

Eixo Temático ET-06-003 - Energia

## **ESTUDO DA VIABILIDADE DO RESÍDUO CASCA DE COCO MADURO DA REGIÃO DE PAULO AFONSO-BA PARA USO ENERGÉTICO**

Luiz Antônio Pimentel Cavalcanti<sup>1</sup>, Mônica Cavalcanti Pedrosa Brandão<sup>2</sup>, Lorena Nascimento da Silva<sup>3</sup>, Alberto Brandão Torres Neto<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia - IFBA. *Campus* Paulo Afonso, Bahia. E-mail: luiz.cavalcanti@ifba.edu.br.

<sup>2</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia - IFBA. *Campus* Paulo Afonso, Bahia. E-mail: monica.brandao@ifba.edu.br.

<sup>3</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia - IFBA. *Campus* Paulo Afonso, Bahia. E-mail: lorenaans.17@gmail.com.

<sup>4</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia - IFBA. *Campus* Paulo Afonso, Bahia. E-mail: alberto.brandao@ifba.edu.br.

### **RESUMO**

Levando em consideração a colocação que o Brasil se encontra como um dos maiores produtores e consumidores mundiais de coco e por consequência a elevada geração do resíduo dessa atividade, a casca do coco, surge a necessidade de busca por meios de reutilização desse resíduo com objetivo de evitar a disposição inadequada dos mesmos no meio ambiente. O presente trabalho teve como objetivo analisar a viabilidade do uso da casca de coco maduro, proveniente da produção de doce de coco da região para produção de carvão vegetal. Inicialmente foi feita a caracterização do resíduo em estudo, através da análise imediata como umidade, materiais voláteis, cinzas e carbono fixo. Em seguida foi realizado o processo de carbonização da biomassa in natura. E por fim repetiu-se a análise imediata do carvão da casca de coco, onde foi possível verificar que a biomassa em estudo pode ser considerada como uma boa fonte de carbono a ser utilizada como insumo na produção de carvão vegetal, uma vez que obteve-se em média um percentual de carbono fixo de 73,85% após carbonização.

**Palavras-chave:** Casca de Coco Maduro; Carbonização; Carvão Vegetal.

### **INTRODUÇÃO**

Os resíduos, considerados como biomassa, armazenam energia considerável para ser aproveitada e convertida em combustíveis líquidos, sólidos e gasosos. O Brasil por apresentar grandes dimensões cultiváveis, solo e condições climáticas adequadas afigura-se como um dos maiores fornecedores de matérias primas para a produção de bioenergia, ou seja, os resíduos gerados durante o processo de produção agrícola, podem ser utilizados para geração de energia, podendo ser utilizados tanto in natura ou em carvão vegetal, produto da carbonização de materiais lignocelulósicos, ou seja, dos resíduos agrícolas e da silvicultura, madeira (ROSALEM, 2010)

Segundo Martins (2016), o carvão vegetal é uma das fontes energéticas, mais antiga, usada atualmente. É um material sólido poroso, de cor escura, produzido a partir da pirólise ou “queima” parcial da madeira, com entrada de oxigênio controlada. Sua qualidade depende das características da madeira utilizada, bem como o controle durante o processo de carbonização da mesma.

O Brasil é um dos maiores consumidores e produtores de carvão vegetal, devido ao uso siderúrgica, cerca de 90% da produção brasileira desse combustível é voltada para a redução do minério de ferro para produção de ferro gusa, ferro ligas e aço. A função do carvão vegetal nos altos fornos é gerar energia necessária ao aquecimento e fusão dos materiais e as reações metalúrgicas e produzir o gás redutor, monóxido de carbono, que é consumido na redução dos

óxidos de ferro, obtendo o ferro-gusa, matéria prima usada na produção de aço e ferro fundido (OLIVEIRA, 2012).

A principal fonte de produção do carvão vegetal é o eucalipto, pois tem fácil cultivo, se desenvolve rapidamente em florestas plantadas e sua capacidade de adaptação às regiões brasileiras é muito grande.

Novas fontes para produção do carvão vegetal vêm sendo estudadas, dentre elas o uso da casca do coco maduro (*Cocos nucifera* L.). A casca do coco maduro, denominada de endocarpo, é um novo tipo de resíduo para insumo energético. O endocarpo fica situado entre o mesocarpo (feixe de fibras) e a semente do coco (albúmen sólido), caracteriza-se pela rigidez e durabilidade atribuída ao alto teor de lignina, quando comparadas a outras fibras naturais, considerado um combustível com alto valor energético (FONTENELE, 2005).

A cultura do coco é muito usual no Brasil, principalmente nas cidades litorâneas, pois a planta é típica de clima tropical. Esse cultivo vem aumentando significativamente nos últimos anos devido ao consumo da água do coco e as atividades que o coco pode ser empregado. Mas, isso também tem gerado alguns impactos. Segundo Souza (2016), nas cidades litorâneas, como Fortaleza, os resíduos do coco representam 70% do lixo que fica depositado nas orlas.

O aproveitamento industrial do fruto do coqueiro se dá mediante o processamento do endosperma sólido ou albúmen submetido à secagem (copra) ou fresco, este último mais utilizado no Brasil, sendo destinado à fabricação de produtos tais como, o leite de coco e o coco ralado, empregados na indústria alimentícia de doces, bolos, bombons, chocolates ou utilizado in natura na culinária doméstica (FONTENELE, 2005).

O objetivo desse trabalho foi analisar a viabilidade do uso da casca de coco maduro como insumo para obtenção de carvão vegetal, contribuindo para preservação do meio ambiente como forma de reutilização desse resíduo evitando sua disposição inadequada, além da obtenção de uma fonte alternativa para uso energético.

## OBJETIVO

Avaliar a viabilidade do uso do resíduo casca de coco maduro oriundo da fabricação de doces caseiros da Cidade de Paulo Afonso-BA, como insumo no processo de carbonização para a obtenção de carvão vegetal.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Área de estudo

Este estudo foi realizado no Laboratório do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Campus Paulo Afonso - BA.

A biomassa utilizada no estudo foi o resíduo casca de coco maduro gerado pela fabricação de doces caseiros cedido pelas doceiras da feira livre da Cidade de Paulo Afonso-BA.

### Caracterização da biomassa *in natura*

A caracterização físico-química da casca de coco maduro foi realizada em duplicata, através da determinação da Análise Imediata da biomassa *in natura*, onde foram determinados o teor de umidade, teor de material volátil, teor de cinzas, e o teor de carbono fixo pela aplicação da Equação 1, de acordo com a NBR 8112 citado por Nogueira e Rendeiro (2008).

$$CF(\%) = 100 - (MVT(\%) + TC(\%)) \quad [1]$$

Onde:

CF= teor de carbono fixo (%)

MVT=teor de material volátil (%)

TC=teor de cinzas (%)

### Processo de carvoejamento

No processo de carbonização do resíduo da casca de coco maduro, inicialmente foi feita a preparação das amostras, onde as mesmas foram trituradas obtendo um diâmetro de aproximadamente 3 cm. Em seguida as amostras foram peneiradas em tela metálica para remoção de partículas menores.

Pesou-se aproximadamente 50g da biomassa em cadinho de porcelana, feita em duplicata, onde foram levadas para estufa SOLAB a  $105 \pm 10$  °C durante 24 h para remoção da umidade.

Com as amostras previamente secas, iniciou-se a carbonização das amostras em forno elétrico tipo mufla (Figura 1), onde a mesma foi realizada em 3h, à uma temperatura máxima de  $450 \pm 10$  °C. Controlou-se o processo medindo a temperatura em função do tempo, a cada 30 minutos, aumentava-se 50°C de temperatura, obtendo uma taxa de aquecimento de 1,6°C/min, de acordo com Vale et. al., (2004).



**Figura 1.** Amostras do resíduo casca de coco maduro após carbonização. Fonte: Autoria própria, 2017

### Análise imediata do carvão da casca de coco maduro

As análises da biomassa carbonizada (teor de umidade, teor de material volátil, teor de cinzas e teor de carbono fixo), partiram da mesma premissa da análise imediata realizada para a biomassa in natura.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Análise imediata da biomassa in natura

Na Tabela 1 encontram-se as variáveis observadas e os desvios-padrão para a análise imediata da biomassa em estudo, casca de coco maduro.

**Tabela 1.** Amostras do resíduo casca de coco maduro após carbonização.

Umidade (b.u)	$10,39 \pm 0,5227$
Materiais Voláteis (%)	$76,54 \pm 2,1862$
Cinzas (%)	$2,62 \pm 0,3914$
Carbono Fixo (%)	$20,82 \pm 2,075$

Fonte: Autoria própria, 2017

De acordo com a Tabela 1, o teor de umidade encontrado na casca de coco foi de 10,39, concordando com valores encontrados na literatura, como o trabalho de Diniz (2005), onde o teor das biomassas estudadas (casca de arroz e resíduos de soja) foram 10,61% e 11,31%.

Quando a biomassa apresenta um alto valor de umidade o mesmo faz com que o processo de combustão seja mais baixo, isto comparado quando utilizado um material seco.

Assim, quanto maior o valor da umidade presente na biomassa mais energia é necessária para iniciar o processo de queima, isto é, mais energia é requerida para vaporizar a água, reduzindo o poder calorífico, aumentando o consumo de combustível (BRAND, 2008).

Segundo Pimenta et al., (2016), a produção de carvão com madeira úmida, origina um carvão friável e quebradiço, provocando a elevação do teor de fino durante o manuseio e transporte. A média do teor de materiais voláteis no presente estudo foi de 76,54, concorda com o estudo feito por Vale et al. (2004), onde o teor de material volátil na casca de coco maduro foi de 77,73.

O teor de cinza apresentou média 2,62, que está próximo aos teores de cinzas encontrados por Vieira (2012), média de 3,29% para o resíduo de soja, média de 2,8% encontrado no sabugo de milho, onde teor de cinzas baixo na biomassa eleva a qualidade do carvão produzido, segundo Brand (2008), as cinzas por ser um material abrasivo podem vir a causar problemas de corrosão nos equipamentos metálicos.

O percentual de carbono fixo no presente trabalho teve média 20,82, de acordo com o valor encontrado por Vale et al., (2004) que foi de 21,87% como biomassa casca de coco maduro.

#### **Análise imediata do carvão da casca de coco**

Na Tabela 2 encontram-se variáveis observadas e os desvios-padrão para a análise imediata da biomassa carbonizada.

**Tabela 2.** Análise do Carvão Vegetal.

Umidade (b.u)	2,96 ± 0,0261
Materiais Voláteis (%)	25,08 ± 2,6806
Cinzas (%)	1,05 ± 0,1166
Carbono Fixo (%)	73,85 ± 2,5639

Fonte: A autoria própria, 2017

Conforme a Tabela 2, a umidade média obtida nas amostras foi 2,96%, no trabalho de Arantes et al., (2008) esta média foi de 5% utilizando a biomassa bagaço de cana e casca de arroz com média de 4,66%. O teor de umidade exerce as mesmas influências citadas para a biomassa in natura, um alto teor de umidade prejudica a eficiência do processo de combustão e a densidade energética do carvão.

O teor de material volátil da biomassa carbonizada foi em média 25,08%. Para o resíduo casca de arroz estudado por Arantes (2008) foi em média 26,99% e 25% em média de material volátil no bagaço de cana.

Quanto menor o teor de volátil presente no carvão, está queimara lentamente durante o processo de produção de energia, garantindo assim um aproveitamento do produto (VIEIRA, 2012).

O teor de carbono fixo do carvão da casca de coco foi em média 75, 85%. Assim, concorda com o estudo feito por Vale et al., (2004), onde o teor de carbono fixo do carvão da casca de coco maduro foi de 75,10%. O resíduo de soja apresentou um teor de carbono fixo de 88,44% e sabugo de milho continha na sua estrutura 62,29% de carbono fixo, com base no estudo de Souza et al. (2007). O efeito do teor de carbono fixo no carvão vegetal é de aumentar a produtividade do alto-forno na siderurgia (PIMENTA et al., 2016).

De acordo com os valores da análise química imediata alcançados, o carvão da casca de coco maduro se enquadra nos padrões do carvão vegetal comercializados do Brasil para processos siderúrgicos (matérias voláteis: 25-35%, carbono fixo:65-75%, cinzas: 2-5%) (VALE et. al., 2001).

Fazendo uma comparação entre as Tabelas 1 e 2, observa-se a redução dos teores de materiais voláteis e cinzas após carbonização da casca de coco maduro, e por consequência um

aumento no teor de carbono fixo, sendo assim, pode-se considerar a casca de coco maduro como uma boa fonte alternativa de insumo para geração de energia, uma vez que quanto maior for o teor de carbono fixo, maior será sua capacidade energética.

## CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos podemos considerar viável o uso do resíduo casca de coco maduro como boa fonte de carbono fixo a ser utilizado como insumo na produção de carvão vegetal através do processo de carbonização, sendo uma excelente opção de reutilização desse resíduo, reduzindo a disposição ambientalmente inadequada do mesmo ao meio ambiente e além da promoção de uma política de produção de carvão vegetal mais sustentável.

## REFERÊNCIAS

- ARANTES, M. D. C.; MENDES, L. M.; RABELO, G. F.; SILVA, J. R. M.; MORI, F. A.; BARBOSA, A. M. Gaseificação de Materiais Lignocelulósicos Para Geração de Energia Elétrica. **Ciência Florestal**, v. 18, n. 4, p. 525-533, 2008.
- BRAND, M. A. Fontes de Biomassa para a Geração de Energia. Disponível em: <<http://www.solumad.com.br/artigos/201011171818441.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2011.
- DINIZ, J. **Conversão térmica de casca de arroz à baixa temperatura**: produção de bioóleo e resíduo sílico carbonoso adsorvente. Tese Doutorado (doutorado em química). PPGQ, UFSM, Santa Maria: 2005.
- FONTENELE, R. E. S. **Cultura do Coco no Brasil: Caracterização do Mercado Atual e Perspectivas Futuras**. 2005. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/2/168.pdf>>. Acesso em: 11 out. 2016.
- MARTINS, R. **Produção Sustentável de Carvão Vegetal**. Disponível em: <[http://greenlight-africa.com/assets/relatorio\\_projecto\\_prod\\_sust\\_carvao-parte\\_2\\_greenlight\\_2016\\_final.pdf](http://greenlight-africa.com/assets/relatorio_projecto_prod_sust_carvao-parte_2_greenlight_2016_final.pdf)>. Acesso em: 31 jan. 2017.
- NOGUEIRA, M. F. M.; RENDEIRO, G. Caracterização energética da biomassa vegetal. In: BERRETO, E. J. F. (Coord.). **Combustão e gaseificação da biomassa sólida**: soluções energéticas para a Amazônia. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2008.
- OLIVEIRA, A. C. **Sistema forno-fornalha para produção de carvão vegetal**. Dissertação apresentada para obtenção do título de Magister Scientiae - Universidade Federal de Viçosa, 2012. Disponível em: <<http://alexandria.cpd.ufv.br:8000/teses/ciencia%20florestal/2012/242247f.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2017.
- ROSOLEM, V. **Produção de carvão vegetal**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Madeireira) - Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABbIEAD/producao-carvao-vegetal>>. Acesso em: 16 out. 2016.
- SOUZA, L. A. **Função do carvão na produção de ferro**. Disponível em: <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/funcao-carvao-na-producao-ferro.htm>>. Acesso em: 11 out. 2016.
- SOUZA, R.C.R.; SANTOS, E. C. S.; MORAIS, M. R.; SEYE, O. Carbonização da casca de arroz (*Oriza sativa*) para uso energético. Anais do XXXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 2007.
- VALE, A. T.; BARROSO, R. A.; QUIRINO, W. F. Caracterização da biomassa e do carvão vegetal do coco-da-baía (*Cocos nucifera* L.) para uso energético. **Biomassa & Energia**, v. 1, n. 4, p. 365-370, 2004. Disponível em: <<http://www.renabio.org.br/06-B&E-v1-n4-2004-p365-370.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2017.
- VIEIRA, A. C. **Caracterização da biomassa proveniente de resíduos agrícolas**. Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2012.