



Diferentes experimentos para a produção de carvão vegetal com cascas de coco verde

RESUMO

Lucas Gama
Luk_gams_24@hotmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil

Gisely Luzia Ströher
gisely@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil

Gylles Ricardo Stroher
gylles@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil

OBJETIVO: Produzir carvão vegetal a partir de cascas de coco verde. **MÉTODOS:** As cascas de coco verde foram recolhidas de vendedores da cidade, higienizadas, abertas e colocadas ao ar livre para diminuição da umidade. Foram realizados 8 diferentes experimentos variando temperatura (300 e 450°C), tempo (1 e 2 h) e massa (35 e 100 g) para obtenção do melhor rendimento de produto. Os dados foram submetidos Anova teste de Tukey, $p < 0,05$. **RESULTADOS:** O melhor rendimento foi obtido com temperatura de 300°C, durante 2 h em 100 g de amostras de casca de coco produzindo $54,81 \pm 2,29$ g de carvão vegetal, ou seja, um rendimento $53,80 \pm 0,89\%$, com teor de umidade de voláteis igual a $6,97 \pm 1,71\%$ e $6,50 \pm 2,50\%$ de cinzas. **CONCLUSÕES:** As menores quantidades de cinzas, assim como de umidade e voláteis são mais interessantes, pois diminuem a fuligem e a ineficiência do processo de queima. Os carvões produzidos a partir da casca de coco verde podem ser uma das soluções sustentáveis para a crise energética brasileira.

PALAVRAS-CHAVE: Casca de coco verde. Carvão vegetal. Meio ambiente. Sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

O cenário global presencia inúmeros problemas no que se refere à escassez de energia sustentável (DUPONT *et al.*, 2015). Para solucionar esse problema grande parte dos países buscam fontes de energia renovável, como a biomassa, na qual o Brasil pode se destacar com o reaproveitamento da casca de coco (ANDRADE *et al.*, 2004).

Os resíduos do coco geralmente possuem dois destinos, ou são jogados em aterros e lixões onde permanecerão até se decomporem (8 a 12 anos), liberando gases tóxicos ao meio ambiente, ou são queimados sem recuperação de calor e aproveitamento, o que também libera gases prejudiciais à atmosfera (ANDRADE *et al.*, 2004).

Por possuir grande quantidade de biomassa (matéria orgânica existente em um meio) e também muita umidade, uma maneira de aproveitar todo o potencial energético das cascas do coco é através da utilização de um processo térmico, a pirólise, que consiste na queima da biomassa sob quantidades controladas de oxigênio (CARDOSO, 2012). Os principais produtos a serem obtidos são o carvão (resíduo sólido), o líquido pirolenhoso ou bio-óleo (gases condensáveis) e os gases não condensáveis (NICOLINI *et al.*, 2013).

Segundo Nicolini *et al.* (2013), existem diferentes tipos de pirólise em presença de pouco oxigênio, são elas a carbonização, pirólise lenta, pirólise rápida e a pirólise ultrarrápida, sendo determinadas de acordo com a taxa de aquecimento, temperatura e tempo de residência da amostra.

Embora sejam procedimentos diferentes, os principais produtos obtidos em cada tipo de pirólise são basicamente iguais, variando apenas as proporções em que aparecem (ROCHA *et al.*, 2004). A carbonização, por exemplo, tem por objetivo maximizar a produção de carvão vegetal, já na pirólise rápida, o produto majoritário é o bio-óleo. Desse modo, é possível escolher o tipo de pirólise de acordo com o produto desejado (NICOLINI *et al.*, 2013).

Uma característica importante da biomassa que deve ser analisada e que pode influenciar bastante no processo de pirólise (principalmente na produção de carvão) é o teor de umidade. Segundo Fernandes (2014), quanto maior o teor de umidade da matéria menor a eficiência do processo, pois quando há quantidade excessiva de água na biomassa, é necessária uma maior parcela da matéria (durante a pirólise) para realizar a secagem, diminuindo assim o rendimento do carvão.

Essa propriedade afeta não somente a quantidade de produto obtido, mas também a sua qualidade, um alto teor de umidade implica ao carvão uma redução do poder calorífico. Este por sua vez pode ser definido como a quantidade de energia liberada na forma de calor em uma combustão, por unidade de massa, ou seja, quanto maior a umidade, menor o calor liberado pelo carvão, conseqüentemente, menor sua eficiência (ZANUNCIO, 2013).

Outra propriedade importante para se determinar a qualidade do carvão produzido é o teor de cinzas, que corresponde ao resíduo obtido pela combustão completa do carvão (SANTOS, 2010).

Segundo Assis *et al.* (2012) quanto maior o teor de cinzas, menor o poder calorífico do produto, ou seja, menor a transferência de calor no combustível.

Para Brand *et al.* (2013), o carvão para uso doméstico de conter baixo teor de cinzas, além de alto poder calorífico e baixa umidade.

MÉTODOS

As cascas de coco verde foram doadas por comerciantes locais. Estas foram divididas em várias partes e disposta em superfície ao ar livre e levadas a pirólise em mufla conforme mostra as Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 - Níveis codificados e decodificados para determinação dos ensaios

Níveis Codificados	Níveis Decodificados		
	Temperatura de pirólise (°C)	Tempo de Pirólise (h)	Massa de amostra (g)
-1	300	1	35
1	450	2	100

Fonte: Autoria própria (2017).

Tabela 2 - Condições de operação para cada ensaio

Ensaio	Temperatura (°C)	Tempo (h)	Massa de amostra (g)
1	-1	-1	-1
2	1	-1	1
3	-1	-1	1
4	1	-1	-1
5	-1	1	1
6	1	1	-1
7	-1	1	-1
8	1	1	1

Fonte: Autoria própria (2017).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos com a variação de temperatura, tempo de pirólise e massa inicial de casca de coco são mostrados na Tabela 3.

Tabela 3 - Massa de amostra, carvão e rendimento do processo

Ensaio	Massa amostra (g)	Massa carvão (g)	Rendimento (%)
1	35,19 ± 0,10	17,76 ± 1,95	50,49 ± 5,65
2	100,48 ± 0,41	35,34 ± 1,59	35,17 ± 1,65
3	100,34 ± 0,61	51,39 ± 2,84	51,20 ± 2,54
4	35,10 ± 0,28	12,60 ± 0,17	35,90 ± 0,63
5	101,85 ± 2,60	54,81 ± 2,29	53,80 ± 0,89
6	35,37 ± 0,40	14,41 ± 1,03	40,74 ± 2,65
7	34,96 ± 0,27	10,78 ± 0,46	30,85 ± 1,50
8	100,31 ± 0,24	31,42 ± 0,98	31,33 ± 1,00

Fonte: Autoria própria (2017). * Todos os resultados foram obtidos em triplicatas.

Os dados de rendimento porcentual permitem observar melhor que o experimento 5 obteve os maiores resultados, sendo este igual a 53,80 ± 0,89 %. O

pior resultado foi $30,85 \pm 1,50$ no ensaio 7. A diferença entre estes dois procedimentos foi a quantidade de amostra, ou seja, a maior quantidade desta apresentou melhores resultados.

Pirólises realizadas a uma temperatura mais baixa favorecem a produção de carvão, enquanto que a temperaturas mais elevadas favorecem a geração de gases contribuindo para desempenho inferior (NICOLINI *et al.*, 2013). Os dados deste trabalho apresentaram maior geração de carvão a menores temperaturas em todos os experimentos, com exceção do ensaio 7 no qual outro fator avaliado influenciou de forma mais significativa.

A tabela 4 mostra os valores de porcentagem de cinzas, teor de umidade e voláteis obtidos tanto na matéria-prima quanto no produto final.

Tabela 4 – Teor de cinzas e umidade e voláteis nos carvões obtidos e na matéria-prima.

Nº Exp.	Teor de cinzas (%)	Teor de umidade (%)
1	$6,90 \pm 0,10^{bc}$	$7,24 \pm 1,13^b$
2	$9,50 \pm 0,50^{abc}$	$8,67 \pm 0,58^b$
3	$7,97 \pm 0,92^{bc}$	$8,28 \pm 0,55^b$
4	$5,31 \pm 0,54^c$	$10,33 \pm 2,31^b$
5	$6,50 \pm 2,50^{bc}$	$6,97 \pm 1,71^b$
6	$8,64 \pm 2,11^{bc}$	$9,63 \pm 2,02^b$
7	$14,09 \pm 0,94^a$	$8,39 \pm 1,55^b$
8	$11,23 \pm 4,06^{ab}$	$7,59 \pm 2,07^a$
Casca de coco verde	$3,94 \pm 0,02$	$13,55 \pm 2,62$

Fonte: Autoria própria (2017). *Resultados expressos com Média \pm desvio-padrão de análises em triplicatas. Letras iguais não apresentam diferenças significativas em nível de 5% de confiança pelo teste de Tukey.

Conforme a Tabela 4 evidencia, os melhores resultados foram os obtidos a 300°C para o teor de umidade ($6,97 \pm 1,71\%$), com o ensaio 5 possuindo o menor valor. No entanto, este só apresentou diferença significativa quando submetido à aplicação da ANOVA (teste de Tukey, $p < 0,05$) em relação ao ensaio 8 ($11,23 \pm 4,06\%$).

A porcentagem de cinzas foi menor no ensaio 1 com valor igual a $6,90 \pm 0,10\%$ e maior valor no ensaio 7 ($14,09 \pm 0,94\%$). É válido ressaltar que uma quantidade alta de umidade e cinzas prejudica a qualidade do carvão no que tange ao poder calorífico deste (FERNADES, 2014).

Mangueira (2014) trabalhou com três diferentes propostas de obtenção de carvão a partir do endocarpo do coco, e nestes encontrou resultados para o teor de umidade que variaram de 4,49 – 6,34% e teor de cinzas entre 1,9 – 2,38%, apresentando grande divergência dos obtidos neste experimento, principalmente em relação ao teor de cinzas.

Comparando-se os valores encontrados em carvão comercial produzido a partir do endocarpo do coco o teor de umidade foi igual a 9,67% e o teor de cinzas ficou em 3,96%, valores estes acima dos encontrados por Mangueira (2004) e abaixo dos deste estudo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pirólise é uma excelente opção para o reaproveitamento da casca do coco verde e geração de energia sustentável além de proporcionar uma forma inovadora de renda para pequenos comerciantes de água de coco.

Os menores teores de cinzas, assim como de umidade e voláteis são resultados mais interessantes tanto comercialmente quanto para a qualidade de vida e preservação do meio ambiente, pois diminuem a fuligem e a ineficiência do processo de queima.

Different experiments for the production of charcoal with green coconut shells

ABSTRACT

OBJECTIVE: Produce charcoal from green coconut shells. **METHODS:** The green coconut shells were collected from city vendors, sanitized, opened and placed outdoors to reduce humidity. Eight different experiments were performed, varying temperature (300 and 450°C), time (1 and 2 h) and mass (35 and 100g) to obtain the best product yield. The data were submitted to Anova *Tukey* test, $p < 0.05$. **RESULTS:** The best yield was obtained at a temperature of 300°C for 2 h in 100g of coconut shell samples yielding $54,81 \pm 2,29$ g of charcoal, i.e. $53.80 \pm 0,89$ % yield, with a volatile moisture content of $6.97 \pm 1,71$ % and $6,50 \pm 2,50$ % ash. **CONCLUSIONS:** The lower amounts of ash, as well as moisture and volatiles are more interesting because they reduce the soot and the inefficient of the burning process. Coals produced from the sustainable solutions to the Brazilian energy crisis.

KEYWORDS: Coconut shell green. Charcoal. Environment. Sustainability.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da UTFPR Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Agradecimento a Pró Reitoria de Relações Empresariais e Comunitárias.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, A. M.; PASSOS, P. R. A.; MARQUES, L. G. 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**, Viçosa, v. 28, n.5, p. 707 – 714, ago. 2004. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v28n5/23409>> Acesso em: 27 de ago. 2017.
- ASSIS, M R.; PROTÁSIO, T. P.; ASSIS, C. O.; TRUGILHO, P. F.; SANTANA, W. M. S. Qualidade e rendimento do carvão vegetal de um clone híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*. **Brazilian Journal of Forestry Research**, Lavras, v. 32, n. 71, p. 291 – 302, jul./set. 2012. Disponível em:< <http://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/viewFile/359/276>> Acesso em: 25 de jun. 2017.
- 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, Brasil. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 41, n. 99, p. 401-410, set. 2013. Disponível em:<<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr99/cap11.pdf> > Acesso em: 20 de ago. 2017.
- CARDOSO, B. M. **Uso da Biomassa como Alternativa Energética**. 2012. 94 p. Monografia (Projeto de Graduação, Escola Politécnica, Curso de Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em:< <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10005044.pdf>> Acesso em: 27 de ago. 2017.
- DUPONT, F. H.; GRASSI, F.; ROMITTI, L. **Energias Renováveis: buscando por uma matriz energética sustentável**. Reget, Santa Maria, v.19, n.1, p. 70 – 81, mar. 2015. Disponível em:<https://grupos.moodle.ufsc.br/pluginfile.php/240523/mod_resource/content/2/artigo1.pdf> Acesso em: 24 de ago. 2017.
- FERNANDES, A. M. **Análise da Produção de Madeira para o Fornecimento Sustentável de Energia Doméstica aos Centros Urbanos de Moçambique**. 2014. 136 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014. Disponível em:< <http://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/36055/R%20-%20T%20-%20AGNELO%20DOS%20MILAGRES%20FERNANDES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 27 de ago. 2017.

NICOLINI, K. P.; CASAGRANDE, M.; JESUS, A. C. **Pirólise de Biomassa em Baixas Temperaturas**. Campinas: Átomo, 2013.

ROCHA, J. D.; PÉREZ, J. M. Mesa; CORTEZ, L. A. B. **Aspectos Teóricos e Práticos do Processo de Pirólise de Biomassa**. UNIFEI, Itajubá, 2004. Disponível em:<http://www.nest.unifei.edu.br/portugues/pags/novidades/curso_cyted/files/pdf/Tema%202%20-%20Processos%20e%20Tecnologias%20para%20a%20Conversao%20do%20Bagac o%20em%20Energia%20e%20Combustiveis/Pirolise.pdf> Acesso em: 27 de ago. 2017.

SANTOS, R. C. **Parâmetros de qualidade da madeira e do carvão vegetal de clones de eucalipto**. 2010. 159 p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia da Madeira) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010. Disponível em:< <http://www.prg.ufla.br/ct-madeira/wp-content/uploads/2012/07/Rosimeire-Cavalcante-dos-Santos-Tese1.pdf>> Acesso em: 26 de ago. 2017.

ZANUNCIO, A. J. V. **Influência da secagem da madeira de Eucalyptos e Corymbia na produção e qualidade do carvão**. 2013. 69 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013. Disponível em:<http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/686/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_1_nflu%C3%Aancia%20da%20secagem%20da%20madeira%20de%20Euclayptus%20e%20Corymbia%20na%20produ%C3%A7%C3%A3o%20e%20qualidade%20do%20carv%C3%A3o.pdf> Acesso em: 26 de ago. 2017.

Recebido: 29 set. 2017.

Aprovado: 02 out. 2017.

Como citar:

GAMA, L.. et al. Diferentes experimentos para a produção de carvão vegetal com cascas de coco verde. In: SEMINÁRIO DE EXTENSÃO E INOVAÇÃO DA UTFPR, 7., 2017, Londrina. **Anais eletrônicos...** Londrina: UTFPR, 2017. Disponível em: <<https://eventos.utfpr.edu.br//sei/sei2017/919>>. Acesso em: 12 out. 2017.

Correspondência:

Gisely Luzia Ströher
Rua Marçílio Dias, 635, Jardim Paraíso, Apucarana, Paraná, País.

Direito autoral:

Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição-NãoComercial 4.0 Internacional.

