláteis para o carvão vegetal deve ser baixo, liberando-se assim menor quantidade de substâncias tóxicas durante o preparo de alimentos, porém, a ignição inicial será dificultada pela baixa quantidade de materiais voláteis.

O TCZ do carvão vegetal produzido em laboratório apresentou diferença significativa estatisticamente, e uma amplitude de 0,77% entre as árvores. A árvore 2 que apresentou o maior TMV, obteve, por sua vez, o menor TCZ do carvão vegetal. O TCZ deve ser o mais baixo possível – assim, menor será a quantidade de resíduos da queima a permanecer ao final da combustão do carvão vegetal. Os resultados do presente estudam assemelham-se com àqueles encontrados por Pereira; Lavoranti (1986), com TCZ médio de 1,90%.

O TCF do carvão vegetal de *Mimosa scabrella* produzido em laboratório apresentou diferença significativa entre as árvores e amplitude de 6,32%. O maior valor de TCF está associado à árvore 3, que apresentou o menor TMV, maior PCS e maior RG da produção de carvão vegetal (Tabela 6).

Pereira; Lavoranti (1986) e Sturion; Silva (1989) encontraram valores de TCF superiores para a mesma espécie. Os valores de TCF do presente estudo assemelham-se àqueles encontrados por Paes et al. (2012) para três espécies de ocorrência no semiárido brasileiro.

O estudo teve êxito na avaliação da qualidade e do potencial da espécie *Mimosa scabrella* para o uso energético da madeira e na produção de carvão vegetal, contribuindo

para o dia-a-dia dos agricultores familiares da “roça de toco” e agregação de dados científicos de espécies nativas.

## Conclusões

Com o presente estudo, pode se concluir que:

- A madeira de *Mimosa scabrella* apresenta qualidade energética desejável para o uso *in natura* ou na transformação em carvão vegetal, apresentando alto rendimento na carbonização.

- O carvão vegetal de *Mimosa scabrella* apresenta como aspectos positivos o adequado poder calorífico superior e baixo teor de cinzas, porém altos teores de materiais voláteis e baixo carbono fixo. Verifica-se correlação entre a massa específica básica da madeira e a massa específica aparente do carvão vegetal.

- As propriedades físicas massa específica básica da madeira, rendimento gravimétrico e teor de cinza do carvão vegetal de Bracatinga (*Mimosa scabrella*) introduzida em sistema agroflorestal distante de seu local de ocorrência natural da espécie, apresentam poucas diferenças se comparadas àquelas encontradas para a espécie em locais de ocorrência natural.

## Referências

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, 2013.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIAL (ASTM). **ASTM 1762**: Standard Test Method for Chemical Analysis of Wood Charcoal. 2001 (2007). West Conshohocken, PA: ASTM International, 2007.

ARRUDA, T. P. M.; PIMENTA, A. S.; VITAL, B. R.; LUCIA, R. M. D.; ACOSTA, F. C. Avaliação de duas rotinas de carbonização em fornos retangulares. **Revista Árvore**. 2011, v.35, n.4, p. 949-955.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 14929**: Madeira, determinação do teor de umidade de cavacos - Método por secagem em estufa. Rio de Janeiro, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 7190**: Projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro, 1997. 107 p.
- BOTREL, G. M. C.; TRUGILHO, P. F.; ROSADO, S. C. S.; SILVA, J. R. M. Melhoramento genético das propriedades do carvão vegetal de *Eucalyptus*. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.31, n.3, p.391-398, 2007.
- BRAHAN, W. K. **Combustibilidad de la madera: la experiencia com espécies colombianas**. Bogotá, Fondo de Publicaciones (Boletim Técnico, 1). 2002.
- BRAND, M. A. **Energia de biomassa florestal**. Rio de Janeiro: Interciência, 131 p. 2010.
- BRAND, M. A.; CUNHA, A.B.; CARVALHO, A. F.; BREHMER, D. R.; KÜSTER, L. C. Análise da qualidade da madeira e do carvão vegetal produzido a partir da espécie *Miconia cinnamomifolia* (De Candolle) Naudin (Jacatarião-açu) na agricultura familiar, em Biguaçu, Santa Catarina. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 41, n. 99, p. 401-410, set. 2013.
- BRAND, M. A.; MUÑIZ, G. I. B. Influência da época de colheita da biomassa florestal sobre sua qualidade para a geração de energia. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 88, p. 619-628, dez. 2010.
- BRITO, J. O.; BARRICHELO, L. E. G. Usos diretos e propriedades da madeira para geração de energia. **IPEF**, 1979. 7p.
- BRITO, J.O.; BARRICHELO, L.E.G. Aspectos técnicos da utilização da madeira e carvão vegetal como combustíveis. In: **SEMINÁRIO DE ABASTECIMENTO ENERGÉTICO INDUSTRIAL COM RECURSOS FLORESTAIS**, 2ed, 1982, São Paulo. São Paulo, 1982. p. 101-137.
- CARPANEZZI, A. A. Manual técnico da Bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth). **EMBRAPA CNPF**, Curitiba, 1988. 70p.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 1039 p.
- DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG (DIN). **DIN 51900**: Determining the gross calorific value of solid and liquid fuels using the bomb calorimeter, and calculation of net calorific value. Berlin, 2000.
- FANTINI, A.C.; ULLER-GÓMEZ, C.; GARTNER, C.; VICENTE, N. R.; SCHLINDWEIN, S. L.; BAUER, E.; MENEZES, G. T. C. Produção de carvão e de saberes na agricultura familiar de SC. **Revista Agropecuária Catarinense**, Florianópolis/SC, v.23, n.3, p.13-15, nov. 2010.
- FIGUEROA, M. J. M.; MORAES, P. D. Comportamento da madeira a temperaturas elevadas. **Ambiente Construído**, 9 (4). 2009, p.157-174.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE cidades: Biguaçu. Censo Agropecuário, 2006. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>>, 2013, capturado em 12 de outubro de 2013.”
- LABORATÓRIO DE PRODUTOS FLORESTAIS. LPF: **Database of Brazilian Wood**. IBAMA: Laboratório de Produtos Florestais Brasília. Disponível em <<http://sistemas.florestal.gov.br/madeirasdobrasil/>>, 2014, capturado em 07 de janeiro de 2014.
- NEVES, T. A.; PROTÁSSIO, T.P.; COUTO, A.M.; TRUGILHO, P.F.; SILVA, V.C.; VIEIRA, C.M.M. Avaliação de clones de *Eucalyptus* em diferentes locais, visando à produção de carvão vegetal. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.31, n. 68, p. 319-330, 2011.
- PAES, J. B.; LIMA, C. R.; OLIVEIRA, E.; SANTOS, H. C. M. Rendimento e caracterização do carvão vegetal de três espécies de ocorrência no semiárido brasileiro. **Ciência da Madeira (Braz. J. Wood Sci.)**, Pelotas, v. 03, n. 01, 2012, p. 01-10.
- PEREIRA, J. C. D.; LAVORANTI, O. J. Comparação da qualidade da madeira de três procedências de *Mimosa scabrella* Benth. para fins energéticos. **Boletim de Pesquisa Florestal**, v. 12, p. 30-34, 1986.
- PEREIRA, J.C.D.; STURION, J.A.; HIGA, A.R.; HIGA, R.C.V.; SHIMIZU, J.Y. Características da madeira de algumas espécies de eucalipto plantadas no Brasil. Colombo: **Embrapa Florestas**, 2000. 113p. (**Embrapa Florestas**. Documentos, 38).
- QUIRINO, W. F.; VALE, A.T.; ANDRADE, A. P. A.; ABREU, V. L. S.; AZEVEDO, A. C. S. Poder calorífico da madeira e materiais lignocelulósicos. **Revista da Madeira**, n. 89, p. 100-106, abr. 2005.

STURION, J.; SILVA, F. Caracterización de la madera de bracatinga para energia. In: **Manejo y aprovechamiento de plantaciones forestales com especies de uso multiple**, Guatemala, 1989. p. 541-549.

ULLER-GÓMEZ, C.; GARTNER, C. **Um caminho para conhecer e transformar nossa comunidade. Florianópolis.** Epagri/MB2: Relatório final de pesquisa vinculada ao TOR 23/2006. 2008, 111p.

ZUCHIWSCHI, E.; FANTINI, A. C.; ALVES, A. C.; PERONI, N. Limitações ao uso de espécies florestais nativas pode contribuir com a erosão do conhecimento ecológico tradicional e local de agricultores familiares. **Acta Botânica Brasilica**. 2010, vol.24, n.1, p. 270-282.