III Reunião Nordestina de Ciência do Solo
Integração e uso do conhecimento para uma agricultura sustentável no Nordeste
12 a 15 de setembro de 2016 - Aracaju/SE

# Produção e Caracterização de Biocarvão de Diferentes Resíduos Orgânicos[1]

**Raquel Santos de Andrade[2]; José Ilmar Tínel de Carvalho Júnior [3] ; Maria Isidoria Silva [4]; Idamar da Silva Lima[5]; Amanda Nascimento[6]**

[1]Trabalho executado com recursos do CNPq
[2]Estudante do curso de Engenharia Agronômica da Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, Sergipe, rqlandradesantos@hotmail.com; [3]Mestrando do programa de pos graduação em Recursos Hidricos da Universidade Federal de Sergipe; [4]Professsora do departamento de Engenharia Agronômica da Universidade Federal de Sergipe; [5]Engenheiro Agrônomo da Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, Sergipe; [6]Estudante do curso de Engenharia Agronômica da Universidade Federal de Sergipe.

**RESUMO:** O aproveitamento de resíduos orgânicos para a produção de biocarvão e posterior utilização no solo, como condicionador e sumidouro de carbono, tem sido investigado em muitos países e apontado como uma estratégia eficiente na busca da sustentabilidade ambiental. No presente estudo, três tipos de resíduos foram utilizados na produção de biocarvão (casca de coco seco, bagaço de laranja e lodo de esgoto) em forno artesanal do tipo Top Lid Updraft (TLUD) com o objetivo de avaliar o potencial de uso do forno artesanal e as características dos biocarvões produzido. Os biocarvões foram analisados para pH, condutividade elétrica, eficiência de produção, teores de cinzas, carbono fixo e matéria volátil. Também foram avaliados as concentrações elementares de C, N, H e O. Os valores de eficiência de produção do biocarvão (34-55%) mostram que a unidade pirolítica utilizada é viável, porém o lodo de esgoto apresentou melhor rendimento. Os dois resíduos agrícolas resultaram em biocarvão com elevado pH, podendo ser útil também como auxiliar na correção da acidez do solo, mas o biocarvão de lodo de esgoto apresentou pH abaixo de 8,0.

**Termos de indexação:** Black carbon, pirólise, matéria orgânica.

## INTRODUÇÃO

O biocarvão é um produto rico em carbono que pode ser produzido a partir da pirólise, processo de decomposição térmica que a biomassa sofre em ambiente sob baixa atmosfera de oxigênio, gerando um resíduo cuja finalidade é o uso como condicionador e fixador de carbono no solo (Lehmann et al., 2003). O uso do biocarvão nos solos tropicais apresenta-se como uma ferramenta de grande importância na gestão ambiental, pois a partir de resíduos de biomassa é gerado um produto de elevada recalcitrância, característica que lhe permite prolongar o tempo de residência de C, melhorar a qualidade do solo e aumentar a produtividade agrícola (Lehmannn et al., 2010).

O processo de produção do biocarvão pode possibilitar o aproveitamento de 100% do carbono inicialmente presente na biomassa, o que o caracteriza como “carbono negativo”, uma das tecnologias mais inovadoras na questão da redução das emissões de C. Isso devido à produção de três subprodutos: bio-óleo, biogás e biocarvão, todos com potencial de utilização para diferentes fins.

A transformação de resíduos orgânicos em biocarvão para uso como condicionador de solo é uma estratégia promissora, pois além dos benefícios já citados, também contribui para o manejo sustentável de resíduos. Por exemplo, a agroindústria brasileira ocupa uma área de 283,205 ha com a cultura do coco e 930,591 ha com a cultura de citros, produzindo mais de 100 milhões de toneladas de resíduos (cascas de coco e de laranja) anualmente (Leitao et al., 2010).

Estima-se que a produção de lodo de esgoto no Brasil está entre 150 a 220 mil toneladas de matéria seca por ano, considerando que apenas 40% dos esgotos são devidamente tratados, o que torna esse resíduo um potencial candidato para produção de biocarvão, pois além de contribuir para o descarte, também resulta em um material com menor carga patogênica e menor risco ambiental para uso no solo.

Os diferentes tipos de resíduos normalmente dão origem a biocarvões com características bem peculiares, podendo ser usados para vários fins, como por exemplo, insumo e condicionador de solo, filtro para adsorção de impurezas e contaminantes na água etc. Para tanto, cada tipo de biocarvão deve ser caracterizado e avaliado.

Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar a eficiência de um forno artesanal para produzir biocarvão a baixo custo e caracterizar os biocarvões produzidos.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os biocarvões foram produzidos a partir de casca de coco seco (coletado em uma propriedade rural no município de Japoatã, SE), bagaço de laranja (coletado nas lanchonetes do

Campus da UFS em São Cristóvão), e lodo de esgoto (coletado em leitos de secagem da estação de tratamento de esgoto da DESO, no bairro Orlando Dantas, em Aracaju. Todos os materiais foram secos ao ar para redução do teor de umidade antes da carbonização, a qual foi realizada em um reator artesanal do tipo TLUD (top lid updraft), com temperatura variando de 450-600$^{o}$C, e tempo de residência em torno de 40 minutos (resíduos de coco e laranja) e 3 horas (lodo de esgoto).

A eficiência de produção dos diferentes tipos de biomassa foi determinada pesando-se a quantidade de biomassa a ser utilizada antes da pirólise e depois. A umidade da biomassa foi determinada pesando-se uma amostra do resíduo e levando-se à estufa à 105$^{o}$C até peso constante.

Eficiência de produção (% m/m) = massa do biocarvão/massa da matéria prima x 100

O pH foi determinado em suspensão 1:5 (biocarvão/água destilada), agitação por 1,5 hora e repouso por 1 hora antes da leitura em potenciômetro. A condutividade elétrica foi medida no mesmo extrato (Gaskin et al., 2008). A análise elementar (C, N, H e O) foi realizada em um LECO CHN628 e os resultados tratados em CHN628 versão do software 1.30 seguindo a metodologia descrita em Mukherjee et al. (2014).

A análise proximal (Cinza, Material Volátil e Carbono Fixo) foi realizada nos laboratórios de química, do Departamento de Química e no laboratório de solos, do Departamento de Engenharia Agronômica da UFS. A análise proximal (Material volátil, Cinza e Carbono fixo) foi realizada em forno mufla, utilizado para realizar calcinação de substâncias. Em todos os ensaios foram realizadas três repetições dos biocarvões de coco e laranja e passados em peneira de 2mm. Para determinação da matéria volátil foi pesado 0,5 g de biocarvão em cadinhos de porcelana e levado ao forno mufla por 6 minutos a uma temperatura de 900$^{o}$C. Tirado do mufla, colocou-se em dissecador pra esfriar e pesar (Zimmerman et al.,2011). Para teor de Cinza, pesou-se 0,5 g de biocarvão que foi levado ao forno mufla por 8 horas, a uma temperatura de 500$^{o}$C. O Carbono Fixo foi determinado pela diferença de CF =100 - (cinza + matéria volátil + umidade).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O uso do forno artesanal de baixo custo mostrou eficiência semelhante a outros tipos de fornos mais sofisticados usados para a produção de biocarvão, produzindo material bem carbonizado e de boa qualidade **(Figura 1)**. A eficiência de produção foi de 55%, 45% e 34% para os biocarvões de lodo de esgoto, casca de coco seco e bagaço de laranja, respectivamente. A maior eficiência na produção de biocarvão de lodo de esgoto parece estar associada a sua maior densidade e tamanho de partícula.

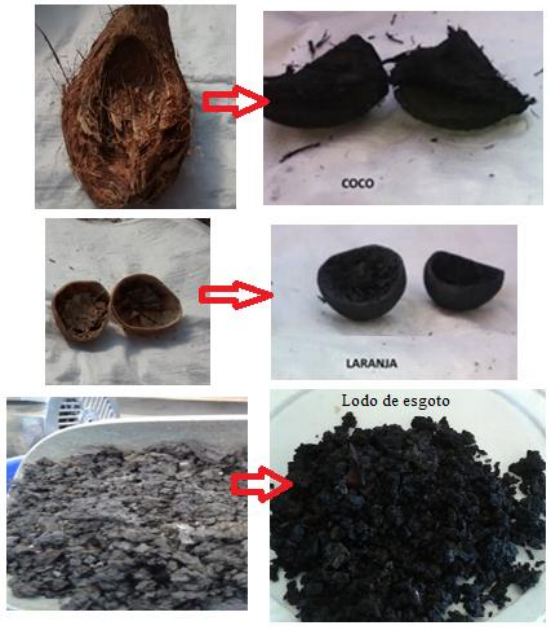



**Figura 1.** Matérias primas (casca de coco seco, bagaço de laranja e lodo de esgoto) (à esquerda) usadas para a produção de biocarvão (à direita).

A análise proximal confirmou as peculiaridades de cada biocarvão, mostrando que o tipo de matéria prima desempenha papel fundamental no produto final **(Figura 2)**. De forma geral, observa-se que os biocarvões de biomassa lignocelulosica (casca de coco e bagaço de laranja) apresentam elevada proporção de carbono fixo, enquanto que o lodo de esgoto produziu um biocarvão pobre em carbono fixo, porém com grande quantidade de matéria volátil e cinzas. A elevada quantidade de C fixo e desejável em biocarvões destinados ao uso como condicionadores de solo. Já a elevada proporção de cinzas viabiliza o uso do biocarvão como insumo (Sohi et al., 2010).

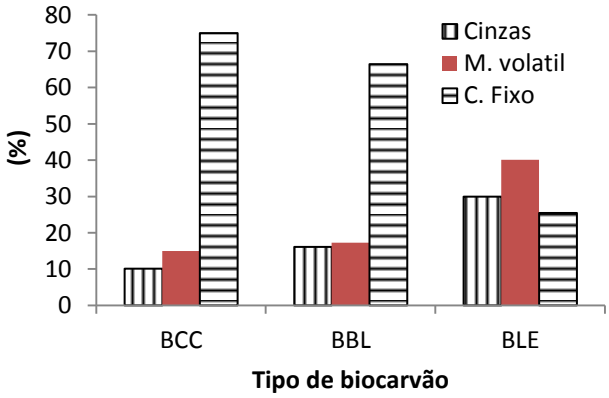



**Figura 2**. Análise proximal dos biocarvões de casca de coco (BCC), bagaço de laranja (BBL) e lodo de esgoto (BLE).

A composição elementar e o pH dos biocarvões estão apresentados na **Tabela 1**.

As quantidades de C, H, S e O foram próximas nos dois biocarvões de biomassa lignocelulosica. Porém, o bagaço de laranja apresentou 6 vezes mais N do que o biocarvão de coco, apresentando também, em função disso, redução proporcional na relação C/N, fato que pode ser positivo quando esse material é adicionado ao solo, já que o N é um dos seis elementos mais requeridos pelas plantas durante o seu ciclo de crescimento. A depender do grau de disponibilidade, a grande percentagem de N no biocarvão de laranja pode também representar uma ameaça através da poluição difusa.

Alguns trabalhos citam a produção e caracterização de biocarvão de casca de coco, como por exemplo, o de Hariz et al. (2015), realizado na Malásia, onde os autores encontraram menores teores de C (42%) e semelhantes concentrações de N (0,38%).

O biocarvão de lodo de esgoto apresentou baixa concentração de carbono total e elevada concentração de N, o que resulta numa relação C/N baixa. Porém, considerando que tanto o C quanto o N presentes no biocarvão estão entrelaçados em compostos aromáticos e de difícil decomposição, não se pode estimar a degradabilidade desses materiais com base na relação C/N. O pH desse material também foi mais baixo, como na maioria dos biocarvões de lodo (Hossain et al., 2009), diferente do pH dos outros dois biocarvões. O aumento do pH após a pirlise e observada na maioria dos biocarvões, incluindo a casca de coco e o bagaço de laranja, o que elege muitos deles como auxiliares da correção da acidez dos solos.

**Tabela 1.** Composição elementar e pH dos biocarvões de casca de coco (BCC), bagaço de laranja (BBL) e lodo de esgoto (BLE).

| Biocarvão | C | N | H | S | O | pH |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ---------- % ---------- | | | | | |
| BCC | 79,8 | 0,42 | 2,21 | 0,09 | 7,42 | 9,90 |
| BBL | 72,8 | 2,55 | 1,83 | 0,08 | 7,29 | 9,60 |
| BLE | 44,0 | 7,00 | 3,10 | 1,14 | 10,0 | 7,50 |

## CONCLUSÕES

A produção dos biocarvões no Reator artesanal TLUD mostrou-se viável, pois apresentou bons rendimentos em massa, sendo uma excelente alternativa para os produtores rurais devido ao baixo custo de fabricação. As características dos biocarvões de casca de coco e bagaço de laranja estao de acordo com o tipo de biomassa lignocelulosica, e diferentes do biocarvão de lodo de esgoto, onde o teor de cinzas e matéria volátil foi bem superior.

O elevado pH dos biocarvões de biomassa torna esses materiais passíveis de serem usados como auxiliares na correção da acidez dos solos intemperizados das regiões tropicais.

## AGRADECIMENTOS

O presente estudo foi desenvolvido com recursos do CNPq.

## REFERÊNCIAS

GASKIN, J., STEINER, C., HARRIS, K., DAS, K., BIBENS, B.. Effect of low-temperature pyrolysis conditions on biochar for agricultural use. Trans. ASABE. 51, 2061–2069, 2008.

HARIZ, A.R.M., WAN AZLINA, W.A.K.G., MOHD FAZLY, M., NORZIANA, Z.Z., MOHD RIDZUAN, M.D., TOSIAH, S., NURUL, AIN A.B. Local practices for production of rice husk biochar and coconut shell biochar: Production methods, product characteristics, nutrient and field water holding capacity. Journal of Tropical Agriculture and Food Science. 43, 91-101, 2015.

HOSSAIN, M. K. STREZOV, V. NELSON, P. F. Thermal characterisation of the products of wastewater sludge pyrolysis. 85., Journal of Analytical and Applied Pyrolysis,. 442-446, 2009.

LEHMANN, J. et al. (Eds.). Amazonian dark earths: origin, properties, management.The Netherlands: Kluwer Academic. p. 3-14, 2003.

LEHMANN, J.; JOSEPH, S.; STREET-PERROTT, F.A.; AMONETTE, J.E.; WOOLF,D., Sustainable biochar to mitigate global climate change. Nature Camunications. 2010.

LEITÃO, V.F., GOTTSCHALK, L.M.F., FERRARA, M.A., NEPOMUCENO, A.L., MOLINARI, H.B.C., BON, F.P.S. Biomass residues in Brazil: Availability and potential uses. Waste Biomass Valorization. 1, 65-76, 2010.

MUKHERJEE, A., ZIMMERMAN, A. R., HAMDAN, R., AND COOPER, W. T.: Physicochemical changes in pyrogenic organic matter (biochar) after 15 months of field aging, Solid Earth, 5, 693–704, doi:10.5194/se-5-693-2014, 2014.

SOHI, S. P. KRULL, E. LOPEZ-CAPEL, E. BOL, R. A review of biochar and its use and function in soil. 105., Advances in Agronomy., 47–82, 2010.

ZIMMERMAN, A.R., GAO, B., AHN, M.Y. Positive and negative carbon mineralization priming effects among

a variety of biochar-amended soils. Soil Biol. Biochem. 43,1169–1179, 2011.