

## Qualidade da casca e da madeira de nove espécies de Eucalipto para produção de carvão vegetal

Claudio Gumane Francisco Juizo<sup>1</sup>, Marcos Ramos Lima<sup>2</sup>, Dimas Agostinho da Silva<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Instituto Superior Politécnico de Manica, CCAMA, Rua Dr Araújo de Lacerda, 500, Bairro 3, ECP 2200, Chimoio-Moçambique. E-mail: c.gumane@gmail.com

<sup>2</sup> Marrari Automação Industrial, Rua Piauí, 1072, Parolin, CEP 80220-240, Curitiba-PR, Brasil. E-mail: marcoslima@marrari.com.br

<sup>3</sup> Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal, Av. Prefeito Lothário Meissner, 900, Campus III - Jardim Botânico, CEP 80210-170, Curitiba-PR, Brasil. E-mail: dimas.agostinho.silva@gmail.com

### RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade da casca e da madeira de Eucalipto para carbonização em indústria siderúrgica. Foram utilizadas *Eucalyptus globulus*, *E. viminalis*, *E. dunnii*, *E. robusta*, *E. phaeotrica*, *E. deanei*, *E. pellita*, *E. grandis* e *E. saligna*, das quais foram selecionadas três árvores de cada espécie para coletas de amostras da casca e da madeira para determinação da massa específica aparente, poder calorífico e análise química imediata. Na casca, *E. phaeotrica* apresentou maior massa específica aparente ( $0,418 \text{ g cm}^{-3}$ ) e maior poder calorífico ( $4669,667 \text{ kcal kg}^{-1}$ ), enquanto que *E. deanei*, *E. viminalis*, *E. globulus*, *E. robusta*, *E. grandis* apresentaram maiores teores de cinza com 14,064; 8,050; 7,469; 6,438 e 6,270% respectivamente. Na madeira, *E. saligna* apresentou maior massa específica aparente ( $0,652 \text{ g cm}^{-3}$ ), e o poder calorífico teve uma variação de  $4468,333 \text{ kcal kg}^{-1}$  para  $4820 \text{ kcal kg}^{-1}$  em *E. viminalis* e *E. pellita* respectivamente, com baixos teores de cinza. Tanto a casca como a madeira das nove espécies de eucalipto possuem potencial para serem usadas para produção de carvão vegetal.

**Palavras-chave:** massa específica; poder calorífico; teor de carbono; teor de cinza; teor de voláteis

### Quality of the bark and wood of nine Eucalyptus species for the charcoal production

### ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the quality of bark and wood of the Eucalyptus for carbonization in the steel industry. *Eucalyptus globulus*, *E. viminalis*, *E. dunnii*, *E. robusta*, *E. phaeotrica*, *E. deanei*, *E. pellita*, *E. grandis* and *E. saligna* were used, from which three trees of each species were selected for sampling of bark and wood for determination of the apparent specific gravity, calorific value and the immediate chemical analysis. In the bark, *E. phaeotrica* showed higher apparent specific gravity ( $0.418 \text{ g cm}^{-3}$ ) and higher calorific value ( $4669.67 \text{ kcal kg}^{-1}$ ), whereas *E. deanei*, *E. viminalis*, *E. globulus*, *E. robusta*, *E. grandis* showed higher ash content with 14.064; 8.050; 7.469; 6.438 and 6.270% respectively. In the wood, *E. saligna* showed higher specific gravity ( $0.652 \text{ g cm}^{-3}$ ), with calorific value ranging from  $4468.333 \text{ kcal kg}^{-1}$  to  $4820 \text{ kcal kg}^{-1}$  in *E. viminalis* and *E. pellita* respectively, with low ash content. Therefore, both the bark and the wood of the nine eucalyptus species has the potential to be used for the charcoal production for steel industry.

**Key words:** specific gravity; calorific value; carbon content; ash content; volatile content

## Introdução

O consumo de energia tem gerado questionamentos em relação ao equilíbrio ambiental, aumentando cada vez mais a procura por alternativas que minimizem o efeito dos problemas causados. Dentre as alternativas encontradas, destaca-se a intensificação do uso de fontes renováveis, entre as quais madeiras de espécies de rápido crescimento para obtenção de carvão vegetal e lenha para serem utilizados em siderurgia (Cintra, 2009).

Neste contexto, a utilização dessas fontes, se tornou cada vez mais comum e importante nos países em vias de desenvolvimento, e segundo Brito & Cintra (2004), a cada seis pessoas, pelo menos três utilizam a madeira em processos de cozimentos, fermentações e produções de eletricidade.

Para utilização da madeira na carbonização, é preciso ter em conta a grande variabilidade e heterogeneidade existente até entre indivíduos da mesma espécie, necessitando por isso de conhecimentos específicos para o controle rigoroso das suas propriedades e características que possibilitam melhores rendimentos no processo (Trugilho et al., 2005).

Esse controle baseia-se no conhecimento das suas propriedades energéticas, para reduzir perdas que ocorrem durante a carbonização e queima pela degradação de substâncias de baixa massa molar, pois são aplicadas elevadas temperaturas que permitam a degradação das moléculas de hemiceluloses, celulose e ligninas que são substâncias de maior massa molar (Fengel & Wegener, 1984).

Apesar das dificuldades observadas na carbonização e queima, elas ainda continuam sendo a forma mais fácil e viável de geração de energia utilizando materiais de origem celulósica. No entanto o processo torna-se mais complexo, quando se utilizam espécies que apresentam grandes diferenças nas suas propriedades tecnológicas, causando uma variação nos processos de carbonização e queima e qualidades energéticas.

O mesmo se verifica com espécies de Eucalipto, que apesar das diferenças existentes entre elas, durante a carbonização e queima elas continuam tendo um grande potencial de crescimento na maioria dos estados brasileiros, tendo maior sustentabilidade para substituição de espécies nativas em vários processos.

E em função disso, as espécies de Eucalipto, têm sido utilizadas para produção de carvão vegetal para a indústria siderúrgica e consumo residencial urbano e rural. E a sua utilização em larga escala dependem do conhecimento das suas propriedades tecnológicas e rendimentos na carbonização. Foi nesse sentido que se desenvolveu a presente pesquisa para avaliar a qualidade da madeira e da casca de Eucalipto para utilização na carbonização.

## Material e Métodos

Para a realização deste estudo foi utilizado material de nove espécies de Eucalipto, sendo *E. dunnii*, *E. globulus* e *E. viminalis*, *E. grandis*, *E. saligna* provenientes do Paraná e *E. robusta*, *E. phaeotrica*, *E. pellita*, *E. deanei* de Santa Catarina.

Foram utilizadas árvores com idades de 18 a 22 anos, provenientes de plantios inicialmente estabelecidos para produção de madeira serrada, que posteriormente foram descartados por apresentarem defeitos considerados inadequados para o desdobro.

Em cada espécie foram selecionadas três árvores de onde foram obtidas amostras da casca e da madeira em triplicata na base, as quais foram utilizadas para a determinação da massa específica aparente, poder calorífico, teor de carbono fixo, teor de materiais voláteis e teor de cinzas.

A massa específica aparente das amostras da casca e da madeira foi determinada utilizando os procedimentos da COPANT-461 (1972). E o poder calorífico foi determinado utilizando um calorímetro segundo os procedimentos da NBR 8633-ABNT (1984).

A composição química imediata da casca e da madeira foi analisada em amostras previamente trituradas e classificadas em peneiras de 40 e 60 *mesh*, tendo sido avaliadas a porcentagem de voláteis (Tmv), teor de cinzas (Tc) e teor de carbono fixo (Tcf), utilizando os procedimentos da da NBR 8112-ABNT (1986).

Após o desenvolvimento experimental, foram realizadas análises estatísticas dos resultados, num delineamento inteiramente ao acaso para todas as variáveis avaliadas de forma separada para casca e para a madeira das nove espécies de Eucalipto.

Assim sendo, considerou-se cada espécie como fonte de variação para o tratamento, e teste de homogeneidade de Bartlett, seguido de análises de variância simples (ANOVA), e quando verificadas diferenças entre os tratamentos (espécies), fez-se a comparação de médias pelo teste de Tukey.

## Resultados e Discussão

Na casca das espécies de Eucalipto, a massa específica aparente, poder calorífico, teor de carbono fixo, teor de materiais voláteis e teor de cinzas, apresentaram diferenças significativas entre si. No entanto, os resultados observados na madeira, indicaram que, somente a massa específica aparente e o teor de cinzas apresentaram diferenças significativas, enquanto o poder calorífico, teor de carbono fixo e teor de voláteis foram estatisticamente iguais si (Tabela 1).

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância da massa específica aparente, poder calorífico superior, teor de carbono fixo, teor de voláteis e de cinzas da madeira e da casca das espécies de Eucalipto.

Material lignocelulósico	Variável				
	Massa específica (g cm <sup>-3</sup> )	Poder calorífico superior (kcal kg <sup>-1</sup> )	Teor de carbono fixo	Teores de voláteis (%)	Teor de cinzas
Casca	*	**	**	**	**
Madeira	**	ns	ns	ns	**

\*\* Significativo pelo teste F ( $p < 0,01$ ), \* significativo pelo teste F ( $0,01 > p \leq 0,05$ ) e ns: Não significativo pelo teste F ( $p > 0,05$ ).

A diferença observada no teor de carbono fixo, resultou também em diferentes emissões de teor de voláteis. Para a madeira, as semelhanças na produção de carbono fixo entre as espécies, resultaram em rendimentos semelhantes (Tabela 2), por terem as mesmas quantidades de energia estocada no material combustível durante a carbonização. A maioria das variáveis energéticas são correlacionadas entre si, e indicam a qualidade do material para carbonização, possibilitando o seu uso na indústria siderúrgica ou mesmo em consumo urbano e rural.

Assim sendo, o teor de cinzas observado foi estatisticamente diferente entre as espécies, evidenciando diferenças na proporção de matérias minerais na casca e na madeira. Segundo Vital et al. (1989), esta variável é também importante para o processo de carbonização e queima do material, pois teores de cinza relativamente altos, constituem um fator indesejável e limitante para a sua utilização residencial urbana e rural.

Na casca das nove espécies de Eucalipto (Tabela 2), observa-se que o *E. phaeotrica* apresentou maior massa específica aparente, sendo que a menor massa específica aparente foi observada na casca de *E. pellita*. Os intervalos de variação da massa específica observadas neste estudo, são semelhantes as observações de Andrade et al. (2009); Miranda & Barrichelo (1991) estudando a casca de espécies e clones de Eucalipto.

Como consequência, o maior poder calorífico foi observado na casca de *E. phaeotrica*. Em função do baixo valor da massa específica, era suposto que o menor poder calorífico fosse observado no *E. pellita*, porém, o *E. deanei* foi a espécie que apresentou o menor valor, contrariando assim as constatações de Palermo et al. (2004); Santos (2010), segundo os quais espécies com maiores valores de massa específica, apresentam maior poder calorífico e consequentemente, maior rendimento energético.

Essa situação não foi observada, possivelmente pela diferença dos constituintes químicos da casca avaliada nas espécies estudadas. Pois segundo Corder (1976), além da massa específica, o baixo teor de lignina também influencia no baixo poder calorífico de materiais de origem celulósica, influenciando assim na carbonização.

O poder calorífico superior observado na casca de Eucalipto, está dentro do intervalo estabelecido por Corder (1976) para as características da casca de espécies de folhosas, segundo qual o mesmo varia de 3700 kcal kg<sup>-1</sup> a 4900 kcal kg<sup>-1</sup>.

O teor de carbono fixo, teve uma amplitude de variação relativamente baixa, com o *E. robusta* e o *E. phaeotrica* a observarem os maiores e menores valores respectivamente.

Apesar da baixa amplitude de variação, as espécies estudadas apresentaram elevados teores de carbono fixo na casca, e como consequência maior poder calorífico superior, conforme observado por Machado et al. (2014), segundo os quais, quanto maior for o rendimento em carbono fixo, melhor será a qualidade da biomassa para carbonização e queima.

O teor de voláteis observado (Tabela 2), tende a diminuir com o aumento do carbono fixo. E as espécies que apresentaram, altos valores de carbono fixo tiveram baixos teores de voláteis, como foi também observado por Machado et al. (2014).

O teor de cinza da casca, foi relativamente alto, principalmente no *E. deanei*, *E. viminalis*, *E. globulus*, o que representa alto percentual de constituintes inorgânicos na casca das espécies de Eucalipto estudadas. Brito & Barrichelo (1978) também obtiveram altos teores de cinza em *E. grandis* (6,60%) e *E. saligna* (6,14%). No entanto, para os autores, o alto teor de cinza, não representa fator limitante para utilização da casca como energia, pois a mesma pode ser utilizada quando se tem elevada quantidade de biomassa, para favorecer a combustão.

Na avaliação da madeira das nove espécies de Eucalipto (Tabela 3), o *E. saligna* apresentou maior massa específica, no entanto o valor observado não foi estatisticamente diferente massa específica de *E. viminalis*, *E. robusta* e *E. globulus*.

A menor massa específica aparente foi observada no *E. grandis* que também foi estatisticamente igual a massa específica aparente do *E. dunii*, *E. pellita*, e *E. deanei*.

Os valores de massa específica aparente obtidos nesta pesquisa, foram semelhantes às observações de Silva et al. (1983), que encontraram 0,57 g cm<sup>-3</sup>, na madeira de *E. viminalis*. Estudando madeira de Eucalipto, Carneiro et al. (2014) também observaram valores semelhantes nos clones GG100, GG157 e GG680, os quais tiveram 0,52 g cm<sup>-3</sup>; 0,54 g cm<sup>-3</sup>; 0,56 g cm<sup>-3</sup> de massa específica respectivamente.

As espécies com maior massa específica na madeira tiveram maior poder calorífico superior, os quais variaram de 4468,333 kcal kg<sup>-1</sup> a 4820 kcal kg<sup>-1</sup>, sem diferenças significativas entre si. Vale et al. (2000) encontraram valores similares no *E. grandis* (4.641 kcal kg<sup>-1</sup>). Destaque também vai para estudos realizados por Oliveira et al. (2010); Santana (2009) os quais obtiveram 4630 kcal kg<sup>-1</sup> e 4610 kcal kg<sup>-1</sup> de clones de *E. pellita* e *E. grandis* respectivamente.

**Tabela 2.** Valores médios da massa específica aparente (Mep), poder calorífico (PCS), teor de carbono fixo (Tcf), teor de materiais voláteis (Tmv) e teor de cinzas (Tc) da casca de Eucalipto.

Espécie	Caracterização da casca				
	Mep (g cm <sup>-3</sup> )	PCS (kcal kg <sup>-1</sup> )	Tcf	Tmv (%)	Tc
<i>E. saligna</i>	0,317bc	4350,33a	27,24bc	69,66b	3,11cd
<i>E. viminalis</i>	0,323b	3805,33b	28,31 b	63,64c	8,05b
<i>E. robusta</i>	0,276c	4118,67ab	31,30a	62,26c	6,44b
<i>E. dunii</i>	0,393a	4136ab	25,49c	70,05b	4,46c
<i>E. pellita</i>	0,202d	4418a	27,88b	68,89b	3,23c
<i>E. globulus</i>	0,381ab	3944,67b	26,81bc	65,73c	7,47b
<i>E. deanei</i>	0,372b	3307,67c	30,29a	55,64d	14,06a
<i>E. phaeotrica</i>	0,418a	4669,67a	22,96d	75,12a	1,93d
<i>E. grandis</i>	0,378b	3997b	27,05bc	66,68b	6,27b

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo Teste Tukey ( $p \geq 0,05$ ).

**Tabela 3.** Valores médios da massa específica aparente (Mep), poder calorífico superior (PCS), teor de carbono fixo (Tcf), teor de materiais voláteis (Tmv) e teor de cinza (Tc) da madeira de Eucalipto.

Espécie	Caracterização da madeira				
	Mep (g cm <sup>-3</sup> )	PCS (kcal kg <sup>-1</sup> )	Tcf	Tmv (%)	Tc
<i>E. salygna</i>	0,652a	4736,67a	17,42a	82,24a	0,35c
<i>E. viminalis</i>	0,571ab	4468,33a	16,04a	83,45a	0,51ab
<i>E. robusta</i>	0,572ab	4654a	18,89a	80,76a	0,36c
<i>E. dunii</i>	0,519b	4700,33a	16,15a	83,32a	0,53ab
<i>E. pellita</i>	0,535b	4820a	18,61a	81,00a	0,39c
<i>E. globulus</i>	0,587ab	4668,67a	15,67a	83,75a	0,58a
<i>E. deanei</i>	0,506b	4753,33a	18,48a	81,17a	0,35c
<i>E. phaotrica</i>	0,558ab	4632,33a	16,37a	83,14a	0,49b
<i>E. grandis</i>	0,510b	4643a	14,47a	85,19a	0,35c

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo Teste Tukey ( $p \geq 0,05$ ).

O teor de carbono fixo apresentou uma variação de 14,46% a 18,88% para o *E. grandis* e *E. robusta*. Esta variável foi estatisticamente igual entre as espécies estudadas e relativamente inferior aos valores observados por Trugilho et al. (2005) em clones de Eucalipto.

Quanto mais alto o teor de carbono fixo, melhor são os rendimentos e qualidade do material para carbonização e queima. Segundo Brame & King (1942) a proporção de carbono fixo influencia na combustão, permitindo que unidades de calor se difundam em todos os pontos do material combustível durante carbonização.

Os componentes voláteis observados na madeira apresentaram uma variação de 80,759% a 85,188% para o *E. robusta* e *E. grandis* respectivamente, semelhante aos valores observados por Machado et al. (2014). O maior teor de componentes voláteis indica maior quantidade de substâncias na forma gasosa para ser absorvida da madeira, favorecendo na longa duração do processo de carbonização e queima, sugerindo assim uma ótima qualidade e rendimentos para carbonização da madeira das espécies de Eucalipto.

Ainda na madeira, os maiores teores de cinza foram observados no *E. globulus*, *E. dunii* e *E. viminalis*. No entanto os valores médios observados (tabela 3) foram relativamente baixos em relação as observações de Oliveira et al. (2010), avaliando a madeira de *E. pellita*.

Em função dos teores de cinzas, os valores, são um bom indicativo para aplicação da madeira de Eucalipto em carbonização e queima, pois segundo Machado et al. (2014) a escolha de material de baixo teor de inorgânicos implica a produção de baixo teor de cinza, sendo melhor para a carbonização e principalmente para utilização no consumo residencial urbano e rural.

## Conclusões

Em função da massa específica aparente e do poder calorífico superior, a produção de energia foi maior na casca de *E. saligna* e *E. phaotrica*, e na madeira de *E. pellita*, *E. dunii* e *E. deanei*.

A casca deve ser utilizada como combustível somente em grandes quantidades.

O baixo teor de cinzas apresentado na madeira é um bom indicativo para aplicação da madeira das nove espécies na carbonização.

O carvão obtido das espécies de Eucalipto pode ser usado para consumo residencial urbano e rural.

## Literatura Citada

- Andrade, M.C.N.; Minhoni, M.T.A.; Sansigolo, C.A.; Zied, D.C. Densidade básica da madeira de sete espécies e três clones de eucalipto antes e durante o cultivo de shiitake. *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 31, n. 2, p.235-240, 2009. <https://doi.org/10.4025/actasciagr.v31i2.7034>.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. NBR 8112: Carvão vegetal: análise imediata. Rio de Janeiro: ABNT, 1986. 5p.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. NBR 8633: Carvão vegetal: determinação do poder calorífico. Rio de Janeiro: ABNT, 1984. 13p.
- Brame, J.S.S.; King, J.G. Fuel solid, liquid and gaseous. London: Edward Arnold & Co., 1942. 422 p.
- Brito, J.O.; Barrichelo, L.E.G. Características do eucalipto como combustível: análise química imediata da madeira e da casca. IPEF, n.16, p.63-70, 1978. <http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr16/cap05.pdf>. 05 Set. 2016.
- Brito, J.O.; Cintra, T.C. Madeira para energia no Brasil: realidade, visão, estratégia e demandas de ações. *Biomassa & Energia*, Viçosa, v. 1, n. 2, p. 157-163, 2004.
- Carneiro, A.C.O.; Castro, A.F.N.M.; Castro, R.V.O.; Santos, R.C.; Ferreira, L.P.; Damásio, R. A. P.; Vital, B. R. Potencial energético da madeira de *Eucalyptus* sp. em função da idade e de diferentes materiais genéticos. *Revista Árvore*, v.38, n.2, p. 375-381, 2014. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622014000200019>.
- Cintra, T.C. Avaliações energéticas de espécies florestais nativas, plantadas na região da nova Paranapanema SP. Piracicaba: Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2009. 85p. Dissertação Mestrado. <https://doi.org/10.11606/D.11.2009.tde-11032009-161045>.
- Comisión panamericana de normas técnicas – COPANT. COPANT 461: método de determinación del peso específico aparente. Caracas, 1972. 8 p.
- Corder, S.E. Properties and uses of bark as an energy source. Corvallis: Oregon State University, School of Forest, Forest Research Laboratory, 1976. 24 p. (Research Paper, 31). [https://ir.library.oregonstate.edu/xmlui/bitstream/handle/1957/8209/RP\\_no\\_31.pdf?s.22](https://ir.library.oregonstate.edu/xmlui/bitstream/handle/1957/8209/RP_no_31.pdf?s.22) Jun. 2016.

- Fengel, D.; Wegener, G. Wood: Chemistry, ultrastructure, reactions. Berlin: Walter de Gruyter, 1983. 626p.
- Machado, G.O.; Vogel, F.; Silva, M.M. Influência da temperatura final de carbonização nas características físicas, químicas e energéticas do carvão de cinamomo (*Melia azedarach* L.) *Ambiência*, v.10, n.1, p.83-96, 2014. <https://doi:105935/ambiencia.2014.01.07>.
- Miranda, C.R.E.; Barrichelo, L.E.G. Celulose de madeira de *E. citriodora*: influência do tamanho de cavacos. In: Congresso Anual de Celulose e Papel, 23., 1991, São Paulo. Resumos... São Paulo: ABTCP, 1991. p.1-34.
- Oliveira, A.C.; Carneiro, A.C.O.; Vital, B.R.; Almeida, W.; Pereira, B.L.C.E.; Cardoso, M.T. Parâmetros de qualidade da madeira e do carvão vegetal de *Eucalyptus pellita* F. Muell. *Scientia Forestalis*, v. 38, n. 87, p. 431-439, 2010. <http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr87/cap10.pdf>. 05 Set. 2016.
- Palermo, G.P.M.; Latorraca J.V.F.; Severo, E.T.D.; Rezende, M.A.; Abreu, H.S. Determinação da densidade da madeira de *Pinus elliottii* Englm, através de atenuação de radiação gama comparada a métodos tradicionais. *Floresta e ambiente*, Seropédica, v.11, n.1, p1-6. 2004. <http://www.floram.org/files/v11n1/v11n1a1.pdf>. 07 Set. 2016.
- Santana, W.M.S. Crescimento, produção e propriedades da madeira de um clone de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla* com enfoque energético. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2009. 104p. Dissertação Mestrado. <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/3007>. 12 Jun. 2016.
- Santos, R.C. Parâmetros de qualidade da madeira e do carvão vegetal de clones de eucalipto. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2010. 173p. Tese Doutorado. <http://www.prpg.ufla.br/ct-madeira/wp-content/uploads/2012/07/Rosimeire-Cavalcante-dos-Santos-Tese1.pdf>. 05 Jun. 2016.
- Silva, L.B.X.; Reichmann Neto, F.; Tomaselli, I. Estudo comparativo da produção de biomassa para energia entre 23 espécies florestais. In: Congresso Florestal Brasileiro, 4., 1982, Belo Horizonte. Anais... São Paulo, Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1983. p.872-878.
- Trugilho, P.F.; Moreira da Silva, J.R.; Mori, F.A.; Lima, J.T.; Mendes, L.M.; Mendes, L.F.B. Rendimentos e características do carvão vegetal em função da posição radial de amostragem em clones de *Eucalyptus*. *Cerne*, v. 11, n. 2, p.178-186, 2005. <http://www.cerne.ufla.br/ojs/index.php/CERNE/article/view/435/374>. 05 Set. 2016.
- Vale, A.T.; Mourão, M.A.; Carvalho, C.M.; Veiga, R.A.A. Produção de energia do fuste de *Eucalyptus grandis* Hill Ex-Maiden e *Acacia mangium* Willd em diferentes níveis de adubação. *Cerne*, v.6, n.1, p.83-88, 2000. <http://cerne.ufla.br/ojs/index.php/CERNE/article/download/487/422>. 09 Set. 2016.
- Vital, B.R.; Andrade, A.M.; Valente, O.F.; Campos, J.C.C. Influência da casca no rendimento e qualidade de carvão vegetal de *Eucalyptus grandis*. *Scientia Forestalis*, n. 41/42, p 44-49, 1989. <http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr41-42/cap06.pdf>. 02 Set. 2016.