

Fotos: Caio Cesar Munhoz Rauhen



## Efeito da temperatura final de carbonização nas propriedades físico-químicas do biocarvão da fibra do coco

*Claudia Maria Branco de Freitas Maia<sup>1</sup>*  
*Rúbia Matos de Lima<sup>2</sup>*  
*Marcela Guiotoku<sup>3</sup>*

Biocarvão, ou biochar, é o nome dado ao carvão de uso agrícola, resultante da conversão térmica (pirólise) em atmosfera pobre em oxigênio, cuja finalidade é o uso como condicionador e para estoque de carbono no solo (LEHMANN et al., 2011). O biocarvão vem sendo usado como um meio eficiente de mitigação do processo de aquecimento global, devido à alta estabilidade e resistência à degradação de sua estrutura carbonácea. Além disto, seu uso tem demonstrado melhorar as propriedades físicas e químicas do solo, levando ao aumento de produtividade (GLASER et al., 2002; LEHMANN; JOSEPH, 2009). Considerando-se a grande diversidade das características de biomassa e condições de pirólise, nem todo carvão produz os mesmos efeitos nos diferentes tipos de solos e, portanto, são necessários estudos visando determinar as características físico-químicas de interesse agrônomo dos biocarvões.

O coqueiro (*Cocos nucifera* L.) é uma palmeira de grande importância no Brasil, principalmente para

o Nordeste brasileiro, o qual detém atualmente cerca de 85% da produção nacional e mais de 90% de área plantada com essa cultura (ARAGÃO et al., 2005). Segundo os dados do IBGE (2012), o Brasil possui uma área com plantação de coco de 270.625 ha e a produção em frutos, segundo a FAO (2011) atingiu 2,9 bilhões de toneladas. A extração do óleo do coco e o consumo de sua água geram grandes quantidades de resíduos, entre eles as fibras que estão presentes na casca do coco (PANNIRSELVAM et al., 2005). O fruto é formado por epicarpo, mesocarpo, endocarpo e semente; sendo fibra o nome dado ao material fibroso que constitui o mesocarpo, o qual será objeto deste trabalho. A casca representa cerca de 80% da massa do fruto e gera um resíduo que, em geral, não é descartado apropriadamente, causando problemas ambientais (SILVEIRA, 2008). Considerando a produção de 2011 e 80% de biomassa dos frutos, este volume de resíduos pode chegar a 2,35 bilhões de toneladas por ano. Entre as alternativas de uso destes resíduos está a transformação da fibra de coco em biocarvão.

<sup>1</sup>Engenheira-agrônoma, Doutora, pesquisadora da Embrapa Florestas, claudia.maia@embrapa.br

<sup>2</sup>Bolsista PIBIC, Graduanda em Tecnologia em Química Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, rubiamatoslima@gmail.com

<sup>3</sup>Química, Doutora, analista da Embrapa Florestas, marcela.guiotoku@embrapa.br

Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar as diferenças nas propriedades dos carvões obtidos por pirólise lenta, em diferentes temperaturas finais de carbonização.

A análise do material *in natura* (lignina insolúvel em ácido, celulose e hemicelulose, seguindo normas NBR 14853 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2002) e NBR 7989 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003) e holocelulose por diferença revelou um teor de 55,6% de lignina, 1,7% de extrativos e 43% de holocelulose (celulose + hemiceluloses). Aragão et al. (2005) encontraram de 33% a 40% de celulose e 41% a 46% de lignina em amostras de fibra do coco verde (frutos com 7 a 8 meses de idade). O alto teor de lignina da fibra de coco já indica um bom potencial deste material para a produção de carvão, pois existe uma correlação positiva entre o teor de lignina e o rendimento em carbono fixo no carvão (OLIVEIRA, 1988).

O processo de pirólise foi conduzido em mufla adaptada com condensadores tipo Liebig para a coleta do licor pirolenhoso, com uma taxa de aquecimento de 10 °C min<sup>-1</sup>, a três diferentes temperaturas finais de carbonização: 350 °C, 450 °C e 550 °C. As amostras de fibra de coco, em triplicata, permaneceram na temperatura final por 60 min. A análise imediata dos carvões foi feita segundo a norma NBR 8112/86 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1986). A umidade dos carvões foi obtida a 105 °C por 24 h e, para o teor de cinzas, as mesmas amostras já secas foram colocadas em mufla a 700 °C por 4 h.

Com o aumento da temperatura de carbonização, foi observada redução no rendimento em biocarvão, assim como no teor de materiais voláteis. Isto ocorre porque, quanto maior a temperatura de pirólise, maior é a quantidade de materiais desprendidos, tais como gases condensáveis, não condensáveis e água, restando uma maior concentração de carbono (Tabela 1). Inversamente, o teor de cinzas aumenta com a temperatura, devido à maior perda de material orgânico durante a carbonização. As porcentagens de conversão estão relacionadas à alta quantidade de lignina na fibra de coco (55,6% ± 0,24), sendo que, por ser mais estável termicamente e se degradar mais lentamente do que outros

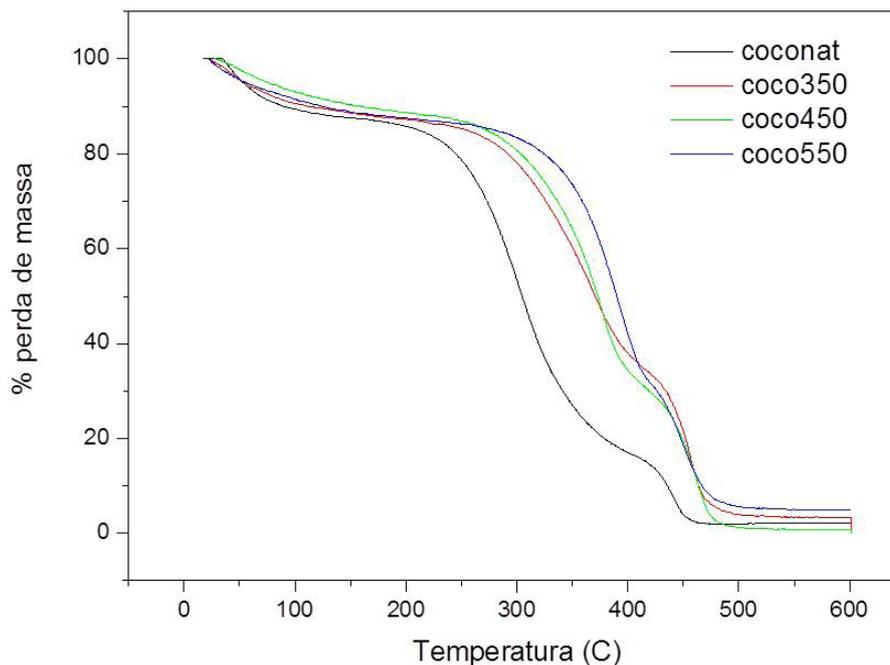
componentes, tais como a celulose, ela é a maior responsável pelo rendimento em biocarvão (PINHEIRO et al., 2005). Porém, acima de 450 °C a diferença na conversão não é tão acentuada, pois a lignina aproxima-se de seu máximo de decomposição térmica.

**Tabela 1.** Análise imediata dos carvões da casca de coco produzidos a diferentes temperaturas.

Amostra* (°C)	Rendimento (%)	Cinzas (%)	Voláteis (%)	Carbono fixo (%)
350	53,0 (± 1,1)	9,5 (0,1)	35,0 (0,2)	55,5
450	44,2 (± 0,3)	10,4 (0,7)	25,0 (1,1)	64,6
550	41,4 (± 0,6)	12,6 (0,6)	17,9 (0,5)	69,5

\*Temperatura final de pirólise da amostra. Números entre parênteses representam o desvio padrão.

A análise termogravimétrica das amostras *in natura* e pirolisadas foi feita em analisador DTG – 60H (Shimadzu), com fluxo de 50 cm<sup>3</sup> min<sup>-1</sup> de N<sub>2</sub> e taxa de aquecimento de 10 °C min<sup>-1</sup> da temperatura ambiente até 600 °C. (Figura 1). A partir da análise termogravimétrica buscou-se avaliar a estabilidade térmica do material *in natura* e dos carvões obtidos. O biocarvão obtido a 550 °C apresentou maior estabilidade do que os demais, pois sua decomposição térmica inicia-se sob temperatura mais elevada. Nas curvas de TGA observa-se uma primeira perda de massa em 110 °C que corresponde à liberação de moléculas de água em todos os materiais. O aumento da estabilidade térmica dos materiais pirolisados, em função do aumento da temperatura de pirólise, pode ser visualizado comparando-se o início da segunda perda de massa, que se inicia em 195 °C, 235 °C, 260 °C e 285 °C para a matéria-prima e carvões a 350 °C, 450 °C e 550 °C, respectivamente. Essa segunda perda de massa corresponde à degradação térmica da celulose e precede uma terceira perda de massa que está relacionada com degradação térmica da lignina. Nota-se na curva do material natural que o terceiro evento térmico inicia-se perto de 320 °C e, nos materiais pirolisados a 350 °C e 450 °C, esse evento ocorre em 430 °C e 450 °C respectivamente, sendo praticamente inexistente no material pirolisado a 550 °C. Isso indica que, no material pirolisado à temperatura mais elevada, existe a presença de moléculas com ligações químicas mais resistentes termicamente, como verificado na análise imediata.



**Figura 1.** Curvas de TGA da casca de coco *in natura* e de seus respectivos carvões produzidos a 350 °C, 450 °C e 550 °C (coconat, coco350, coco450 e coco550).

## Conclusões

A temperatura final de carbonização influencia significativamente nas propriedades dos carvões de fibra de coco. Os rendimentos são maiores quando a carbonização é feita à maior temperatura, a porcentagem de materiais voláteis diminui e o carbono fixo aumenta. A estabilidade térmica do material também aumenta com a temperatura de pirólise. Estudos complementares estão sendo feitos para avaliar a qualidade dos produtos obtidos como condicionadores de solo.

## Agradecimentos

Ao CNPq, pela bolsa PIBIC de Rúbia Matos de Lima.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS. **NBR 8112**: carvão vegetal: análise imediata. Rio de Janeiro, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS. **NBR 14853**: madeira: determinação do material solúvel em etanol-tolueno e em diclorometano. Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS. **NBR 7989**: pasta celulósica e madeira: determinação de lignina insolúvel em ácido. Rio de Janeiro, 2003. Publicada com Emenda nº 1/2003.

ARAGÃO, W. M.; SANTOS, V. A. J.; ARAGÃO, F. B. **Produção de fibra de cultivares de coqueiro**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2005. 4 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado técnico, 36).

FAO. Crops: coconut. In: \_\_\_\_\_. **FAOSTAT**. Rome, 2011. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 8 ago. 2013.

GLASER, B.; LEHMANN, J.; ZECH, W. Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal: a review. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 35, p. 219-230, 2002.

IBGE. Levantamento sistemático da produção agrícola: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. **Levantamento Sistemático de Produção Agrícola**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 2, p. 1-88, fev. 2012.

LEHMANN, J.; RILLIG, M. C.; THIES, J.; MASIELLO, C. A.; HOCKADAY, W. C.; CROWLEY, D. Biochar effects on soil biota: a review. **Soil Biology and Biochemistry**, New York, v. 43, n. 9, p. 1812-1836, 2011.

LEHMANN, J.; JOSEPH, S. **Biochar for environment management**. London: Earthscan, 2009.

OLIVEIRA, E. de. **Correlações entre parâmetros de qualidade da madeira e do carvão de *Eucalyptus grandis* (W. Hill ex- Maiden)**. 1988. 47 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

PANNIRSELVAM, P. V.; LIMA, F. A. M.; DANTAS, B. S.; SANTIAGO, B. H. S.; LADCHUMANANADASIVAM, R.; FERNANDES, M. R. P. Desenvolvimento de projeto para produção de fibra de coco com inovação de tecnologia limpa e geração de energia, **Revista Analytica**, n. 15, p. 56-62, 2005.

PINHEIRO, P. C. C.; FIGUEIREDO, F. J.; SÈYE, O. Influência da temperatura e da taxa de aquecimento da carbonização nas propriedades do carvão vegetal de *Eucalyptus*. **Biomassa & Energia**, Viçosa, MG, v. 2, n. 2, p. 159-168, 2005.

SILVEIRA, M. S. **Aproveitamento das cascas de coco verde para produção de briquete em salvador – BA**. 2008. 164 f. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo) - Universidade Federal da Bahia, Salvador.

### Comunicado Técnico, 323

**Embrapa Florestas**  
Endereço: Estrada da Ribeira Km 111, CP 319 Colombo, PR, CEP 83411-000  
Fone / Fax: (0\*\*) 41 3675-5600  
E-mail: cnpf.sac@embrapa.br



1ª edição  
Versão eletrônica (2013)

Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



### Comitê de Publicações

**Presidente:** *Patrícia Póvoa de Mattos*  
**Secretária-Executiva:** *Elisabete Marques Oaida*  
**Membros:** *Alvaro Figueredo dos Santos, Claudia Maria Branco de Freitas Maia, Elenice Fritzsos, Guilherme Schnell e Schuhli, Jorge Ribaski, Luis Claudio Maranhão Froufe, Maria Izabel Radomski, Susete do Rocio Chiarello Pentead*

### Expediente

**Supervisão editorial:** *Patrícia Póvoa de Mattos*  
**Revisão de texto:** *Patrícia Póvoa de Mattos*  
**Normalização bibliográfica:** *Francisca Rasche*  
**Editoração eletrônica:** *Rafaele Crisostomo Pereira*