

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS**

**PROPRIEDADES DO CARVÃO VEGETAL DE FRUTOS DE *Cocos nucifera* L. E
DA MADEIRA DE *Eucalyptus* sp.**

Cruz das Almas, Março de 2012

MATHEUS OLIVEIRA DE ANDRADE

**PROPRIEDADES DO CARVÃO VEGETAL DE FRUTOS DE *Cocos nucifera* L. E
DA MADEIRA DE *Eucalyptus* sp.**

Monografia apresentada ao Colegiado do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia pelo estudante Matheus Oliveira de Andrade como requisito parcial para diplomação em nível superior em Engenharia Florestal, sob a orientação do Prof. Dr.º. Clair Rogério da Cruz.

Cruz das Almas, Março de 2012

FICHA CATALOGRÁFICA

A553 Andrade, Matheus Oliveira de.
 Propriedades do carvão vegetal de frutos de *Cocos nucifera* L. e
 da madeira de *Eucalyptus* sp. / Matheus Oliveira de Andrade. -- Cruz das Almas,
 BA, 2012.

 20f.; il.

 Orientador: Clair Rogério da Cruz.

 Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Recôncavo
 da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.

 1. Carvão vegetal – Produção. 2. Coco – Eucalipto. I. Universidade
 Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias,
 Ambientais e Biológicas. II. Título.

CDD: 634.92

MATHEUS OLIVEIRA DE ANDRADE

**PROPRIEDADES DO CARVÃO VEGETAL DE FRUTOS DE *Cocos nucifera* L. E
DA MADEIRA DE *Eucalyptus* sp.**

Aprovado em: 21 / 03 / 2012

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof^o. Dr^o. Clair Rogério da Cruz
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - CCAAB

Membro Titular: Prof^o. PhD. José Mauro de Almeida
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – CCAAB

Membro Titular: Prof^o. Dr^o. Ricardo Franco Cunha Moreira
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – CCAAB

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Roque e Lizete, meus irmãos Felipe e Lorena pelo apoio e consideração nessa minha trajetória.

Ao professor Clair pela sua sabedoria, dedicação e amizade aplicadas neste trabalho.

A Léo, técnico no laboratório de Tecnologia da Madeira da UFRB pela assistência no decorrer do trabalho.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi a caracterização do carvão de coco-da-bahia "*Cocos nucifera* L.", adquirido no comércio de Cruz das Almas - BA, e a comparação das propriedades deste carvão com aquele tradicional produzido de *Eucalyptus*. Tanto a madeira de *Eucalyptus* quanto os cocos foram picados e secos até próximo à umidade de equilíbrio da região. Foi determinada a densidade básica da madeira e do coco. Foram feitas três carbonizações de cada material, utilizando-se a taxa de aquecimento de 2^oC por minuto até a temperatura final de 450^oC, na qual a carbonização se manteve por 30 minutos. Das carbonizações foram determinados os rendimentos gravimétricos e depois, amostras de carvão foram retiradas moídas e classificadas para a realização da análise química imediata (teores de cinzas, materiais voláteis e de carbono fixo). A densidade básica do coco foi de 0,222 g/cm³ e a do *Eucalyptus* 0,791 g/cm³. O carvão de coco apresentou 8,02 % de cinzas, 8,97 % de materiais voláteis e 82,77 % de carbono fixo. O carvão de *Eucalyptus* apresentou 1,44 % de cinzas, 22,39 % de materiais voláteis e 76,09 % de carbono fixo. As propriedades do carvão de coco e de *Eucalyptus* se mostraram diferentes estatisticamente. A baixa densidade básica do coco assim como o elevado teor de cinzas o inviabilizam para uso industrial, no entanto, nenhuma de suas propriedades o inviabilizam para o uso doméstico.

Palavra-chave: eucalipto, carbonização, coco

ABSTRACT

The aim of this study was the characterization of charcoal the-bay-coconut- "*Cocos nucifera* L." acquired in trade in Cruz das Almas, and comparing the properties of this charcoal with that produced from traditional *Eucalyptus*. Both *Eucalyptus* wood and coconuts were shredded and dried to near equilibrium moisture content of the region. We determined the basic density of wood and coconut. Were made three charred of each material using a heating rate of 2 °C per minute until the end temperature of 450 °C, in which the charred was maintained for 30 minutes. From carbonization were determined the gravimetric yields and samples were withdrawn coal crushed and classified to determine the chemical analysis (ash content, volatiles and fixed carbon). The basic density of the coconut was 0.222 g / cm³ and *Eucalyptus* 0.791 g / cm³. The charcoal made of coconut 8.02 % ash, 8.97 % volatiles and fixed carbon 82.77 %. The charcoal had *Eucalyptus* 1.44% ash, 22.39 % of volatiles and fixed carbon 76.09 %. The properties of coconut and *Eucalyptus* charcoal were different statistically. A low specific gravity as well as coconut high ash content make it impossible for the industrial use, however, none of the properties make it impossible for home use.

Keyword: *Eucalyptus*, carbonization, coconut

SUMÁRIO

1.- INTRODUÇÃO	1
2.- OBJETIVOS	2
3.- REVISÃO DE LITERATURA	2
4.- MATERIAL E MÉTODOS.....	4
4.1- Densidade básica	4
4.2- Carbonizações.....	4
4.2.1- Rendimento gravimétrico de carvão	5
4.3- Análise química imediata	5
4.3.1- Teor de umidade.....	6
4.3.2- Teor de cinzas	6
4.3.3- Teor de materiais voláteis.....	7
4.3.4- Carbono fixo	7
5.- Delineamento Experimental	7
6.- RESULTADOS E DISCUSSÃO	8
6.1- Densidade básica	8
6.2- Rendimento das carbonizações	8
6.3 Análise química imediata.....	9
7.- CONCLUSÃO	10
8.- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	11

1-INTRODUÇÃO

Grande parte do carvão consumido no Brasil, tanto na indústria quanto no consumo doméstico é proveniente da madeira de *Eucalyptus*. Na década de 60, a área plantada dessa espécie aumentou significativamente diante de incentivos fiscais oferecidos pelo governo federal. Com isso, o *Eucalyptus* entrou no mercado como uma alternativa para substituir o uso da madeira de espécies nativas na fabricação do carvão vegetal.

Apesar da boa qualidade do carvão de *Eucalyptus*, o crescimento econômico e da produção interna impôs ao Brasil a busca pela diversificação das fontes de energia de origem vegetal. Aliado a isso, novas técnicas que visem à utilização de resíduos também devem ser desenvolvidas. Assim, novas tecnologias vêm sendo aplicadas no intuito de revelar e/ou aperfeiçoar o aproveitamento de matérias-primas (resíduos) como fonte de energia. Nesse contexto, a utilização do coco-da-bahia (*Cocos nucifera* L.) para produção de carvão deve ser considerada.

A oferta do fruto do coqueiro, após o consumo da água e polpa, é disseminada nas regiões litorâneas de todo o país e, principalmente no Estado da Bahia. O resíduo do coco, encontrado nos aterros, lixões e praias do litoral do país, apesar de aproveitado em outras finalidades, a exemplo da artesanal, ainda não é totalmente utilizado.

A queima direta dos resíduos de coco pode ser uma alternativa para o consumo energético e uso doméstico dessa matéria-prima, no entanto, a carbonização desse material agrega energia e valor considerável ao produto. Dessa forma, a produção do carvão é uma forma de aumentar os ganhos do produtor de coco desde que a carbonização dos resíduos seja considerada.

Muitos trabalhos podem ser encontrados relatando a qualidade do carvão vegetal do gênero *Eucalyptus* mostrando uma grande variedade em suas propriedades em função das propriedades da madeira de que foi produzido. Quanto ao carvão de coco, poucos trabalhos podem ser encontrados principalmente pela pouca variação das propriedades da matéria-prima.

Por esse motivo, este trabalho apresenta as propriedades do carvão de coco, tomando-se como referência as propriedades do carvão produzido de uma árvore de *Eucalyptus*, cultivado na Bahia, com o intuito de fornecer mais uma alternativa de carvão vegetal para o consumo doméstico.

2-OBJETIVO

Avaliar a qualidade do carvão vegetal de coco-da-bahia tomando-se como referência as propriedades do carvão produzido de uma espécie de *Eucalyptus* sp.. Os objetivos específicos foram:

- Produzir e determinar as propriedades do carvão do fruto verde de *Cocos nucifera* L..
- Produzir e determinar as propriedades do carvão de *Eucalyptus* sp..
- Comparar o carvão tradicional de *Eucalyptus* sp. com o carvão do fruto de *Cocos nucifera* L..

3-REVISÃO DE LITERATURA

As pressões mundiais para utilização de energias renováveis e menos poluentes estão cada vez mais evidenciadas, o carvão vegetal é uma das alternativas para o atendimento dessas novas exigências (GOMES, 2006). Segundo Vilas Boas et al. (2010), a biomassa florestal tem despertado interesse para fins energéticos, devido a seu grande potencial de aproveitamento. O Brasil se destaca no cenário mundial como o maior produtor e consumidor de carvão vegetal.

Purseglove (1972) citado por Andrade et al. (2004) relata que o coqueiro (*Cocos nucifera*, L) é uma monocotiledônea, pertencente à família Palmae. Acredita-se ser originário do sudeste asiático, de ilhas situadas entre os oceanos Índico e Pacífico, e que o fruto do coqueiro tenha sido levado para a Índia e, em seguida, para o leste africano. Após o descobrimento do Cabo de Boa Esperança, essa planta foi introduzida no oeste africano e, de lá, seguiu para as Américas e para as demais regiões tropicais do globo terrestre.

Nas cidades litorâneas e turísticas, onde a água de coco verde é bastante apreciada pela população, o consumo acarreta na geração de uma grande quantidade de resíduo sólido, que sem ter um aproveitamento adequado, acaba sendo destinado ao aterro sanitário, provocando um significativo aumento nos serviços de coleta, transporte e deposição de lixo. O aproveitamento das cascas de coco vem sendo feito em alguns estados brasileiros a exemplo do Pará, Ceará e Rio de Janeiro. Empresas automobilísticas, de beneficiamento do coco, a Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias – EMBRAPA, Universidades Federais e Estaduais, dentre outras, estão investindo em pesquisas para encontrar maneiras de utilização das cascas de coco verde (SILVEIRA, 2008).

Andrade et al. (2004) afirmam que o descarte desse resíduo traz impactos negativos, seja pela necessidade de grandes espaços em vazadouros, o longo tempo de decomposição desse material (8 a 12 anos), os efeitos deletérios à paisagem urbana e conseqüentes impactos ao ambiente. Os mesmos autores relatam que com o estabelecimento de novas formas de aproveitamento das sobras do coco da bahia os produtores gerariam uma nova fonte de renda com a utilização do resíduo, uma vez que as demandas atuais não consomem todos os cocos descartados.

O carvão vegetal é produzido a partir da lenha pelo processo de carbonização ou pirólise. Ao contrário do que aconteceu nos países industrializados, no Brasil, o uso industrial do carvão vegetal continua sendo largamente praticado (GENOVESE, et al., 2006).

A pirólise pode ser definida como a degradação térmica de qualquer material orgânico na ausência parcial ou total de um agente oxidante, ou até mesmo, em um ambiente com uma concentração de oxigênio capaz de evitar a gaseificação intensiva do material orgânico (GÓMEZ, 2009).

Em 2004, consumiram-se 27.590.000 metros de carvão vegetal na produção de ferro-gusa (75%), 3.002.000 metros de carvão para produzir ferro-ligas (8%); 6.328.000 metros de carvão foram destinados a outros usos como doméstico, cimento, etc. (17%) (GOMES, 2006).

Para a caracterização do carvão faz-se necessária a realização de análises químicas imediatas, que incluem a determinação dos teores de cinzas, umidade, materiais voláteis e carbono fixo (SANTOS et al., 2009).

Estes autores relatam ainda que a cinza é o resíduo inorgânico remanescente da queima do carvão. O teor de cinzas é um parâmetro importante para a caracterização do carvão, por influenciar nos processos de combustão dos mesmos.

As cinzas nas fornalhas das indústrias são indesejáveis, portanto quanto menor o teor, melhor é a qualidade do carvão para o setor industrial (GENTIL, 2008).

Correa (1988) citado por Barros (2009) relata que o teor de materiais voláteis representa compostos remanescentes do alcatrão que não se desprenderam durante o processo de carbonização, permanecendo assim como componente químico do carvão.

A quantidade de energia (carbono) presente no carvão é medida através dos cálculos do carbono fixo (GÓMEZ, 2009).

4-MATERIAL E MÉTODOS

Utilizou-se coco-da-bahia (*Cocos nucifera* L.) e madeira de *Eucalyptus* sp. para a produção de carvão vegetal em laboratório, com o intuito de comparar as propriedades dos carvões produzidos. Os cocos utilizados foram coletados no comércio da cidade de Cruz das Almas na Bahia, após serem descartados depois do consumo da água. Utilizou-se também uma árvore de *Eucalyptus*, com 46 anos, coletada no campus da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Para esse experimento apenas uma tora de dois metros, retirada da base da árvore foi utilizada.

4.1-Densidade básica

Os cocos foram partidos ao meio visando facilitar a determinação de seus volumes. Essas amostras foram colocadas imersas em água para que seu volume verde pudesse ser mantido até o momento de sua determinação. Para a determinação do volume das amostras utilizou-se o método de imersão no qual a água deslocada é pesada e se equivale ao volume, considerando que a densidade da água é igual a um (Princípio de Arquimedes). As amostras que tiveram seus volumes determinados foram levadas à estufa à temperatura de $105\pm 2^{\circ}\text{C}$, até peso constante. Essas amostras foram pesadas em balança com precisão de 0,1 g. A densidade básica foi determinada pela relação entre o peso seco da amostra e seu respectivo volume.

Para a determinação da densidade básica da madeira de *Eucalyptus* foi retirado um disco da tora da base, utilizada para as carbonizações. Foi retirada a casca e desse disco foram retiradas cunhas opostas. As determinações do volume e do peso seco foram feitas da mesma maneira que aquela já citada para o coco.

4.2-Carbonizações

As amostras de coco foram picadas com a ajuda de um facão em pequenos pedaços em uma quantidade suficiente para proceder três carbonizações. Depois disso, as amostras ficaram expostas ao ar até que sua umidade se aproximasse da umidade de equilíbrio do ambiente.

Da tora de madeira amostrada foram retirados discos que foram descascados e picados com a utilização de facão. A madeira picada também ficou exposta ao ar até que sua umidade se aproximasse do equilíbrio com o ambiente.

Foram utilizados aproximadamente 5 kg a.s. (absolutamente seco) de madeira de *Eucalyptus* e 1 kg a.s. de resíduo de coco, respectivamente para as carbonizações. Para se ter o peso seco real das matérias-primas, calculou-se a umidade, com base no peso seco da amostra, antes de colocar na mufla.

Para proceder à carbonização utilizou-se uma mufla adaptada, adotando-se uma programação com temperatura inicial de 100°C, com taxa de aquecimento de 2°C a cada minuto, alcançando temperatura final de 450°C, mantida por 30 minutos.

4.2.1-Rendimento gravimétrico de carvão

Após o resfriamento, o carvão foi pesado e sua umidade determinada. O Rendimento gravimétrico foi obtido através da equação:

$$RG = \frac{psc}{psmp} \times 100$$

sendo:

RG = Rendimento gravimétrico de carvão (%);

psc = peso seco do carvão (g);

psmp = peso seco de matéria-prima (g).

4.3-Análise química imediata

A análise química imediata foi feita utilizando-se a Norma NBR 8112 (ABNT, 1983). Do carvão obtido foi retirada uma amostra que foi moída, peneirada e classificada utilizando-se as peneiras de 24 e 100 mesh. Utilizou-se a amostra que passou na peneira de 24 mesh e ficou retida na peneira de 100 mesh.

4.3.1-Teor de umidade

O teor de umidade foi determinado das amostras moídas utilizando-se três repetições por carbonização. Para isso, amostras foram pesadas, secas em estufa à $105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, e pesadas novamente. O teor de umidade foi calculado pela seguinte equação:

$$U = \frac{M1 + M2}{M2} \times 100$$

sendo:

TU = Teor de umidade (%);

M1 = massa inicial (g);

M2 = massa seca (g).

4.3.2-Teor de cinzas

Foram utilizadas amostras de 1 grama a.s. do carvão moído, dispostas em cadinho de porcelana e colocadas em uma mufla aquecida a temperatura de 750°C , até a queima completa do carvão, que ocorreu em torno de 4 horas. Depois dessa etapa os cadinhos foram resfriados em dessecadores com sílica gel e pesados. O teor de cinzas foi dado pela equação:

$$\text{CZ} = \frac{M1}{M2} \times 100$$

Onde:

CZ = Teor de cinzas (%);

M1 = peso de cinzas (g);

M2 = peso a.s. de carvão moído (g).

4.3.3-Teor de materiais voláteis

Foi utilizada amostras de 1 grama a.s. em cadinhos de porcelana. Os mesmos foram tampados e ficaram na porta da mufla por 3 minutos, depois foram colocados dentro da mufla por mais 7 minutos. Essas etapas foram feitas em uma temperatura de 950°C.

$$MV = \frac{M1}{M2} \times 100$$

Onde:

MV = Teor de materiais voláteis (%);

M1 = Diferença de peso entre a amostra a.s. antes e depois do tratamento em mufla a 950°C (g);

M2 = peso a.s. de carvão moído (g).

4.3.4-Carbono fixo

Foi determinado por diferença utilizando-se a equação abaixo:

$$CF = 100 - (CZ + MV)$$

Onde:

CF = Teor de carbono fixo (%);

CZ = Teor de cinzas (%);

MV = Teor de materiais voláteis (%).

5- DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), através das determinações das médias e dos coeficientes de variação. Para verificar as variações entre as propriedades do carvão de coco e de *Eucalyptus* utilizou-se o teste t de Student.

6-RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1-Densidade básica

Antes do início das carbonizações e análises do carvão foram feitas determinações da densidade básica do coco e da madeira de *Eucalyptus*. A densidade básica média das amostras de coco foi de 0,222 g/cm³ e a média das cunhas retiradas de um disco do tronco da base da árvore foi de 0,791 g/cm³. Com a diferença de densidade básica determinada no coco e na madeira pode-se verificar que se trata de materiais bem diferentes. De acordo com Vital (1986) madeiras (materiais lenhosos) de maior densidade proporcionam um carvão de maior densidade. Sendo assim com a densidade básica baixa encontrada no coco pode-se esperar um carvão mais leve em comparação com o carvão obtido da madeira de *Eucalyptus*.

6.2-Rendimento gravimétrico das carbonizações

Os rendimentos das carbonizações de coco e de *Eucalyptus* são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 – Rendimentos das carbonizações de coco e de *Eucalyptus* sp.

Rendimento Gravimétrico de carvão (%)			
Carbonizações	Coco	Eucalipto	t de Student
1	37,98	26,88	
2	37,61	27,93	
3	37,37	27,34	
Média	37,65	27,38	58,3715*
CV%	0,81	2,93	

*Significativo ao nível de 95% de probabilidade

Observando-se o Quadro 1 nota-se uma variação entre os rendimentos de coco e *Eucalyptus*, sendo que o coco apresenta maior rendimento e dessa forma, maior eficiência na conversão da matéria-prima em carvão. As médias observadas para o rendimento de coco e de *Eucalyptus* apresentam variações estatísticas significativas ao nível de 95% de probabilidade.

6.3-Análise química imediata

Os resultados obtidos da análise química imediata do carvão de coco e *Eucalyptus* são apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 – Valores médios dos teores de cinzas, materiais voláteis e carbono fixo do carvão de coco e da madeira de *Eucalyptus* sp.

Teor de Cinzas (%)			
Carbonizações	Média do coco	Média do eucalipto	t de Student
1	6,93	1,41	
2	9,12	1,33	
3	8,00	1,57	
Média	8,02	1,44	8,74938*
CV(%)	13,64	8,32	
Teor de Materiais Voláteis (%)			
Carbonizações	Média do coco	Média do eucalipto	t de Student
1	8,00	22,53	
2	9,99	22,00	
3	8,92	22,63	
Média	8,97	22,39	-27,6768*
CV(%)	11,11	1,51	
Teor de Carbono Fixo			
Carbonizações	Média do coco	Média do eucalipto	t de Student
1	85,07	76,06	
2	80,20	76,56	
3	83,04	75,65	
Média	82,77	76,09	5,92012*
CV(%)	2,96	0,6	

*Significativo ao nível de 95% de probabilidade

Os resultados médios da análise química imediata, encontrados na carbonização de coco foram: cinzas 8,02 %; materiais voláteis 8,97 % e carbono fixo de 82,77 %. Estudo feito por Andrade et al. (2004), encontrou: teor de cinzas 8,5%, teor de materiais voláteis 12,25% e teor de carbono fixo 79,25% para o coco verde inteiro.

Os resultados das cinzas foram maiores no carvão de coco que no de *Eucalyptus*, que em média apresentou 1,44%. Esse valor se equipara ao valor de cinzas encontrado por Andrade et al. (2004) 1%, porém Trugilho et al. (2001) encontrou 0,33% e Neves et al. (2011) 0,65%.

O teor médio de materiais voláteis encontrados para a madeira de *Eucalyptus* foi de 22,39 %, sendo dessa forma, muito superior ao encontrado para o coco. Brito e Barrichelo (1977), em estudos com *Eucalyptus* sp. encontraram 22%.

Apesar do elevado teor de cinzas, o baixo teor de materiais voláteis fez com que o teor de carbono fixo médio, no carvão de coco, se apresenta maior em relação ao *Eucalyptus*, que foi de 76,09 %. Brito et al. (1983) encontraram 74,8% e Vale et al. (2002) 77,1%, porém, Neves et al. (2011) encontraram 81,32%.

A determinação das propriedades do carvão de *Eucalyptus* neste trabalho serviu para se ter uma base de comparação com as propriedades do carvão de coco. Como pode ser observado nos Quadros 1 e 2, os valores de t apresentaram diferença estatística significativa ao nível de 5 %. Essas diferenças não inviabilizam a utilização do carvão de coco para o consumo doméstico, já que a maioria das restrições citadas neste trabalho se refere à utilização industrial e nesse caso a densidade básica do coco praticamente o desclassifica para tal uso.

No entanto, considerando-se as diferenças de densidade básica, para se obter uma tonelada de madeira (a.s.) do *Eucalyptus* estudado são necessários 1,26 metros cúbicos de madeira verde e para obter uma tonelada de coco (a.s.) são necessários 4,50 metros cúbicos de coco. Essa medida de volume não considera o espaço vazio do interior do coco inteiro.

Considerando o rendimento de carbonização pode-se inferir que uma tonelada (a.s.) de madeira rende 273,8 quilos de carvão e uma tonelada de coco rende 376,5 quilos de carvão. Em relação ao teor de carbono fixo, os rendimentos serão 208,3 quilos e 311,6 quilos, respectivamente.

7- CONCLUSÃO

O carvão de coco apresentou teores de: 8,02 % de cinzas, 8,97% de materiais voláteis e 82,77 % de carbono fixo.

O carvão de *Eucalyptus* apresentou teores de: 1,44 % de cinzas, 22,39 % de materiais voláteis e 76,09 de carbono fixo.

As propriedades do carvão de coco e de *Eucalyptus* se mostraram diferentes estatisticamente.

A baixa densidade básica do coco assim como o elevado teor de cinzas o inviabilizam para uso industrial, no entanto, nenhuma de suas propriedades o inviabilizam para o uso doméstico.

8-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, A. M.; PASSOS, P. R. de A.; MARQUES L. G. da C.; OLIVEIRA, L. B.; VIDAURRE G. B.; ROCHA J. D. S. Pirólise de resíduos do coco-da-baía (*Cocos nucifera* Linn) e análise do carvão vegetal. **Revista Árvore**, v.28, n.5, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **Normas técnicas NBR 8633**. Brasília, 1983. n.p.

BARROS, D. S. **ÍNDICES TÉCNICOS DE CONVERSÃO DE RESÍDUOS DE EXPLORAÇÃO FLORESTAL EM CARVÃO VEGETAL E CARACTERIZAÇÃO DE SUAS PROPRIEDADES EM DOIS SISTEMAS DE CARBONIZAÇÃO**. 2009. 48p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA, Belém.

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**, n.14, p.9-20, 1977.

BRITO, J. O.; BARRICHELO, L. E. G.; SEIXAS, F.; MIGLIORINI, A. J.; MURAMOTO, M. C. Análise da Produção Energética e de Carvão Vegetal de Espécies de Eucalipto. **IPEF**, n.23, p.53-56, 1983.

GENOVESE, A. L.; UDAETA, M. E. M.; GALVAO, L. C. R. Aspectos energéticos da biomassa como recurso no Brasil e no mundo.. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 6., 2006, Campinas. **Proceedings online...** Available from: <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022006000100021&lng=en&nrm=abn>. Acesso em:: 23 Fevereiro de 2012.

GENTIL, L. V. B. **Tecnologia e Economia do Briquete de Madeira**. 2008. 156p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal), Universidade de Brasília, Brasília.

GOMES, M. T. M. **Potencialidades de inserção do carvão vegetal em bolsas de mercadoria**. 2006. 71 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

GÓMEZ, E. O. A Tecnologia de Pirólise no Contexto da Produção Moderna de Biocombustíveis: Uma Visão Perspectiva, 2009, **Classificados e Notícias - Biodiesel e Biocombustíveis**, 2009.

NEVES, T. A.; PROTÁSIO, T. P.; COUTO, A. M.; TRUGILHO, P. F.; SILVA, V. O.; VIEIRA, C. M. M. Avaliação de clones de *Eucalyptus* em diferentes regiões visando a produção de carvão vegetal. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.31, n.68, p. 319-330, 2011.

SANTOS D.; LICKS L.; FALLAVENA V.; AZEVEDO C.; PIRES M. Avaliação da qualidade analítica na determinação dos teores de cinzas em amostras de carvão. In: X Salão de Iniciação Científica da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2009, Porto Alegre. **Anais... X Salão de Iniciação Científica PUCRS**, Porto Alegre, 2009. p. 1204-1206.

SILVEIRA M. S. **Aproveitamento das cascas de coco verde para produção de briquete em Salvador-BA**, 2008. 163p. Tese (Mestrado em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo – Ênfase em Produção Limpa) - Universidade Federal da Bahia, Salvador.

TRUGILHO, P. F.; LIMA, J. T.; MORI, F. A.; LINO, A. L. Avaliação de clones de *Eucalyptus* para produção de carvão vegetal. **Cerne**, v.7, n.2, p.104-114, 2001.

VALE, A. T.; ABREU, V. L. S.; GONÇALEZ, J. C.; COSTA, A. F. Estimativa do poder calorífico superior de madeiras de *Eucalyptus grandis* em função do teor de carbono fixo e do teor de materiais voláteis. **Brasil Florestal**, n.73, p.47-52, 2002.

VILAS BOAS M. A.; CARNEIRO A. C. O.; VITAL B. R.; CARVALHO A. M. M. L.; MARTINS M. A. Efeito da temperatura de carbonização e dos resíduos de macaúba na produção de carvão vegetal. **Scientia Forestalis**; v.38, n.87, p.481-490, 2010.

VITAL, B. R.; JESUS, M. R. de; VALENTE O. F. Efeito da constituição química e na densidade da madeira de clones de *Eucalyptus grandis* na produção de carvão vegetal. **Revista Árvore**, v.10, n.2, p.151-160, 1986.