

Viabilidade do dejetos de porco para produção de biocarvão e uso no solo ⁽¹⁾.

Jose Alexander Rodriguez⁽²⁾; Teógenes Senna de Oliveira⁽³⁾; Renan Vasconcelos Oliveira Alves⁽⁴⁾ Lays Chaves de Carvalho⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da CAPES.

⁽²⁾ Estudante Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas; Universidade Federal de Viçosa; Viçosa, Minas Gerais; jose.alexander_rodriguez@yahoo.com

⁽³⁾ Professor do Departamento de Solos; Universidade Federal de Viçosa

⁽⁴⁾ Estudante Agronomia; Universidade Federal de Viçosa.

RESUMO: A geração de resíduos agrícolas e industriais se constitui como um potencial agente de danos ao meio ambiente, exigindo novas e rápidas alternativas ambientalmente sustentáveis. Objetiva-se avaliar a viabilidade técnica de dejetos de porco, considerando a quantidade gerada e as dificuldades de disposição final, avaliar sua viabilidade na geração de biocarvão e aprofundar os conhecimentos acerca das características físico-químicas do biocarvão produzido. O dejetos de porco foi submetido a um processo de pirólise a cinco temperaturas (300, 400, 500, 600 e 700°C), obtendo-se então cinco tipos de biocarvão. Foram avaliadas as seguintes propriedades: densidade, umidade, cinzas e voláteis, e carbono fixo. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e análise de regressão utilizando o software Statistica 8.0. Das propriedades avaliadas nos carvões produzidos constatou-se que a temperatura influencia significativamente em todas as propriedades. O biocarvão obtido da temperatura 700°C apresenta o melhor potencial para ser utilizado no solo como amenizante.

Termos de indexação: Pirólise, resíduos, carbono fixo, condicionante do solo.

INTRODUÇÃO

A geração de resíduos agrícolas e industriais pode ser um grande problema devido aos seus potenciais danos ambientais, se não forem devidamente tratados. Esse problema agrava-se com o crescimento da população e com a inadequada disposição dos resíduos, que resulta em insustentabilidade ambiental e em aumento do risco de contaminação dos solos.

A utilização de resíduos como matéria prima em novos processos agrícolas ou industriais é uma alternativa sustentável na gestão de resíduos, sendo de grande importância socioambiental e econômica.

O uso dos resíduos como matéria prima para novos processos agrícolas apresenta vantagens no aproveitamento para a produção agrícola como adubo, o que reduz a quantidade de lixões e o volume nos aterros sanitários e conseqüentemente a eliminação de pragas e cheiros, influenciando na

melhoria da paisagem e na redução da contaminação do ar, água e solo (Kopetz, 2009; Lozano, 2009).

A conversão de resíduos agrícolas e industriais para a produção de carvão pelo processo de pirólise tem se apresentado como uma das opções de aproveitamento de resíduos agrícolas ou industriais não contaminados (Tsai et al., 2012). A pirólise constitui-se como um processo de decomposição térmica, entre os 350 °C e 800 °C, na ausência total ou parcial de oxigênio, convertendo a matéria-prima dos resíduos agrícolas ou industriais em três produtos: carvão (sólido), bio-óleo (combustível líquido) e gás combustível, contendo CO, CO₂, H₂, CH₄ e outros hidrocarbonetos (Lehmann e Joseph, 2009).

As propriedades físicas e químicas do carvão são influenciadas pela natureza e estado físico do material utilizado, pela temperatura da queima, conteúdo de oxigênio e tempo de retenção (Spokas, 2010), o que viabiliza e encaminha seu uso. As condições de queima principalmente, influenciam a recalcitrância química dos compostos aromáticos, tornando-se mais estável quanto maior for a temperatura (Wu et al., 2011), o tempo de retenção e menor presença de ar (Bruun et al., 2012; Novak et al., 2009; Lehmann et al., 2009). O carvão pode atuar como corretivo do solo na melhoria das propriedades e funções físicas, químicas e biológicas para o desempenho ambiental (Lehmann e Joseph, 2009; Woolf et al., 2010).

O objetivo neste trabalho foi avaliar a viabilidade técnica do dejetos de porco na geração de carvão e aprofundar os conhecimentos acerca da conversão desses resíduos pelo processo de pirólise a fim de conhecer as características físico-químicas do carvão produzido, o que leva ao direcionamento da sua utilização no solo de uma forma, mas aproveitável.

MATERIAL E MÉTODOS

Os resíduos de dejetos de porco foram acondicionados em tubos de metal para a produção dos biocarvões. O peso das amostras foi de 900 g, em cinco temperaturas (300, 400, 500, 600 e 700 °C), a uma taxa de aquecimento de 10 °C min⁻¹ até a temperatura final do tratamento, sendo mantida por



uma hora (Shaabana et al., 2014). O equipamento utilizado foi uma mufla Linni Elektro Therm GmbH, modelo KK260 SO 1060, equipada com controlador/indicador térmico CC450 e adaptada com condensadores e coleta dos gases condensáveis (obtenção do bioóleo) (Brazão, 2012).

Após o resfriamento da mufla o material sólido (biocarvão) de cada cilindro foi pesado em balança analítica com precisão de 0,01 g para, assim, conhecer a proporcionalidade real do material antes e após a pirólise, possibilitando o cálculo de rendimento sólido.

A determinação do rendimento dos produtos sólidos da pirólise (biocarvão) foi calculada de acordo com a seguinte equação: Rendimento sólido (Rs):

$R_s (\%) = (M_f / M_i \cdot 100)$, onde M_i é a massa sólida inicial (segundo a proporcionalidade dada ao

A densidade do biocarvão foi determinada a partir das amostras obtidas do processo da pirólise. Essas amostras foram colocadas num cilindro com volume conhecido preenchido até a borda e secas em estufa a 105 °C por 24 horas, pesadas em balança analítica com precisão de 0,01 g, calculando-se da seguinte forma:

$Densidade (g/cm^3) = (m_B / V_C)$, onde a densidade é dada pela divisão da massa do carvão, m_B , em gramas, pelo volume do cilindro em cm^3 (ASTM C-128-01, 2011).

Os biocarvões produzidos foram moídos em moinho de mesa e passado por peneira de 60 Mesh (0,25 mm), coletando-se o mínimo de 100 gramas para as diferentes análises.

A umidade será determinada com a pesagem de 1,0 g de amostra e levado a estufa de ventilação forçada de 105 °C por 12 horas. Posteriormente, serão colocadas num dessecador por uma hora para seu resfriamento. O teor de umidade será determinado pela seguinte equação: Teor de umidade % $T_u = (m_1 - m_2 / m_1) \times 100$, onde o teor de umidade é dado pelo teor percentual de umidade, em % de massa, m_1 é a massa inicial da amostra, em gramas e m_2 é a massa da amostra depois de secas a 105 °C, em gramas (ASTM D1762-84, 2007).

O material volátil (%) e o teor de cinzas foram obtidos com a mesma amostra usada na determinação da umidade que será levada a uma mufla, onde, de forma gradual incrementa-se a temperatura até 950 °C e mantida por seis minutos. Após esse processo, a amostra foi colocada por uma hora em dessecador para seu resfriamento, obtendo-se assim, a porcentagem do material volátil, calculada da seguinte forma: *Material Volátil %* (T_v) = $(m_1 - m_2 / m_1) \times 100$ onde o teor de material volátil é dado pelo teor percentual dos voláteis, em % de massa, m_1 é a massa da amostra seca a 105 °C, e m_2 é a massa das cinzas seco a 950 °C, em gramas (ASTM D1762-84, 2007). A proporção de cinzas foi obtida com o material

que fica após a determinação do material volátil e levado a 750 °C durante seis horas e determinado pela seguinte equação: (T_c) = $(m_1 / m_2) \times 100$, onde o teor de cinzas é dado pela porcentagem de cinzas (em % de massa), m_1 é a massa de cinzas seco a 750 °C e m_2 é a massa da amostra seca a 105 °C (as duas em gramas) (ASTM D1762-84, 2007).

Com os teores dos voláteis (T_v), umidade T_u e cinzas (T_c) foi feito o cálculo dos teores de Carbono fixo, que é a estimação da quantidade dos produtos de combustão intermédios, como sendo a relação entre o rendimento gravimétrico do produto sólido da pirólise e os teores de Carbono fixo, de acordo com a seguinte equação: Teor de C fixo % (T_{cf}) = $100 - (T_u + T_v + T_c)$ (ASTM D3172-13, 2014).

Análise estatística

Com os resultados das diferentes propriedades avaliadas foi feita a análise de variância (ANOVA) e análise de regressão, utilizando o software Statistica 8.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A umidade e a densidade dos biocarvões influenciam a eficiência de transporte, pois uma menor umidade e maior densidade facilitam a embalagem e o transporte, o que se observou no biocarvão obtido das temperaturas de 500 °C e 700 °C, respectivamente (Tabela 1). Foram realizadas as comparações entre todos os tratamentos e apenas as as temperaturas 500 °C e 700 °C não apresentaram diferenças significativas.

O biocarvão obtido na temperatura de 700°C, apresentou maior porcentagem de cinzas e menor teor de voláteis (Figura 1), o que significa maior teor de elementos que são responsáveis pela liberação de cátions como K, Ca, Mg e alguns micronutrientes para as plantas, além de poder influenciar na maior adsorção de metais pesados (Brewer et al., 2011; Trakal et al., 2014). Outro benefício que o biocarvão pode apresentar é a maior estabilidade química e o maior sequestro de carbono (Brewer et al., 2011) representado pelo teor de carbono fixo (Figura 1).

Levando em conta as variáveis e resultados obtidos, o biocarvão que apresentou melhores características para ser usado no solo foi o feito sobre as condições de pirólise a 700°C. Portanto, maiores temperaturas favorecem as características do biocarvão feito de dejetos de porco.

CONCLUSÕES

O biocarvão obtido na temperatura de 700°C apresenta maior densidade, maior porcentagem de cinzas e equivalente quantidade de carbono fixo, comparado com os biocarvões obtidos de outras



temperaturas, o que são características desejáveis para o uso do mesmo como fertilizante e corretivo do solo.

Com a análise preliminar das cinzas e voláteis, pode-se obter conclusões importantes para destinar um uso aos produtos da pirólise, seja no solo ou na produção da energia.

O incremento da temperatura condicionou o uso do biocarvão no solo.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e o Programa de Pós-graduação em Solos e Nutrição de Plantas da Universidade Federal de Viçosa.

REFERÊNCIAS

a. Periódicos:

BRAZÃO, V. A. C. F. Efeito da temperatura final de pirólise na estabilidade de carvão produzido a partir de madeira de Pinus sp. e Eucalyptus sp. Tese. Universidade federal rural do Rio de Janeiro. Programa de pós-graduação em ciências ambientais e Florestais. Seropédica, RJ. 2012.

BREWER, C. E.; UNGER, R.; SCHMIDT-ROHR, K.; BROWN, R. C. Criteria to select biochars for field studies based on biochar chemical properties. *Bioenerg. Res.*, 2011.

BRUUN, E.W., AMBUS, P., EGSGAARD, H., HAUGGAARD-NIELSEN, H. Effects of slow and fast pyrolysis biochar on soil C and N turnover dynamics. *Soil Biology and Biochemistry* 46: 73–79. 2012.

KOPETZ, H. Biomass News. AEBION, 1. 2009.

LEHMANN J, JOSEPH S (eds). Biochar for environmental management: science and technology. Earthscan Publications Ltd: London, pp. 251–270. 2009.

LOZANO, S.M. Evaluación de la Biomasa como recurso energético renovable en Cataluña. Dissertação de Doctorado. Univeritat de Girona. España. 2009.

NOVAK, J.M., LIMA, I., BAOSHAN, X., GASKIN, J.W., STEINER, C., DAS, K.C., WATTS, D.W., BUSSCHER, W.J., SCHOMBERG, H. Characterization of designer biochar produced at different temperatures and their effects on a loamy sand. *Ann. Environ. Sci.* 3, 195–206. 2009.

SPOKAS, K.A. Review of the stability of biochar in soils: predictability of O:C molar ratios. *Carbon Manage.* 1–2, 289–303. 2010.

TRAKAL, L., BINGÖL, D., POHORELY, M., HRUŠKA, M., & KOMÁREK, M., 2014. Geochemical and spectroscopic investigations of Cd and Pb sorption mechanisms on contrasting biochars: Engineering implications. *Bioresource Technology*, 171, 442-451

TSAI, W.T., LIU, S.C., CHEN, H.R., CHANG, Y.M., TSAI, Y.L. Textural and chemical properties of swine-manure-derived biochar pertinente to its potential use as a soil amendment. *Chemosphere* 89:198–203. 2012.

WOOLF, D., AMONETTE, J.E., STREET-PERROTT, F.A., LEHMANN, J., JOSEPH, S. Sustainable biochar to mitigate global climate change. *Nature Communications* 1, 1–9. 2010.

WU, H.W., YIP, K., KONG, Z.Y., LI, C.Z., LIU, D.W., YU, Y., GAO, X.P. Removal and recycling of inherent inorganic nutrient species in mallee biomass and derived biochars by water leaching. *Industrial and Engineering Chemistry Research* 50, 12143–12151. 2011.

Tabela 1 – Propriedades físicas dos carvões produzidos nas diferentes temperaturas.

Temperatura °C	Voláteis %	Cinzas %	Densidade g/cm ³	Umidade %	Rendimento Sólido %
300	62,02	37,98	0,27	1,82	76,82
400	50,24	49,76	0,29	1,48	51,33
500	39,74	60,26	0,27	0,28	40,88
600	37,84	62,16	0,25	0,7	38,87
700	35,04	64,73	0,33	0,84	39,72

Figura 1 – Composição relativa dos biocarvões produzidos de dejetos de porco nas diferentes temperaturas.

