



## O efeito de 12 tipos de biocarvão na quantidade de carbono orgânico dissolvido e nitrato no lixiviado de um Neossolo Quartzarênico<sup>1</sup>

**Alicia B. Speratti<sup>(2)</sup>; Mark S. Johnson<sup>(3)</sup>; Heiriane Martins Sousa<sup>(4)</sup>; Vandir Moraes Soares<sup>(5)</sup>; Andrei Pereira de Oliveira<sup>(5)</sup>; Eduardo Guimarães Couto<sup>(6)</sup>**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada (NSERC), o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), e a Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT).

<sup>(2)</sup> Doutoranda; Institute for Resources, Environment, and Sustainability (IRES), University of British Columbia (UBC); Vancouver, BC, Canadá; [alisperat@gmail.com](mailto:alisperat@gmail.com); <sup>(3)</sup> Professor; IRES, UBC, Vancouver, BC, Canadá; <sup>(4)</sup> Doutoranda no programa de pós-graduação em Agricultura Tropical (PPGAT); Faculdade de Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia (FAMEVZ), UFMT, Cuiabá – MT, Brasil; <sup>(5)</sup> Graduandos em Agronomia; FAMEVZ, UFMT, Cuiabá – MT, Brasil; <sup>(6)</sup> Professor e pesquisador no PPGAT-FAMEVZ-UFMT; Cuiabá – MT, Brasil.

**RESUMO:** No estado de Mato Grosso, os Neossolos Quartzarênicos têm um papel importante na economia do estado já que a grande parte do milho é cultivado nesse solo. Os Neossolos Quartzarênicos são solos muito arenosos que drenam e lixiviam facilmente, perdendo nutrientes e carbono orgânico do solo (COS). Por isso, um estudo foi desenhado para testar o uso do biocarvão para melhorar a retenção de carbono (C) e nitrogênio (N) nesses solos. Os biocarvões utilizados no estudo foram feitos de quatro materiais: capulho do algodão, cavaco de eucalipto, torta de filtro da cana-de-açúcar, e dejetos de suíno. Os materiais foram transformados em biocarvão através de três diferentes temperaturas de pirolises: 400°, 500°, e 600°C, o que resultou em um total de 12 biocarvões (4 materiais x 3 temperaturas de pirolises). O biocarvão foi misturado à 5% do peso seco em vasos contendo 8kg de Neossolo Quartzarênico durante 6 semanas. Sementes de milho foram plantadas em cada vaso. Os vasos receberam água acima da capacidade de campo para coletar lixiviado. A análise do lixiviado mostrou que o lixiviado dos solos com biocarvões de algodão e dejetos de suíno tinham maiores quantidades de carbono orgânico dissolvido (COD) assim como de nitrato (NO<sub>3</sub>) quando comparado com os biocarvões de eucalipto e torta de filtro. Dos resultados, pode-se concluir que os biocarvões de algodão e dejetos de suíno podem reter menos COD e NO<sub>3</sub> em solos arenosos quando adicionado uma dose de 5%.

**Termos de indexação:** solos arenosos, carbono, nitrogênio.

### INTRODUÇÃO

O clima do estado de Mato Grosso permite cultivar o ano inteiro. O milho cultivado durante a estação seca, conhecido como segunda safra ou safrinha, atualmente representa 97% de todo o milho cultivado no estado (IBGE, 2013a,b). A

maioria dela é cultivada em Neossolos Quartzarênicos, solos que cobrem o 13% da área do estado (SEPLAN, 2008). Esses solos, derivados de materiais com predominância absoluta de quartzo, são muito arenosos e têm baixa capacidade de retenção de água. Portanto têm pouca matéria orgânica e alta lixiviação (ISRIC).

Manter um bom nível de matéria orgânica de qualidade é importante para assegurar a produtividade do solo e a resistência dele às mudanças de precipitação. Por isso, aumentar e diminuir as perdas do C em Neossolos Quartzarênicos da região é de grande interesse para os produtores locais.

Nesse sentido, o biocarvão (carvão derivado de resíduo de biomassa através da pirolise) apresenta um potencial de aumentar a retenção de água no solo e o sequestro de C, que tem sido observado em certas condições (Lehmann, 2007). Então, adicionar biocarvão em solos arenosos poderia potencialmente ser um benefício nesse sistema.

O objetivo desse estudo foi avaliar o efeito de 12 tipos de biocarvões na retenção de COD e NO<sub>3</sub> num Neossolo Quartzarênico.

### MATERIAL E MÉTODOS

#### Tratamentos e amostragens

Quatro materiais típicos da região foram utilizados para produzir os biocarvões usados nesse estudo: capulho do algodão, cavaco de eucalipto, torta de filtro da cana-de-açúcar, e dejetos de suíno. Os quatro materiais foram transformados em biocarvão através de três temperaturas de pirolises: 400°, 500°, e 600°C. O resultado foi um total de 12 biocarvões (4 materiais x 3 temperaturas de pirolises).

O solo utilizado foi um Neossolo Quartzarênico coletado na região do Cerrado, no município de Campo Verde, Mato Grosso, com textura arenosa (91% areia, 4% silte, 5% argila), pH de 5,8, CTC de 5,3 cmolc<sup>-1</sup>dm<sup>3</sup>, e 0,002 %N e 0,7 %C, e densidade



aparente de  $1,6 \text{ g cm}^{-3}$ . Vasos com 8 kg de solo receberam 5% peso seco do solo de cada biocarvão para um total de 13 tratamentos (incluindo o controle sem biocarvão) com 4 repetições. Os vasos foram colocados de forma aleatória em 4 bancadas (blocos) em uma casa de vegetação com temperatura de  $28 \pm 2^\circ\text{C}$ , conduzidos por 6 semanas (42 dias). Quatro sementes de milho foram plantadas em cada vaso. Todos os tratamentos receberam o equivalente de  $150 \text{ Kg } 12-46-0 \text{ NPK} + 7\% \text{ S ha}^{-1}$  aplicados no plantio, e  $150 \text{ kg KCl ha}^{-1}$  e  $200 \text{ kg ureia ha}^{-1}$  aplicados em cobertura 20 dias após o plantio.

Os vasos foram regados uma vez por semana nos primeiros 20 dias e, após, duas vezes por semana até a coleta da biomassa do milho. A metade dos vasos foi regada na capacidade do campo e a outra recebeu água acima da capacidade de campo para coleta do lixiviado.

O lixiviado foi coletado uma vez por semana durante 6 semanas e analisado até 24h após a coleta, usando um UV-Vis espectrofotometro (Spectrolyser; S-can, Austria). O C e N total do solo ao final do experimento foram analisados por meio de um CHN Analyzer (628 Series, LECO Corp., St. Joseph, MI).

### Análise estatística

Os efeitos dos tratamentos sobre a quantidade semanal de COD e  $\text{NO}_3$  foram avaliados pela análise de variância (ANOVA) de medidas repetidas usando a função de GLM no programa IBM® SPSS® Statistics for Windows (Versão 20.0, SPSS. Inc., Chicago, USA), depois de confirmar normalidade dos dados com o teste Shapiro-Wilk.

Os efeitos sobre a soma total (acumulada) das quantidades de COD e  $\text{NO}_3$  durante as 6 semanas foram avaliados pela função GLM Multivariável do IBM® SPSS®. As médias de tratamentos significativos foram comparadas usando o teste Games-Howell ao nível de confiança de 95%, devido às variâncias não apresentarem homogeneidade. A análise de regressão linear entre o COD total e  $\text{NO}_3$  total foi feita com a função Regressão do IBM® SPSS®.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

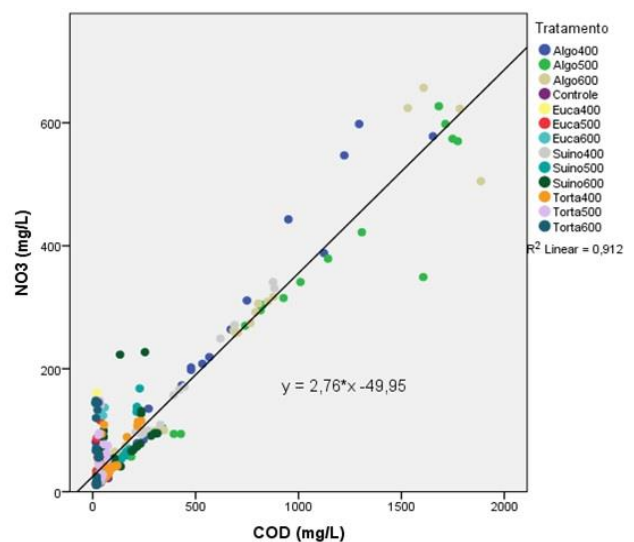
A ANOVA de medidas repetidas mostrou um efeito significativo do tratamento, de tempo, e da interação entre tratamento e tempo sobre a quantidade de COD e o  $\text{NO}_3$  no lixiviado (Tabela 1). Teve um efeito significativo de bloco e de tempo\*bloco para o COD, mas não para o  $\text{NO}_3$ . A regressão linear entre COD e  $\text{NO}_3$  dos tratamentos foi estatisticamente significativa ( $P < 0,000$ ) com  $R^2$  de 0,91 (Figura 1).

O COD diminuiu com o tempo no lixiviado de

solos com biocarvão de algodão e de dejetos de suíno, enquanto o COD do lixiviado de solos com biocarvão de eucalipto e torta de filtro não variaram muito. O C nos solos sem biocarvão também não mudou com o tempo (Figura 2). O  $\text{NO}_3$  demonstrou o mesmo padrão que o COD (dados não apresentados), confirmando a forte correlação entre as duas variáveis.

**Tabela 1** – Resultados da ANOVA de medidas repetidas do efeito dos tratamentos, tempo, blocos e as interações entre eles sobre o COD e  $\text{NO}_3$  no lixiviado coletado semanalmente.

Efeito	COD			$\text{NO}_3$		
	dF	F value	P	dF	F value	P
tratamento	12	338	0,00	12	195	0,00
tempo	5	358	0,00	5	338	0,00
bloco	3	3,3	0,03	3	0,6	0,61
tempo*	60	54	0,00	60	44	0,00
tratamento						
tempo*bloco	15	1,3	0,21	15	0,6	0,90

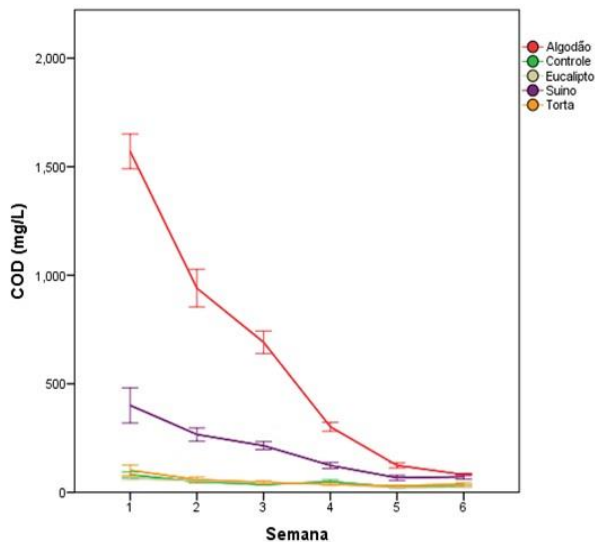


**Figura 1** – Regressão linear entre o COD ( $\text{mg L}^{-1}$ ) total e  $\text{NO}_3$  ( $\text{mg L}^{-1}$ ) total de cada tratamento. Tratamentos: Algo400, Algo500, Algo600=biocarvão de algodão pirolisado à  $400^\circ$ ,  $500^\circ$ , e  $600^\circ\text{C}$ , respectivamente; Euca400, Euca500, Euca600=biocarvão de eucalipto pirolisado à  $400^\circ$ ,  $500^\circ$ , e  $600^\circ\text{C}$ ; Suino400, Suino500, Suino600=biocarvão de dejetos de suíno pirolisado à  $400^\circ$ ,  $500^\circ$ , e  $600^\circ\text{C}$ ; Torta400, Torta500, Torta600=biocarvão de torta de filtro pirolisado à  $400^\circ$ ,  $500^\circ$ , e  $600^\circ\text{C}$ ; Controle=sem biocarvão.

Na figura 2 foi observado que após algumas semanas (p. ex. seis semanas) a perda de COD no lixiviado se estabilizou. Em experimentos de colunas com três tipos de solo, Barnes et al. (2014) também observaram que, em solo arenoso, a perda de COD



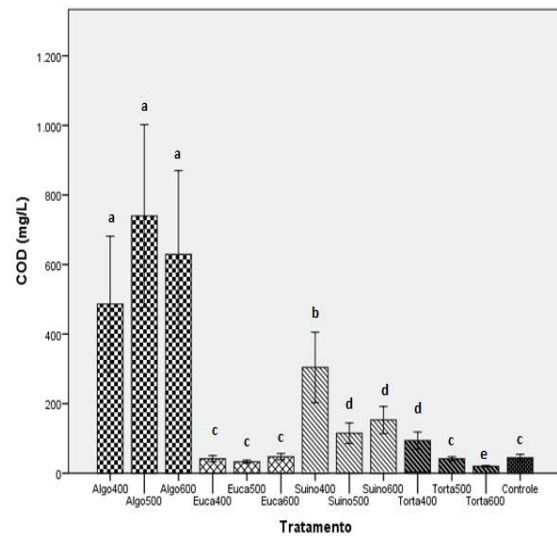
aumentou com a adição de biocarvão e a perda diminuiu a cada aplicação de água. Observaram que era o C do biocarvão facilmente lixiviado que esgotava rapidamente. Porém, a perda de COD dependeu da textura do solo. Barnes et al. (2014) notaram que nas colunas de solo orgânico e de solo argiloso, o biocarvão não aumentou a perda de COD, sugerindo que o biocarvão era capaz de reter o C do solo.



**Figura 2** – COD ( $\text{mg L}^{-1}$ ) medido semanalmente em cada um dos conjuntos dos biocarvões (algodão, eucalipto, dejetos suínos, e torta de filtro) e controle durante 6 semanas. As barras representam erros padrões da média

Neste estudo, o C total do solo aumentou em todos os solos com biocarvão comparado com os solos sem biocarvão, exceto nos solos com biocarvão de torta de filtro (dados não apresentados). Porém, o aumento e a perda de C em forma de COD dependeram do tipo do biocarvão e às vezes, também das temperaturas de pirolises (**Figura 3**). Na **figura 3** observa-se que o biocarvão de algodão e de dejetos de suíno podem contribuir muito no C do solo, mas o COD é lixiviado facilmente.

Ao contrário, o COD do lixiviado nos solos com os biocarvões de eucalipto não diferiram significativamente do controle. Houve poucas diferenças significativas entre as temperaturas de pirolises dentro do mesmo material, mas para o biocarvão de torta de filtro, a quantidade de COD lixiviado diminuiu à medida que a temperatura de pirolises aumentou (**Figura 3**). A torta de filtro de 400°C lixiviou mais COD que o controle, enquanto a torta de filtro de 600°C reteve mais que o controle.

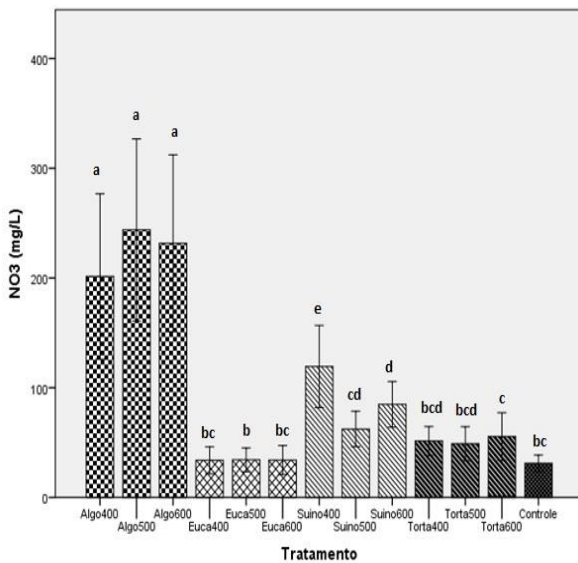


**Figura 3** – COD total ( $\text{mg L}^{-1}$ ) por tratamento. As colunas são a média dos valores com padrão da média ( $n=4$ ). Letras diferentes sobre as colunas representam diferenças significativas ( $P < 0,05$ , teste Games-Howell). Os tratamentos estão descritos na Figura 1.

Tipicamente, a matéria orgânica com teor alto de lignina, produz mais biocarvão que matéria com teor alto de celulose (Czimczik & Masiello, 2007). Biocarvões feitos de madeira contêm altos níveis de C orgânico (entre 500 e 900  $\text{mg mg}^{-1}$ , aumentando com temperatura de pirolises), enquanto biocarvões feitos de graminas e esterco podem conter menos de 500  $\text{mg mg}^{-1}$  de C orgânico (Krull et al., 2009). Nesse experimento, é provável que os biocarvões feitos de cavaco de eucalipto e torta de filtro da cana-de-açúcar contem muita lignina, o que contribuiria à baixa perda de COD do solo como a lignina é muito resistente à decomposição. Porém, isso ainda precisa ser avaliado.

Similar ao COD, as quantidades totais de  $\text{NO}_3$  no lixiviado de solos com biocarvão de algodão (nas três temperaturas) e dejetos de suíno (400°C) foram significativamente maiores que dos solos com biocarvões de eucalipto e torta de filtro (**Figura 4**). Biocarvões feitos de esterco e esgoto, como o dejetos de suíno usado neste estudo, tem mais N que biocarvões com alto conteúdo de lignocelulose (Amonette & Joseph, 2009). Porém, neste experimento, solos com biocarvão de algodão tiveram ainda mais  $\text{NO}_3$  no lixiviado que solos com biocarvão de dejetos suínos. A média de N total dos solos com biocarvão de dejetos de suíno foi maior que os outros biocarvões e o controle sem biocarvão, mas não apresentaram diferença estatística entre as temperaturas.





**Figura 4** – NO<sub>3</sub> total (mg L<sup>-1</sup>) por tratamento. As colunas são a média dos valores com padrões da média (n=4). Letras diferentes sobre as colunas representam diferenças significativas ( $P < 0,05$ , teste Games-Howell). Os tratamentos estão descritos na Figura 1.

## CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo sugerem que todos os biocarvões testados possuem potencial para aumentar o C total do solo e, em especial o biocarvão de algodão, aumenta também o N total. Por outro lado, os biocarvões de algodão e dejeito de suíno, aumentam as perdas de COD e NO<sub>3</sub> pela lixiviação. Porém, apesar desse aumento, essa perda é maior no início da adição de biocarvão no solo. O COD e NO<sub>3</sub> facilmente lixiviado se esgotam rapidamente e estabilizam-se após um tempo. Ao contrário, os biocarvões de eucalipto e torta de filtro perderam pouco COD e NO<sub>3</sub> ao longo do tempo, indicando que podem ser mais estáveis no solo que os biocarvões de algodão e de dejeito de suíno.

Esse estudo enfatiza a importância de selecionar a matéria prima adequada para transformar em biocarvão. O uso de biocarvão de algodão e dejeito de suíno em solos arenosos pode levar à grandes perdas de COD e NO<sub>3</sub> no campo (dependendo da dose aplicada), durante as primeiras 4 semanas após aplicação. Se o produtor deseja aumentar o C no solo sem ter muitas perdas de C e N na forma de COD e NO<sub>3</sub>, o biocarvão de eucalipto poderia ser uma opção, tendo em conta que o biocarvão de torta de filtro não contribuiu às perdas de COD e NO<sub>3</sub>, mas também não aumentou o C e N total dos solos mais que dos solos sem biocarvão.

## AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer o Gilmar Nunes Torres, André Luiz de F. Espinoza, e Edmar S. de Queiroz pela ajuda deles na casa de vegetação. Também agradecemos a assistência técnica da Christie A. Hilleshein Cardoso e Flavia Louyze com os análises de C e N total no LECO.

## REFERÊNCIAS

AMONETTE, J.E. & JOSEPH, S. Characteristics of biochar: microchemical properties. In: LEHMANN, J., JOSEPH, S., eds. Biochar for environmental management: science and technology. London: Earthscan, 2009. p.33-52.

BARNES, R.T., GALLAGHER, M.E., MASIELLO, C.A., LIU, Z., DUGAN, B. Biochar-induced changes in soil hydraulic conductivity and dissolved nutrient fluxes constrained by laboratory experiments. PLoS One, 9: e108340, 2014.

CZIMCZIK, C. & MASIELLO, C. Controls on black carbon storage in soils. Global Biogeochemical Cycles, 21:GB3005, 2007.

IBGEa. Levantamento sistemático da produção agrícola. Tabela 1618. 21 maio 2013. Disponível em: <<http://sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em 15.out.2014.

IBGEb. Produção agrícola municipal. Tabela 1612. 21 maio 2013. Disponível em: <<http://sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em 15.out.2014.

ISRIC - International Soil Reference and Information Centre. Arenosols. World Soil Information. Disponível em: <<http://www.isric.org/>>. Acesso 13.dez.2014.

KRULL, E.S., BALDOCK, J.A., SKJEMSTAD, J.O., SMERNIK, R.J., 2009. Characteristics of biochar: organo-chemical properties. In: LEHMANN, J., JOSEPH, S., eds. Biochar for environmental management: science and technology. London: Earthscan, 2009. p. 53-66.

LEHMANN, J. A handful of carbon. Nature, 447:10-11, 2007.

SEPLAN. Zoneamento sócio-econômico-ecológico do estado de Mato Grosso. Governo do Estado de Mato Grosso, Cuiabá, 2008. 338p.