

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/281466968>

# Comparação entre Carvão de Coco Babaçu e Carvão de Resíduos Madeiros Comercializados em Altamira – PA

Article · August 2015

DOI: 10.12953/2177-6830/rcm.v6n2p100-106

CITATIONS

2

READS

367

6 authors, including:



**Alisson Rodrigo Souza Reis**  
Federal University of Pará

31 PUBLICATIONS 34 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Josiane Carvalho**  
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

12 PUBLICATIONS 15 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Deivison Souza**  
Federal University of Pará

17 PUBLICATIONS 67 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Luciane Reis**  
Universidade Federal de Viçosa (UFV)

5 PUBLICATIONS 8 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



ESPÉCIES DO GÊNERO HEVEA [View project](#)



Anatomia de madeiras Amazônicas [View project](#)

Recebido: 02-02-2015 Aceito: 04-08-2015

## Comparação entre carvão de coco babaçu e carvão de resíduos madeireiros comercializados em Altamira – PA

Alisson Rodrigo Souza Reis<sup>1</sup>, Jefferson da Silva Feitosa Reis<sup>1</sup>, Jhonata Ribeiro da Silva<sup>1</sup>, Josiane Celerino de Carvalho<sup>2</sup>, Deivison Venicio Souza<sup>1</sup>, Luciane Pereira Reis<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Engenharia Florestal, Universidade Federal do Pará – UFPA, Altamira – PA, Brasil.

<sup>2</sup> Mestranda em Ciências de Florestas Tropicais, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, Manaus - AM, Brasil.

<sup>3</sup> Mestranda em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa-MG, Brasil

**RESUMO** O presente estudo teve por objetivo comparar as propriedades químicas através de análise imediata de dois tipos de carvão comumente utilizados e comercializados na região de Altamira e Medicilândia, estado do Pará. As amostras de carvão utilizadas foram oriundas de resíduos de serraria e de coco babaçu (*Orbignya phalerata*). Foram analisados os teores de umidade, cinzas, materiais voláteis e carbono fixo, seguindo a metodologia descrita pela Associação Brasileira de Normas Técnicas. Ambos os tipos de carvão apresentaram bons índices de umidade, teor de cinzas, teor de materiais voláteis e carbono fixo, com destaque para o teor de materiais voláteis que foram inferiores ao encontrados na literatura, garantindo uma excelente qualidade do carvão.

**Palavras-chave:** biomassa, energia renovável, carvão vegetal.

## Comparison of charcoal obtained from babaçu coconut and wood waste commercialized in Altamira – PA

**ABSTRACT** This study aimed to compare the chemical properties by immediate analyzes of two types of charcoals commonly used and commercialized in Altamira and Medicilândia, both regions in the state of Pará. Charcoal samples were obtained from waste of sawmill and babaçu (*Orbignya phalerata*). Moisture content, ash content, volatile matter, and fixed carbon content were analyzed following the methodology described in Brazilian Association of Technical Standards. Both types of charcoals showed acceptable values for the moisture, ash, volatile matter and fixed carbon content. Values of volatile matter were lower than values found in literature, which infer a good charcoal quality.

**Keywords:** biomass, renewable energy, charcoal.

### Introdução

A produção primária florestal do Brasil somou em 2013 R\$18,7 bilhões, 144 milhões de m<sup>3</sup> de madeira e cerca de 1 milhão de toneladas de carvão vegetal oriundos de diversas fontes de matéria-prima, exceto florestas plantadas. Essas florestas produziram 4,6 milhões de toneladas, com destaque para os estados do Maranhão, Mato Grosso do Sul, Piauí, Bahia, e Minas Gerais. (IBGE, 2013)

O Serviço Florestal Brasileiro - SFB (2013) calculou que no ano de 2012 a Amazônia brasileira produziu cerca de 133,1

milhões de m<sup>3</sup> de madeira destinados exclusivamente para combustível, não sendo contabilizado os resíduos do desdobra de toras produzidos na região.

No ano de 2009, o volume de madeira em tora não aproveitado diretamente pela indústria madeireira na Amazônia brasileira foi de 8,4 milhões de m<sup>3</sup>, sendo somente 19% convertidos em carvão vegetal. O restante foi destinado a queima, entulho, olarias e cogeração de energia no processamento da madeira. (SFB; AMAZON, 2010).

Por conta de fatores econômicos, ambientais e tecnológicos, a produção de carvão vegetal na Amazônia brasileira é

baixa e necessita, principalmente, de pesquisas técnico-científicas para que esse ramo seja promissor.

Os combustíveis derivados da biomassa são denominados de bicomcombustíveis, classificados em biomassa florestal, agrícola e agroindustrial, bem como de resíduos urbanos (BRAND, 2010). Já Nogueira; Lora (2003) classificam como dendrocombustível, agrocombustível e resíduos urbanos.

Quando refere-se a biomassa florestal, destaca-se as florestas plantadas de *Pinus* e *Eucalyptus* destinadas para a produção energética, as quais, segundo a ABRAF (2013), no ano de 2013 foram plantadas cerca de 6,6 milhões de hectares dessas espécies.

Devido à importância e ao crescimento constante das áreas de plantio dessas culturas, pesquisas científicas também avançaram, principalmente, sobre a caracterização, composição e qualidade da matéria-prima como mencionados por Brand (2013), Brand et al. (2014a), Brand et al. (2014b), Brand et al. (2010), Protásio et al. (2013a), Protásio et al. (2013b), Protásio et al. (2013c), Nones et al. (2015), Reis et al. (2012), Assis et al. (2012) e Santos et al. (2012).

Quando trata-se de madeira de florestas nativas, pouco se evoluiu sob o ponto de vista técnico-científico, dentre estes destaca-se os trabalhos de Carvalho et al (2014) que analisou as propriedades físicas e energéticas de *Hieronyma alchorneoides* (licurana), Medeiros Neto et al. (2014) que caracterizou duas espécies da Caatinga, Brand et al. (2013) que analisou a qualidade da madeira e do carvão de *Miconia cinnamomifolia* e Damásio et al. (2013) que avaliou a qualidade do carvão de pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha*).

Outras fontes de energia também podem ser utilizadas conforme relatado por Protásio et al. (2013a). Entre elas, está o coco babaçu (*Orbignya phalerata* Mart.), palmeira utilizada principalmente no Norte e Nordeste do Brasil. Esta matéria-prima apresentou no ano de 2013 uma produção de 102,3 mil toneladas (SFB, 2013), com diversas finalidades, tais como

uso alimentício, geração de energia e construções rurais. Essa palmeira tem sido alvo de diversos estudos, auxiliando, principalmente, a agricultura de subsistência. Entre esses estudos, destacam-se os realizados por May et al. (1985a, b) Albiero et al. (2011), Petri et al. (2014), Mitja et al. (2008), para a produção de etanol como fez Pavlak et al. (2007) e também para a agropecuária por Xenofonte et al. (2009).

Na região da BR 230, conhecida como Transamazônica, entre os municípios de Anapú e Medicilândia (estado do Pará), há abundância dessa palmeira, considerada pelos pecuaristas como praga e utilizada por diversas famílias de baixa renda para a produção de carvão.

Diante dessas fontes de energia abundantes na região, torna-se imprescindível a averiguação, descrição e possível indicação de novas fontes de matérias-primas para a produção de carvão vegetal. Com isso, o presente trabalho objetivou comparar as características químicas do carvão de coco babaçu e do carvão de resíduos de serraria com o intuito de subsidiar estudos e/ou indicar outras fontes de produção de carvão vegetal.

## Material e Métodos

### *Coletas das amostras*

As amostras de carvão de madeira foram compradas de produtores artesanais. Estes produtos são vendidos em sacos de polietileno na cor preta, sem qualquer identificação, prática comum na região norte do Brasil. Já as amostras de carvão de coco babaçu foram obtidas nos municípios de Altamira e Medicilândia-PA, disponibilizadas por produtores rurais do município. A produção do carvão dá-se por meio da carbonização de todo o fruto.

### Análise química imediata

A análise química imediata foi realizada a partir da determinação do teor de umidade, teor de cinzas, teor de materiais voláteis e teor de carbono fixo das amostras de carvão vegetal. Os ensaios foram realizados a partir da metodologia descrita na norma NBR 8112 da ABNT (1986). Aplicaram-se as Equações 1, 2, 3 e 4 para a obtenção dos parâmetros.

#### Determinação do Teor de Umidade

$$TU = \frac{m^0 - m^1}{m^0} 100 \quad \text{Equação 1}$$

Em que: TU = Teor de Umidade, em %;  $m^0$  = massa inicial da amostra, em g;  $m^1$  = massa final da amostra, em g.

#### Determinação do Teor de Cinzas

$$CZ = \frac{m^1 - m^0}{m} 100 \quad \text{Equação 2}$$

Em que: CZ = Teor de Cinzas, em %;  $m^0$  = massa do cadinho, em g;  $m^1$  = massa do cadinho + amostra, em g;  $m$  = massa da amostra, em g.

#### Determinação de Materiais Voláteis

$$MV = \frac{m^2 - m^1}{m} 100 \quad \text{Equação 3}$$

Em que: MV = Materiais Voláteis, em %;  $m^2$  = massa inicial do cadinho + amostra, em g;  $m^1$  = massa final do cadinho + amostra, em g;  $m$  = massa da amostra, em g.

#### Determinação de Carbono Fixo

$$CF = 100 - (CZ + MV) \quad \text{Equação 4}$$

Em que: CF = teor de carbono fixo, em %; CZ = teor de cinza, em %; MV = materiais voláteis, em %.

### Análise estatística

Para a análise estatística foi realizada análise de variância. Em caso de rejeição da hipótese nula, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

## Resultados e Discussão

O teor e umidade apresentou diferença significativa entre os dois tipos de carvão. No carvão de coco babaçu, encontrou-se o valor 6,18% e no carvão de resíduos madeireiros o valor de 3,97% (Tabela 1). Esses valores são inferiores aos verificados por Nones et al. (2015) estudando *Eucalyptus benthamii* e por Brand et al. (2013) estudando *Miconia Cinnamomifolia*. Gomes (2006) cita que para a siderurgia o teor de umidade deve estar em até 8%, e em períodos de seca em até 6%.

**Tabela 1.** Valores médios do teor de umidade, teor de cinzas, materiais voláteis e teor de carbono fixo.

**Table 1.** Average values of moisture content, ash content, volatile matter and fixed carbon content.

Carvão	TU (%)	TC (%)	TMV (%)	TCF (%)
<b>Coco Babaçu</b>	6,18 a	3,61 a	10,82 b	85,56 a
<b>Resíduo de serraria</b>	3,97 b	2,24 b	18,55 a	80,13 b
<b>CV%</b>	29,21	31,11	24,38	-
<b>Gomes (2006)</b>	< 8%	% a 2%	-	75% a 80%

CV = coeficiente de variação; TU = teor de umidade; TC = teor de cinzas; TMV = teor de materiais voláteis; TCF = teor de carbono fixo.

Deve-se ter atenção ao teor de umidade, pois Furtado et al. (2012) verificaram que há uma correlação negativa entre o teor de umidade e o poder calorífico para a *Pinus taeda*. Quanto menor o teor de umidade, maior será o poder calorífico. Isto influencia no aumento do tempo de ignição e de carbonização necessários para a produção de carvão (BRAND et al., 2013; FURTADO et al., 2012). Rosa et al. (2012) afirmaram que um índice de umidade de até 4,17% é adequado para o consumo doméstico de carvão.

Barreto et al. (2012) observou taxa de teor de umidade para o carvão de coco babaçu de 6,25%, valor similar ao encontrado no presente estudo. Valores elevados de teor de umidade podem estar relacionados a forma de armazenamento,

já que o coco babaçu por vezes fica exposto ao ar livre antes da queima.

Ambos os tipos de carvão podem ser adequados a siderurgia segundo Gomes (2006), porém de acordo com o observado para o carvão de resíduo de madeira, este é mais apropriado para uso doméstico segundo Rosa et al. (2012).

O teor de cinzas do coco babaçu (3,61%) foi significativamente maior ao valor encontrado para o carvão de resíduos de serraria (2,24%). Teixeira (2002) observou valor de 1,71% de teor de cinzas para carvão produzido apenas com o endocarpo do coco babaçu, valor menor ao encontrado neste trabalho. Isto sugere que o uso integral do coco babaçu - endocarpo, mesocarpo, epicarpo e amêndoa - resulta em maior quantidade de material inorgânico ao final do processo de carbonização.

Rosa et al. (2012) comentaram que um carvão de boa qualidade deve apresentar baixo teor de cinza. Gomes (2006) cita que o ideal para a siderurgia é de 1% a 2% de teor de cinzas. Dessa maneira, o uso integral do coco babaçu para produção de carvão pode resultar em um carvão com maior teor de cinzas, o que é prejudicial, visto os problemas que podem ser evitados, como por exemplo o baixo rendimento.

Schoninger; Zinelli (2012) atentam para a necessidade de cuidados com o armazenamento do carvão, uma vez que podem ser contaminados por poeira durante o transporte em estradas não pavimentadas; contaminação da madeira durante o corte, secagem e transporte até os fornos; terra do piso dos fornos de carbonização; contaminação do carvão vegetal nas pilhas de estocagem e/ou silos de abastecimento dos altos fornos, o que pode resultar no aumento do teor de cinzas.

O teor de materiais voláteis foi maior no carvão oriundo de resíduo de serraria (18,55%) em comparação ao carvão de coco babaçu (10,82%). Reis et al. (2012) encontraram níveis de 25,15% e 25,53% para carvão de *Eucalyptus urophylla*, enquanto Ribeiro et al. (2012) encontraram valor

de 21,70% para carvão de resíduo de serraria. Barreto et al. (2012) relataram valor de 9,04% de materiais voláteis para carvão de babaçu, este próximo ao encontrado nesse experimento. A FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1985) recomenda teor de voláteis abaixo de 30% para que o carvão apresente qualidade. Carmo (1988) explica a necessidade de baixos índices de teor de materiais voláteis, pois quanto maior for essa propriedade, maior será a expansão gasosa no carvão. Isto resultará em um carvão com mais trincas e maior porosidade, o que pode comprometer a qualidade e o rendimento do produto final. Além disso, o baixo valor de materiais voláteis para o carvão de coco babaçu sugere que o mesmo pode ser utilizado para cocção de alimentos.

Os teores de carbono fixo foram de 85,56% para o carvão de coco babaçu e 80,13% para carvão de resíduos de serraria (Tabela 1). Ambos estão dentro dos padrões para carvão siderúrgico. Gomes (2006) afirmou que o teor de carbono fixo ideal é acima de 75%. Segundo Protásio et al. (2013b), quanto maior o teor de carbono fixo, mais lento será o consumo de biomassa. Normalmente, o teor de carbono fixo é diretamente proporcional ao teor de materiais voláteis, sendo influenciado diretamente pela temperatura (OLIVEIRA et al., 2010).

## Conclusões

As propriedades avaliadas (teor de umidade, teor de cinzas, materiais voláteis e teor de carbono fixo) indicaram a aptidão para o uso energético e produção de carvão tanto dos resíduos de serraria quanto do coco babaçu;

O teor de cinzas foi baixo para ambos os carvões. Entretanto, o teor de cinzas foi menor no carvão de resíduos da indústria, condizente com espécies amazônicas, sendo adequado ao uso doméstico;

Recomenda-se cautela quanto ao uso integral do coco babaçu para a produção de carvão, por este apresentar um alto teor de cinzas.

O teor de materiais voláteis de ambos os carvões foi baixo, o que indica um carvão de excelente qualidade.

Os altos teores de carbonos fixo mostraram que os carvões possuem consumo lento, o que reflete possivelmente no rendimento, ou seja, o uso de menor quantidade em um maior tempo.

Para uma indicação precisa é sugerido que os parâmetros sejam avaliados simultaneamente, visto que quando os parâmetros são avaliados separadamente não é possível indicar qual o melhor carvão.

Ambos os tipos de carvão são indicados para uso doméstico, porém para uso siderúrgico o carvão de resíduo industrial se mostrou mais indicado do que o carvão produzido com coco babaçu integral.

## Referências

ALBIERO, D; MACIEL, A. J. da S; GAMERO, C. A. Desenvolvimento e projeto de colhedora de babaçu (*Orbignya Mart.*) para agricultura familiar nas regiões de matas de transição da Amazônia. *Acta Amazonica*, vol.41, n.1, p.57-68, 2011.

ASSIS, M. R de; PROTÁSIO, T. de P; ASSIS, C. O. de; TRUGINHO, P. F; SANTANA, W. M. Qualidade e rendimento do carvão vegetal de um clone híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*. *Pesquisa Florestal Brasileira*, Colombo, v. 32, n.71, p.291-302, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FLORESTAS PLANTADAS. – ABRAF. **Anuário estatístico da ABRAF: ano base 2012**. STCP Engenharia de Projetos, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 8112/86 – Carvão vegetal: análise imediata do carvão vegetal**. 6p. 1986.

BARRETO, R. de C. S.; AMORIM, T. A. F.; SILVA, Q. M.; NOBRE, J. R. C.; COUTO, M. A. **Análise imediata do carvão**

**do endocarpo de coco babaçu em comparação ao carvão vegetal**. *Ener Biomassa'12*, Seminário Energias da Biomassa. 21 a 23 de Novembro 2012.

BRAND, M. A. Influência da espécie na qualidade da biomassa florestal sob estocagem, para geração de energia. *Ambiência*, Guarapuava, v.9, n.3, p.461-474, 2013.

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 (Jacatirão-açu) na agricultura familiar, em Biguaçu, Santa Catarina. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, v.41, n.99, p.401-410, 2013.

BRAND, M. A; MUNIZ, G. I. B. de; BRITO, J. O; QUIRINO, W. F. Influência das dimensões da biomassa estocada de *Pinus taeda* L. e *Eucalyptus dunnii* Maiden na qualidade do combustível para geração de energia. *Revista Árvore*, v.38, n.1, p.175-183, 2014a.

BRAND, M. A; MUNIZ, G. I. B. de; QUIRINO, W. F; BRITO, J. O. Influence of storage time on the quality of biomass for energy production in humid subtropical regions. *Cerne*, 2010, v.16, n.4, pp. 531-537 2010.

BRAND, M. A; STAHELIN, T. S. F; FERREIRA, J. C; NEVES, M. D. Produção de biomassa para geração de energia em povoamentos de *Pinus taeda* L. com diferentes idades. *Revista Árvore*, v.38, n.2, p.353-360, 2014b.

CARMO, J. S. **Propriedades física e químicas do carvão vegetal destinado à siderurgia e metalurgia**. 40f. Monografia (Pós-graduação Lato Sensu em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 1988.

CARVALHO, A. F. de; BRAND, M. A; NONES, D. L; MARCO, F. T. de; FRIEDERICHS, G; WEISE, S. M. K. Propriedades físicas e energéticas da madeira e do carvão vegetal da espécie *Hieronyma alchorneoides*. *Pesquisa Florestal Brasileira*, Colombo, v.34, n.79, p.257-261, 2014.

CHIPAIA, F. C.; REIS, A. R. S.; REIS, L. P.; CARVALHO, J. C.; SILVA, E. F. R. Descrição anatômica macroscópica de madeira de oito espécies florestais comercializadas no município de Altamira-PA. *Journal of Bioenergy and Food Science*. Macapá, v.2, n. 1, p. 18-24, jan. / mar. 2015.

- DAMÁSIO, R. A. P; PEREIRA, B. L. C; OLIVEIRA, A. C; CARDOSO, M. T; VITAL, B. R; CARVALHO, A. M. L. M. Caracterização anatômica e qualidade do carvão vegetal da madeira de pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha*). **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.33, n.75, p.261-267, 2013.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. Industrial Charcoal making. **Fao Forestry Paper** 63, 1985. Disponível em <http://www.fao.org/docrep/x5555e/x5555e00.htm#Contents>. Acesso em julho de 2015.
- FURTADO, T. S.; FERREIRA, J. C.; BRAND, M. A.; NEVES, M. D. Correlação entre teor de umidade e eficiência energética de resíduos de *Pinus taeda* em diferentes idades. **Revista Árvore**, v. 36, nº 3, p. 577-582, 2012.
- GOMES, M. T. M. **Potencialidades de inserção do carvão vegetal em bolsas de mercadorias**. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 71 p., 2006.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção da extração vegetal e da silvicultura**. Rio de Janeiro, vol.28, p.1-69, 2013.
- MEDEIROS NETO, P. N; OLIVEIRA, E; PAES, J. B. Relações entre as Características da Madeira e do Carvão Vegetal de duas Espécies da Caatinga. **Floresta e Ambiente**, v.21, n.4, p.484-493, 2014.
- NISGOSKI, S.; MAGALHÃES, W. L. E.; BATISTA, F. R. R.; FRANÇA, R. F.; MUÑIZ, G. I. B. Anatomical and energy characteristics of charcoal made from five species. **Acta Amazônica**, v. 44, n. 03, p. 367-372, 2014.
- NOGUEIRA, L. H. A.; LORA, E. E. S. **Dendroenergia: fundamentos e aplicações**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Interciência, 199p., 2003.
- NONES, D. L; BRAND, M. A; CUNHA, A. B. da; CARVALHO, A. F. de; WEISE, S. M. K. Determinação das propriedades energéticas da madeira e do carvão vegetal produzido a partir de *Eucalyptus benthamii*. **Revista Floresta**, Curitiba, v.45, n.11, p.57-64, 2015.
- OLIVEIRA, C. A.; CARNEIRO, A. C. O. C.; VITAL, B. R.; ALMEIDA, W.; PEREIRA, B. L. C.; CARDOSO, M. T. Parâmetros de qualidade da madeira e do carvão vegetal de *Eucalyptus pellita* F. Muell. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 87, p. 431-439, set. 2010.
- 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**, v. 03, n. 01, p. 1-10, 2012.
- PAVLAK, M. C. de M; ZUNIGA, A. D; LIMA, T. L. A; ARÉVALO-PINEDO, A; CARREIRO, S. C; FLEURY, C. S; SILVA, D. L. Aproveitamento da farinha do mesocarpo do babaçu (*Orbignya martiana*) para obtenção de etanol. **Evidência**, Joaçaba, v.7, n.1, p.7-24, 2007.
- PROTÁSIO T. P.; BUFALINO L.; TONOLI G. H. D.; GUIMARÃES M. J.; TRUGILHO P. F.; MENDES L. M. Brazilian lignocellulosic wastes for bioenergy production: characterization and comparison with fossil fuels. **BioResources** v. 8, n. 1, p. 1166–1185. 2013a.
- PROTÁSIO T. P.; COUTO A. M.; REIS A. A.; TRUGILHO P. F. Seleção de clones de *Eucalyptus* para a produção de carvão vegetal e bioenergia por meio de técnicas univariadas e multivariadas. **Scientia Forestalis**, v. 41, n. 97, p. 15–28. 2013b.
- PROTÁSIO, T. de P; COUTO, A. M; REIS, A. A dos; TRUGILHO, P.F; GODINHO, T. P. Potencial siderúrgico e energético do carvão vegetal de clones de *Eucalyptus* spp. aos 42 meses de idade. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 33, n. 74, p.137-149, 2013c.
- REIS, A. A.; PROTÁSIO, T. de P; MELO, I. C. N. A de; TRUGILHO, P. F; CARNEIRO, A. de C. O. Composição da madeira e do carvão vegetal de *Eucalyptus urophylla* em diferentes locais de plantio. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.32, n.71, p.277-290, 2012.
- REIS, L. P.; REIS, A. R. S.; CARVALHO, J. C.; SILVA, E. F. R.; SILVA J. R. Caracterização anatômica de madeiras comercializadas como perna-manca nas estâncias de Altamira-PA. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 19, p. 463-479, 2014.
- RIBEIRO, P. G.; GONÇALEZ, J. C.; SOUZA, F. de; TELES, R. F.; VALE, A. T. do. **Aproveitamento de resíduos de serraria na produção de carvão vegetal para alto forno**. Encontro Brasileiro em Madeiras e Estruturas de Madeira. Universidade Federal do Espírito Santo/Vitória – 23 a 25 de julho de 2012.
- ROSA, R. A; ARANTES, M. D. C.; PAES, J. B.; ANDRADE, W. S. de P.; MOULIN, J. C. Qualidade do carvão vegetal para o consumo doméstico. **Journal of Biotechnology and Biodiversity** v. 3, n. 2, p. 41-48, May. 2012.

SANTOS, R. C. dos; CARNEIRO, A. de C. O.; TRUGILHO, P. F.; MENDES, L. M.; CARVALHO, A. M. M. L. Análise termogravimétrica em clones de eucalipto como subsídio para a produção de carvão vegetal. **Cerne**, v.18, n.1, p. 143-151, 2012.

SCHONINGER, E. C.; ZINELLI, M. R. Análise qualitativa dos carvões de *Apuleia leiocarpa* e *Hymenaea courbaril* produzidos numa carvoaria de Matupá, no estado de Mato Grosso. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta-MT, v.10, n.2, p.135 - 140, 2012.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO - SFB. **Florestas do Brasil em resumo - 2013: dados de 2007-2012**, Brasília, 188p., 2013.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO - SFB; INSTITUTO DO HOMEM E MEIO AMBIENTE DA AMAZÔNIA - IMAZON. **A atividade madeireira na Amazônia brasileira: produção, receita e mercados**. Belém, PA. 20p., 2010.

SILVA, J. C.; BARRICHELO, L. E. G. BRITO, J. O. Endocarpos de babaçu e de macaúba comparados a madeira de *Eucalyptus grandis* para a produção de carvão vegetal. **IPEF**, n.34, p.31-34, dez.1986.

SILVA, M. G. da; NUMAZAWA, S.; ARAUJO, M.M.; NAGAISHI, T.Y.R.; GALVÃO, G.R. Carvão de resíduos de indústria madeireira de três espécies florestais exploradas no município de Paragominas, PA. **Acta Amazônica**, Manaus, v.37, n.1, p.37-41, 2007.

TEIXEIRA, M. A. Biomassa de Babaçu no Brasil. In: AGRENER 2002, 4º Encontro de Energia no Meio Rural, 2002, Campinas. **Proceedings AGRENER 2002**, v. 1. 2002.

VIDAURRE, G. B.; CARNEIRO, A. C. O.; VITAL, B. R.; SANTOS, R. C.; VALLE, M. L. A. Propriedades energéticas da madeira e do carvão de paricá (*Schizolobium amazonicum*). **Revista Árvore**, v. 36, n. 02, p. 365-371, 2012.

XENOFONTE, A. R. B.; CARVALHO, F. F. R. de; BATISTA, Â. M. V.; MEDEIROS, G. R. de. Características de carcaça de ovinos em crescimento alimentados com rações contendo farelo de babaçu. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.38, n.2, p.392-398, 2009.