

RELAÇÃO ENTRE TEMPERATURA DE PIRÓLISE E A POROSIDADE DO MESOCARPO DE FRUTOS DA CASTANHEIRA-DO-BRASIL

PAULO M.V. PAIVA^{1,2}, IVAN BERGIER³, ETELVINO H. NOVOTNY⁴, CLAUDIA M. B. de F. MAIA⁵

¹Eng. Agrônomo, Pesquisador, Embrapa Amapá, Macapá, AP, paulo.paiva@embrapa.br; ²PhD. Student, Dept. of Soil Quality, Wageningen University, paulo.verasdepaiva@wur.nl; ³Biólogo, Pesquisador, Embrapa Pantanal, Corumbá, MS, ivan.bergier@embrapa.br; ⁴Eng. Agrônomo, Pesquisador, Embrapa Solos, RJ, RJ, etelvino.novotny@embrapa.br; ⁵Eng. Agrônoma, Pesquisadora, Embrapa Florestas, Colombo, PR, claudia.maia@embrapa.br

RESUMO: A casca dos frutos de castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*) é um resíduo abundante, mas praticamente sem aproveitamento nas regiões extrativistas da Amazônia. Sendo assim, trata-se de uma matéria-prima com potencial para a produção de carvão para uso agrônômico. Neste trabalho, avalia-se por meio de imagens de microscopia eletrônica de varredura o desenvolvimento da porosidade em carvões obtidos a partir das cascas dos frutos de castanha-do-Brasil pirolisadas a 350, 450 e 550°C. Devido às particularidades morfológicas deste tecido vegetal, a porosidade do carvão aumenta com a temperatura, independente da fração granulométrica analisada.

PALAVRAS-CHAVE: resíduos, biocarvão, MEV.

INTRODUÇÃO: Por sua alta porosidade, os carvões têm potencial de melhorar os atributos físicos (DOWNIE *et al.*, 2009) e biológicos dos solos (LEHMANN *et al.*, 2011), além de propiciar uma grande superfície específica para reações químicas (LIANG *et al.*, 2006). A incorporação de carvão no solo, ou biocarvão, tem sido indicada particularmente para solos com baixos teores de matéria orgânica, baixa capacidade de troca de cátions e baixa capacidade de retenção de água, típicos da maior parte da região Amazônica (GLASER *et al.*, 2002). A casca dos frutos de castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*) é matéria-prima potencial para a produção de carvão para uso agrônômico. Esse resíduo é abundante nas vastas regiões extrativistas, e praticamente sem aproveitamento econômico. A casca do fruto da castanha, ou ouriço, é um material lenhoso e resistente, composto por dois tecidos distintos, o epicarpo e o mesocarpo. A parte externa, o epicarpo, é uma camada mais fina e esponjosa, que se decompõe em

poucos meses no chão da floresta. Já a parte interna, o mesocarpo, é um tecido lenhoso e espesso, capaz de resistir por vários anos à degradação biológica, mesmo quando exposto à intemperes sobre o solo da floresta. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes temperaturas de pirólise sobre a porosidade final do carvão obtido do mesocarpo do fruto da castanha-do-Brasil, sobre sua micromorfologia e seu potencial para incremento da produtividade de solos agrícolas.

MATERIAL E MÉTODOS: Cascas de 10 frutos da castanha-do-Brasil foram obtidas diretamente em uma região extrativista, localizada no sul do Estado do Amapá, Amazônia Oriental (52°13'25" O; 0°34'40" S), durante a safra de 2012. Desses frutos, separou-se o epicarpo (não utilizado neste estudo) e o mesocarpo para secagem em estufa e posterior trituração em moinho de martelos. O mesocarpo triturado foi peneirado para separar as frações de tamanho entre 2,0 e 0,5 mm e menor que 0,5 mm. Amostras de cerca de 40 g das duas frações foram secas em estufa a 110°C por 24 h. A pirólise foi conduzida em forno mufla adaptado, em atmosfera controlada de oxigênio, com taxa de aquecimento de 10°C/min e temperaturas finais de 350, 450 ou 550°C por 1 h. Os aspectos morfológicos e a porosidade dos materiais foram avaliados por meio de imagens de microscopia eletrônica de varredura (MEV). As imagens foram obtidas com um MEV FEI Quanta 250, fonte de tungstênio, em alto vácuo, com detectores ETD e LFD, no formato TIFF 24-bits em tons de cinza, com magnificações entre 50 e 24.000 vezes. Foram analisados tanto o material *in natura* quanto o material pirolisado, para as duas frações granulométricas. Após seleção de quatro imagens do mesocarpo *in natura* e pirolisados (fração <0,5 e 0,5-2,0 mm), procedeu-se a interpretação visual e fizeram-se medidas li-

neares das estruturas observadas (eixo longitudinal das placas e maior dimensão axial dos poros interplacas). Foram tomadas cinco medidas de placas e poros para cada imagem, no próprio MEV. Com base nessas medidas, foram testadas as seguintes hipóteses: há diferenças nas medidas i) entre as duas frações e ii) entre as diferentes temperaturas de pirólise e o material *in natura*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: O mesocarpo dos frutos de castanheira-do-Brasil é formado por aglomerados de placas ou grânulos de tamanho e forma característica. A forma ovalada dessas placas faz com que a área de contato entre elas apresente uma grande quantidade de espaços vazios, formando um tecido poroso (Figura 1).

No material *in natura*, as placas estão muito próximas umas das outras. Com a retração das placas no processo de conversão termoquímica, há uma diminuição significativa no seu comprimento longitudinal (Kruskal-Wallis: 22,693; $p < 0,001$), e um aumento significativo no maior comprimento axial dos poros formados entre elas (Kruskal-Wallis: 16,451; $p = 0,001$). Ambas as frações analisadas (<0,5 e 0,5-2,0 mm) apresentaram comportamento similar em função da temperatura final de pirólise, tanto na redução do comprimento das placas (Mann-Whitney: $U = 0,637$; $p = 0,425$) quanto no aumento dos poros interplacas (Mann-Whitney: $U = 0,005$; $p = 0,946$) (Figura 2).

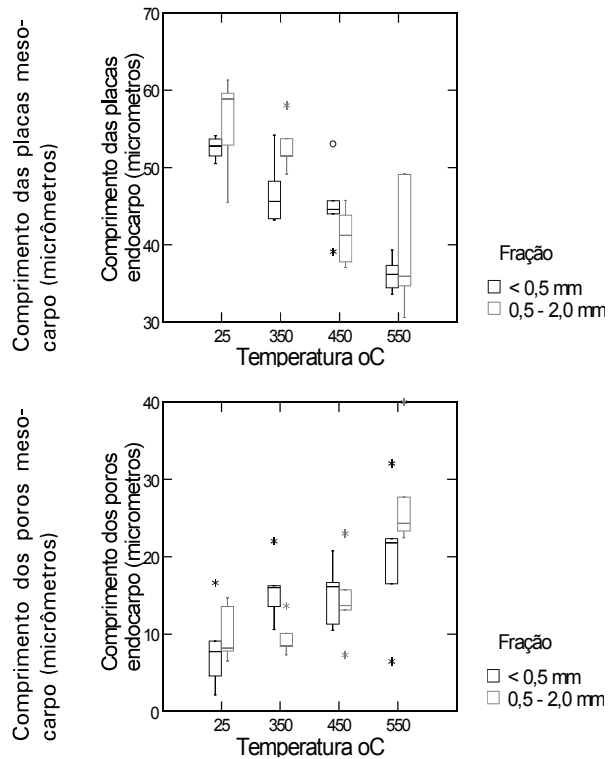


Figura 2. Redução no comprimento das placas e aumento do diâmetro dos mesoporos com o aumento da temperatura de pirólise para duas frações de partículas do mesocarpo de frutos de castanheira.

Outra observação que merece destaque é que o mesocarpo *in natura* é um tecido vegetal cravejado de microporos com dimensões lineares de aproximadamente $1 \mu\text{m}$ de diâmetro. No material *in natura* os microporos apresentam bordas com contornos bem definidos, e estão invariavelmente abertos (Figura 3, imagens superiores). Já nas imagens do material pirolizado a 350°C , os mi-

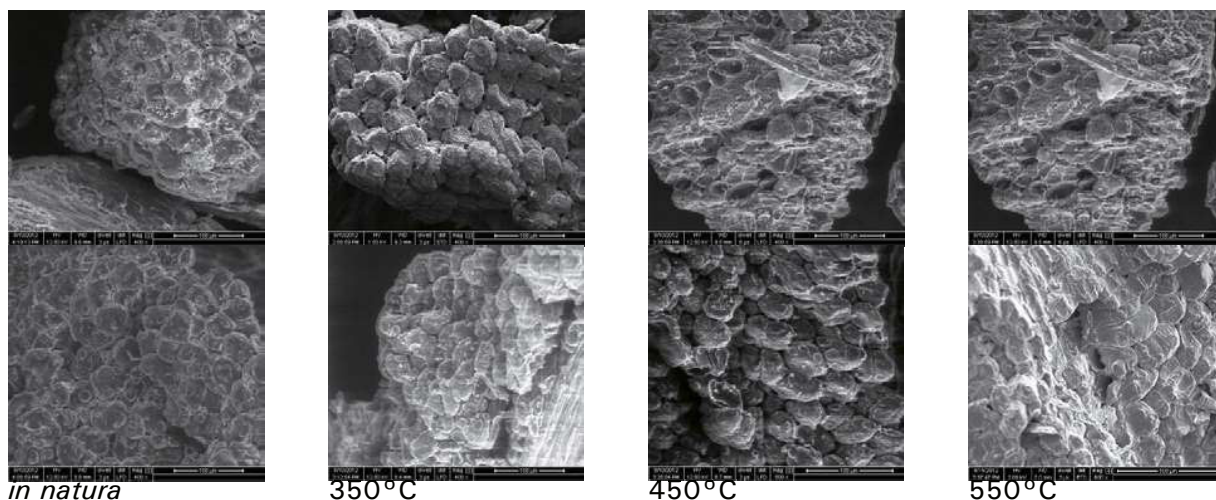


Figura 1. MEV mostrando o efeito da temperatura de carbonização na redução do tamanho das placas e aumento do diâmetro dos mesoporos do mesocarpo do fruto da castanheira.

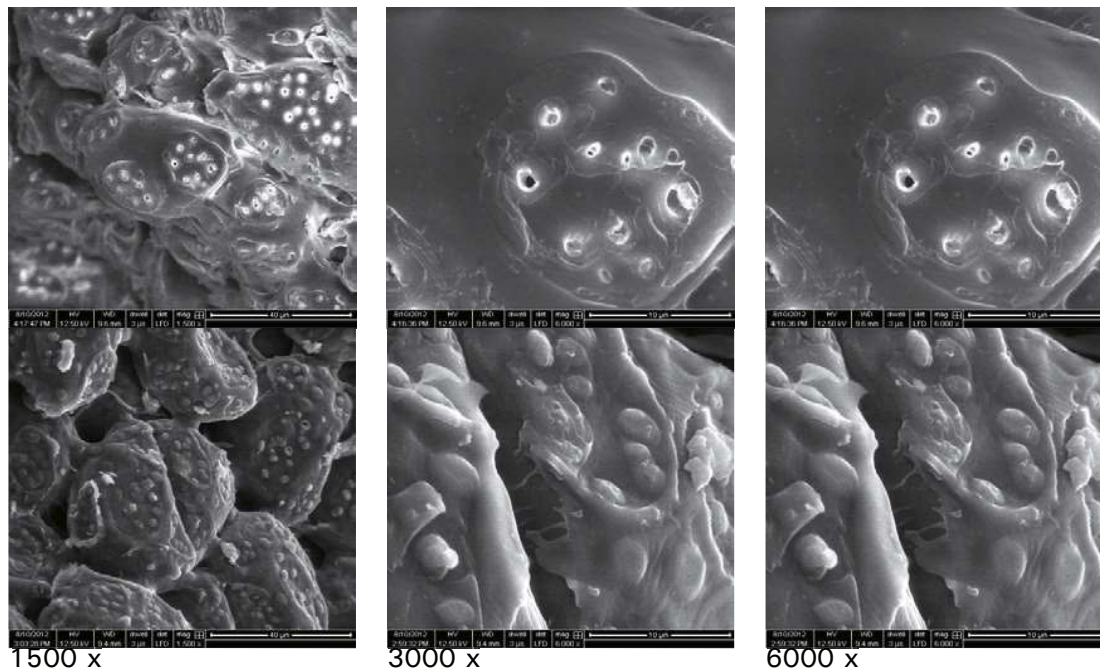


Figura 3. Imagens do mesocarpo do fruto da castanheira *in natura* (acima) e do respectivo carvão produzido à 350°C (abaixo).

croporos aparecem parcial ou totalmente obstruídos (Figura 3, imagens inferiores). O fechamento dos microporos pode ser consequência da fusão das estruturas, ou da obstrução desses espaços por voláteis condensáveis emanados da própria biomassa durante a conversão termoquímica.

CONCLUSÕES: Devido às particularidades do tecido vegetal que forma o mesocarpo do fruto da castanheira-do-Brasil, a porosidade de seu carvão tende a aumentar com a temperatura de pirólise, seguindo a tendência geral observada para outros materiais (KOOKANA *et al.*, 2011). Por outro lado, a decomposição termoquímica parece favorecer a obstrução de grande parte dos microporos que cobrem as superfícies do material *in natura*, quando pirolisado a 350°C. A proporção entre microporos abertos e obstruídos com o aumento da temperatura de pirólise deverá ser mais bem detalhada em estudos futuros. Considerando-se apenas o ganho agrônomo potencial em função do aumento da porosidade interplacas, recomenda-se a pirólise em temperaturas mais elevadas que 350°C.

AGRADECIMENTOS: À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária e ao Programa Terra Preta da Universidade de Wageningen.

REFERÊNCIAS

- DOWNIE, A. E.; CROSKY, A.; MUNROE, P. Physical properties of biochar. In: LEHMANN, JOHANNES; JOSEPH, S. (Eds.). **Biochar for environmental management: science and technology**. 1. ed. London: Earthscan, 2009. p. 13-32.
- GLASER, B.; LEHMANN, JOHANNES; ZECH, W. Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal - a review. **Biology and Fertility of Soils**, v. 35, n. 4, p. 219-230, jun 2002.
- KOOKANA, R. S.; SARMAH, A. K.; ZWIETEN, L. VAN; KRULL, E. Biochar Application to Soil : Agronomic and Environmental Benefits and Unintended Consequences. **Advances in Agronomy**. 1. ed. [S.I.]: Elsevier Inc., 2011. v. 112p. 103-143.
- LEHMANN, JOHANNES; RILLIG, M. C.; THIES, JANICE; *et al.* Biochar effects on soil biota – A review. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 43, n. 9, p. 1812-1836, maio 2011.
- LIANG, B.; LEHMANN, J.; SOLOMON, D. *et al.* Black Carbon Increases Cation Exchange Capacity in Soils. **Soil Science Society of America Journal**, v. 70, n. 5, p. 1719, 2006.