



O Potencial do Biocarvão (Carbono Pirogênico) no Sequestro de Carbono; na Ciclagem de Nutrientes; no Crescimento das Plantas e no Estímulo de Processos Microbiológicos

Etelvino Henrique Novotny⁽¹⁾; Beata Eموke Madari⁽²⁾; Claudia Maria Branco de Freitas Maia⁽³⁾; Antonio Salvio Mangrich⁽⁴⁾

⁽¹⁾Pesquisador; Embrapa Solos; Rua Jardim Botânico, 1024, CEP 22460-000, Rio de Janeiro-RJ; etelvino@cnps.embrapa.br;
⁽²⁾Pesquisadora; Embrapa Arroz e Feijão; ⁽³⁾Pesquisadora; Embrapa Florestas; ⁽⁴⁾Professor; Departamento de Química, UFPR.

RESUMO Neste trabalho faz-se a divulgação do potencial de carvões e resíduos orgânicos parcialmente carbonizados visando obter materiais que mimetizam a matéria orgânica do solo das *Terras Pretas de Índios* da Amazônia, e que sirvam como condicionadores de solo e sequestram carbono de forma recalcitrante e útil, contribuindo para a melhoria da fertilidade do solo. Pesquisas desenvolvidas por grupos brasileiros e estrangeiros têm contribuído para o entendimento do surgimento e utilização das *Terras Pretas de Índios* da Amazônia assim como importantes mudanças conceituais, antropológicas e arqueológicas, a respeito de nossa compreensão sobre as populações amazônicas pré-Colombianas. Aqui são divulgados resultados de estudos químicos e agrônômicos no sentido do desenvolvimento do conhecimento científico e tecnológico no aproveitamento de subprodutos orgânicos, principalmente de indústrias de biocombustíveis, carvão vegetal metalúrgico e outros, buscando imitar a excelente performance das *Terras Pretas de Índios*.

Palavras-chave: *Terras Pretas de Índios*; Matéria Orgânica do Solo; Condicionadores do Solo.

RESUMO EXPANDIDO As *Terras Pretas de Índios* (Figura 1), encontradas na Amazônia, são solos antropogênicos arqueológicos extremamente férteis. Esses solos foram enriquecidos em carbono pirogênico durante séculos pelas comunidades pré-colombianas.



Figura 1 – Perfil de uma Terra Preta de Índio.

O estudo da matéria orgânica do solo (MOS) das *Terras Pretas de Índios* possibilitou a definição de um eficiente modelo, a saber: estruturas aromáticas condensadas e funcionalizadas com grupos carboxílicos (Figura 2), para a melhoria das condições físico-químicas do solo e sequestro de carbono. Conhecendo-se a estrutura e propriedades do modelo, pode-se buscar materiais e técnicas que visem reproduzir esse modelo numa forma expedita (Novotny et al., 2009).

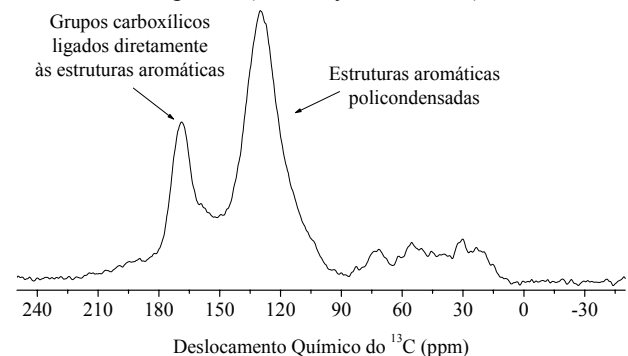


Figura 2 – Espectro de Ressonância Magnética Nuclear de ¹³C da fração húmica (ácidos húmicos extraídos a pH 7) característica das *Terras Pretas de Índios*.

Materiais carbonizados apresentam grupos aromáticos condensados (Figura 3a) que garantem sua recalcitrância no solo (estimativas da sua meia-vida variam de séculos a milênios), sendo assim um eficiente material para o sequestro de carbono, ainda mais ao se considerar que o solo é o maior reservatório superficial de carbono, excedendo toda a biomassa por um fator de 3 ou 4. Entretanto esses materiais não apresentam os grupos funcionais carboxílicos, que são importantes para sua reatividade e contribuição para a capacidade do solo em reter nutrientes, como ocorre na MOS das *Terras Pretas de Índios*. Porém estudos preliminares indicam que é possível a funcionalização desses materiais (Figura 3b) por via química (oxidação), biológica (compostagem) ou enzimática.

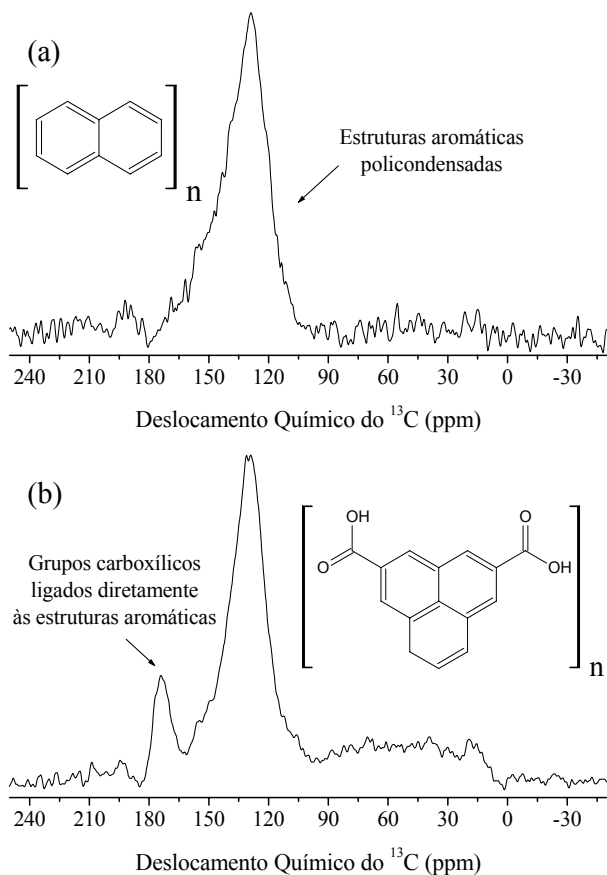
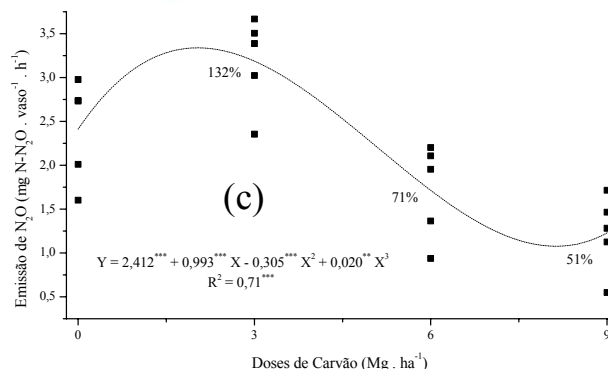
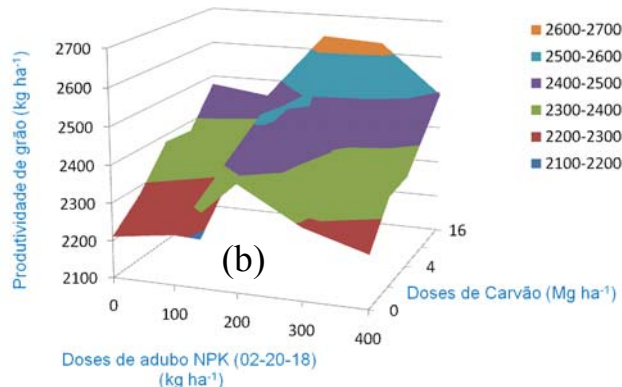
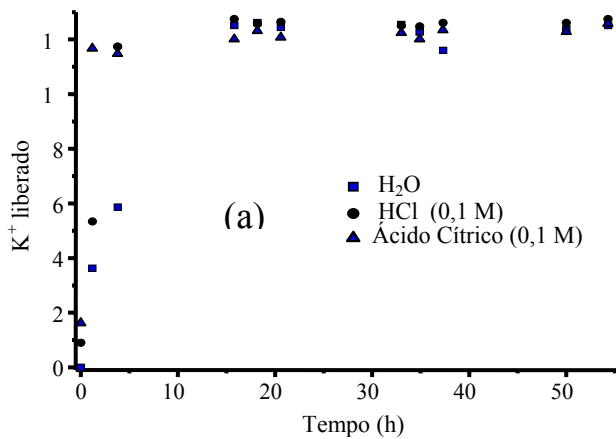


Figura 3 – Espectros de Ressonância Magnética Nuclear de ^{13}C de carvão vegetal (a) e carvão vegetal funcionalizado quimicamente (b). As estruturas hipotéticas de cada material são dadas na figura (Linhares et al., 2012).

A aplicação desses materiais carbonizados aos solos agrícolas pode ser um importante mecanismo de sequestro de carbono e descarte de resíduos. Além disso, a aplicação de materiais carbonizados ao solo ou a utilização como matéria-prima para a produção de fertilizantes granulados minerais, orgânicos ou organominerais, de liberação controlada ou lenta de nutrientes (Figura 4a), pode propiciar outros benefícios, tais como: alterações nas comunidades microbianas do solo, com aumento da biodiversidade; aumento da produtividade agrícola (Figura 4b); supressão das emissões de metano e óxidos nitrosos (Figura 4c); redução da necessidade de fertilizantes e; redução das lixiviações de nutrientes e, principalmente, o aumento da eficiência agrônômica dos fertilizantes.

Assim sendo, além dos benefícios econômicos diretos, os benefícios ambientais também devem ser levados em consideração, especialmente no que concerne às mudanças climáticas globais (sequestro de carbono e redução das emissões de outros gases do efeito estufa) e maior eficiência energética da agricultura, devido ao aumento da produtividade, menor uso de fertilizantes e menores perdas de nutrientes.



** Significativo a 1%; *** Significativo a 0,1%. As percentagens se referem às emissões relativas ao tratamento controle (sem adição de carvão).

Figura 4 – (a) Taxa de liberação de K^+ de um fertilizante de liberação lenta produzido a partir de torta de mamona carbonizada; (b) Efeito residual (3º ano) do carvão na produtividade de soja; (c) Emissão de N_2O em solo tratado com diferentes doses de carvão (Alho et al., 2009).

REFERÊNCIAS

- LINHARES, C.R.; LEMKE, J.; AUCCAISE, R.; DUÓ, D.A.; ZIOLLI, R.L.; KWAPINSKI, W.; NOVOTNY, E.H. Reproducing the organic matter model of anthropogenic dark earth of Amazonia and testing the ecotoxicity of functionalized charcoal compounds. *Pesq. Agropec. Bras.*, 47:693-698, 2012.
- ALHO, C.F.B.V.; CARDOSO, A.S.; ALVES, B.J.R.; NOVOTNY, E.H. Biochar and soil nitrous oxide emissions. *Pesq. Agropec. Bras.*, 47: 722-725, 2012.
- NOVOTNY, E.H.; HAYES, M.H.B.; MADARI, B.E.; BONAGAMBA, T.J.; DEAZEVEDO, E.R.; DESOUZA, A.A.; SONG, G.; NOGUEIRA, C.M.; MANGRICH, A.S. Lessons from the Terra Preta de Índios of the Amazon Region for the Utilisation of Charcoal for Soil Amendment. *J. Braz. Chem. Soc.*, 20:1003-1010, 2009.