

## **ADIÇÃO DE BIOCÁRVÃO AO SOLO AUMENTA A CAPACIDADE DE TRATAMENTO DE EFLUENTES EM SISTEMAS DE DISPOSIÇÃO DIRETA NO SOLO**

**Rafael Lacerda Cobra<sup>1</sup>; Bruno Meireles Xavier<sup>2</sup>.**

<sup>1</sup> Mestre em Tecnologias para o Desenvolvimento Sustentável – Universidade federal de São João del-Rei – UFSJ | Doutorando em Engenharia Agrícola- Universidade Estadual de Campinas – Unicamp

<sup>2</sup> Departamento de Química, Biotecnologia e Engenharia de Bioprocessos (DQBIO) | UFSJ – Campus Alto Paraopeba| Rodovia MG-443, Km 7| Fazenda do Cadete | 36.420-000| Ouro Branco-MG| Brasil| Caixa Postal: 131| (31)8558-1914| bmxavier2@gmail.com

Apresentado no

XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015

13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro – SP, Brasil

**RESUMO:** Tratamento anaeróbico de efluentes de alta carga orgânica, tais como o de laticínios, é limitado pelo impacto no pH desses sistemas, o que leva à inibição da mineralização e redução da eficiência do tratamento. Em sistemas de tratamento de efluentes por disposição direta a adição de biocárvão ao solo promove a regulação do pH do efluente e favorece sua degradação. Neste trabalho avaliamos o efeito da concentração de biocárvão no solo sobre o pH e a demanda química de oxigênio (DQO) do efluente residual. O experimento foi realizado por meio de cultivos de capim vetiver (*Chrysopogon zizanioides* (linnaeus) Roberty) em vasos preenchidos com solo contendo as concentrações de zero a 30% (m/m) de biocárvão. Os vasos foram irrigados com o efluente composto de solução de soro de queijo em pó (40 g.L<sup>-1</sup>) aplicado na proporção de 1.944 DQO mg.m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup>. A DQO residual do efluente dos vasos controle foi superiores aos demais tratamentos, sendo que este efeito foi acompanhado por um valor de pH superior nos tratamentos adicionados de biocárvão. Concluímos que a aplicação de biocárvão favoreceu a redução da DQO mantendo o pH do solo frente à adição do efluente, estimulando à microbiota presente no solo.

**PALAVRAS-CHAVE:** biocárvão; fertirrigação; tratamento de efluentes.

### **ADDITION OF BIOCHAR TO THE SOIL INCREASES EFFLUENT TREATMENT CAPACITY DIRECTLY ON THE GROUND DISPOSAL SYSTEMS**

**ABSTRACT:** Anaerobic treatment of industrial waste with a high COD, such as dairy plants, is limited by the impact of the organic matter on the pH, which leads to inhibition of mineralization and reduction of efficiency. Waste treatment systems based on direct deposition in soil this effect can be counteracted by the addition of biochar to the soil, which promotes soil buffering capacity and increases efficiency of COD removal. In this work we evaluated the effect of biochar on the pH and residual COD of the treated waste. Vetiver grass (*Chrysopogon zizanioides* (linnaeus) Roberty) was cultivated in vases filled with soil with zero to 30% biochar added. Vases were irrigated with a solution of cheese whey (40g L<sup>-1</sup>) to provide 1,944 mg COD m<sup>-2</sup> per day. Results showed that residual COD of the treated waste was higher when no biochar was added, while the pH remained higher in all experimental units that had been added biochar. These observations indicate biochar application stimulated COD removal via an increase in the soil's buffering capacity, which can stimulate microbial activity in the soil.

**KEYWORDS:** biochar; fertigation; effluent treatment.

**INTRODUÇÃO:** A produção de soro de queijo (SQ) por indústrias de laticínios durante o processo de fabricação de queijo tem grande importância ambiental. Com o processamento do leite cru e consequente produção de queijo são gerados, em média, cerca de 9 kg de SQ para cada 1 kg de queijo produzido. As características desse líquido são de um efluente altamente poluente, que simultaneamente possui elevados valores nutricionais e de teores de matéria orgânica, além de ser uma solução salina forte (Cordi et al., 2007; Gannoun et al., 2008; Azbar et al., 2009). O SQ por possuir

biodegradação complexa deve ser gerido dentro de uma instalação separada (Janczukowicz et al., 2008). Uma forma de fazer o seu tratamento é aplicando-o ao solo, isso se deve à capacidade da microbiota e plantas do solo em usar o SQ em seu metabolismo. No passado a disposição inadequada dos efluentes em solo ou diretamente em cursos d'água foi muito comum na maior parte das indústrias de laticínios (Chernicharo, 2006). O tratamento biológico dos efluentes é uma alternativa viável para sistemas de tratamentos de laticínios (Prazeres et al., 2012), esse tratamento pode se dar pela aplicação do efluente no solo.

A fertirrigação é um método de fornecer água e nutrientes para as plantas que pode se dar pela disposição controlada do efluente no solo (Vasudevan et al., 2010). Os efluentes contêm nutrientes que direta ou indiretamente são disponíveis para as plantas (Vasudevan et al., 2010; Kumar et al., 2012). Deve-se para isso ainda, manter a qualidade do solo podendo-se empregar práticas para sua manutenção, o biocarvão por suas características pode ser empregado com essa finalidade, pois é capaz de aumentar e tamponar o pH de solos, além de ser excelente abrigo para microrganismos que auxiliam a qualidade do solo (Kloss et al., 2014). Desta forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar se a adição de biocarvão ao solo aumenta a capacidade de tratamento de efluentes em sistemas de disposição direta no solo.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Os experimentos foram realizados em estufa no período de dezembro de 2013 a setembro de 2014, em área isolada localizada na Universidade de São João Del-Rei, Campus Alto Paraopeba, no município de Ouro Branco – MG.

O experimento foi realizado em vasos (28 x 31 cm), plantados com duas mudas de vetiver de 20 cm de altura, que foram preenchidos com um solo de textura média passados em peneira com malha de 5 mm. A parte inferior de cada vaso foi equipada com uma saída para a coleta do efluente. Utilizou-se diferentes doses de munha de carvão, que foi chamado de biocarvão, após ser incorporado ao solo como condicionador. Estabeleceu-se as proporções em massa seca (Blume, Schumacher et al., 1990).

O efluente utilizado foi a partir de soro de queijo desnatado e desproteínizado em pó. Utilizou-se o soro de queijo reconstituído (SQR – 40 g.L<sup>-1</sup>) com a demanda química de oxigênio (DQO) de 46.475±4.824 mg.L<sup>-1</sup> e pH de 5,89±0,12, que a partir de diluição foi usada no experimento.

Após 4 meses de cultivo fez-se o corte das plantas em 20 cm. O teor de matéria orgânica a partir do soro de queijo e as porcentagens de biocarvão utilizadas forma de 1.944 mg.m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup> de DQO a partir do soro de queijo e 3,75, 7,5, 15 ou 30 % massa/massa, respectivamente. A cada 48 horas aplicou-se 8,1 mm de soro queijo em cada vaso.

A determinação da DQO do SQR e do efluente que saiu dos vasos foi realizada pelo método analítico colorimétrico de refluxo fechado, para a determinação do pH realizou-se a leitura diretamente com o auxílio do pHmetro (Apha, 1998). Foi feita a seguinte análise estatística: análise não paramétrica de Keuskall-Wallis e o teste de U de Mann-Whitney (p<0,05).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A DQO do efluente dos vasos controle (sem biocarvão) foi diferente da DQO do efluente dos vasos com qualquer uma das concentração de biocarvão, segundo o teste de U (p<0,05). A DQO do efluente dos vasos com concentração de 3,75, 7,5 e 15% de biocarvão foram iguais entre si, segundo o mesmo teste estatístico, enquanto que a DQO dos vasos com concentração de 30% se diferiu de todas as concentrações (Figura 1).

Nesse experimento, foi possível observar que a aplicação de biocarvão aumentou a DQO do efluente e, conseqüentemente, a eficiência de remoção da DQO foi tanto menor quanto maior a dose de biocarvão aplicada, mesmo os valores ficaram entre 94 e 99%. Em processo de lodo ativado para o tratamento de soro de queijo, Cordi et al.(2010) obtiveram eficiência de remoção de DQO entre 93 e 96%. Em processos de tratamento anaeróbico também para o tratamento do SQR a eficiência de remoção foi de até 98,5% (Cordi et al., 2007). Esses resultados são próximos dos encontrados no presente trabalho, após o estabelecimento da microbiota do solo, a elevada eficiência de remoção, com valores em torno de 90%, se deve provavelmente à elevada biodegradabilidade do soro de queijo aliada ao efeito tamponante proporcionado pelo carvão.

A adição de biocarvão aumentou a DQO do efluente independente da fertirrigação com soro. Contudo, como o biocarvão é composto por compostos altamente recalcitrantes, por exemplo, ácidos n-alcanóicos, benzóicos, dióis, trióis e fenóis (Hyland et al., 2010), todos esses compostos

são oxidados pelo dicromato de potássio durante a análise de DQO e considerados, por este método, como matéria orgânica oriunda do soro. Sendo assim o aumento da DQO do efluente devido à adição de biocarvão pode ter sido superestimada pelo método analítico. Essa hipótese deverá ser testada futuramente, substituindo-se a análise da demanda química de oxigênio pela demanda bioquímica de oxigênio (DBO), onde o processo de oxidação é exclusivamente biológico.

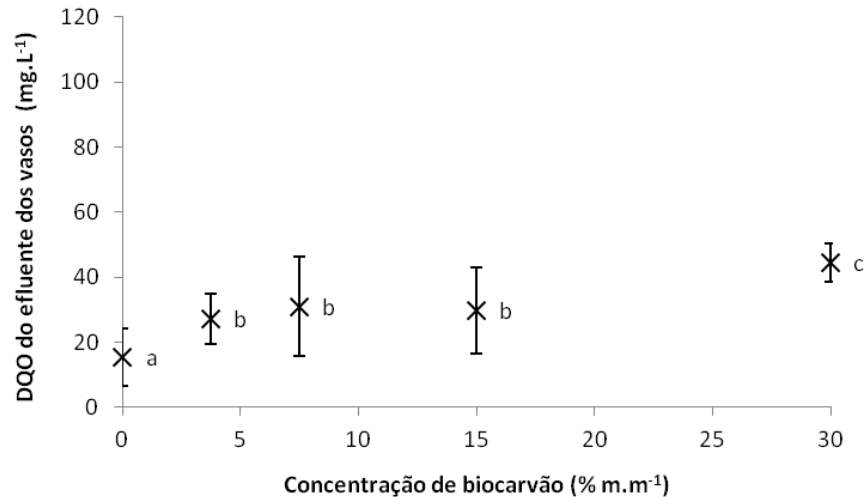


Figura 1: Efeito da adição de biocarvão nas concentrações de 0, 3,75, 7,5, 15 e 30 % m.m<sup>-1</sup> e sobre a DQO residual do efluente dos vasos submetidos à aplicação de 1.944 mg.m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup> de DQO a partir de SQR durante os 5 meses de cultivo do capim vetiver, demonstrados pela média dos valores de DQO. O erro é representado pelas barras verticais (n = 5). Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente segundo o teste U (p < 0,05).

Os valores médios de pH do efluente dos vasos se apresentaram entre o pH de 6,55 e 8,11. Observando-se que todos os valores de pH do efluente foram diferentes entre si. Os valores de pH foram de 6,55, 7,33, 7,78, 7,96 e 8,11 para o controle (sem aplicação do biocarvão), nas concentrações de 3,75, 7,5, 15 e 30%, respectivamente (Figura 2).

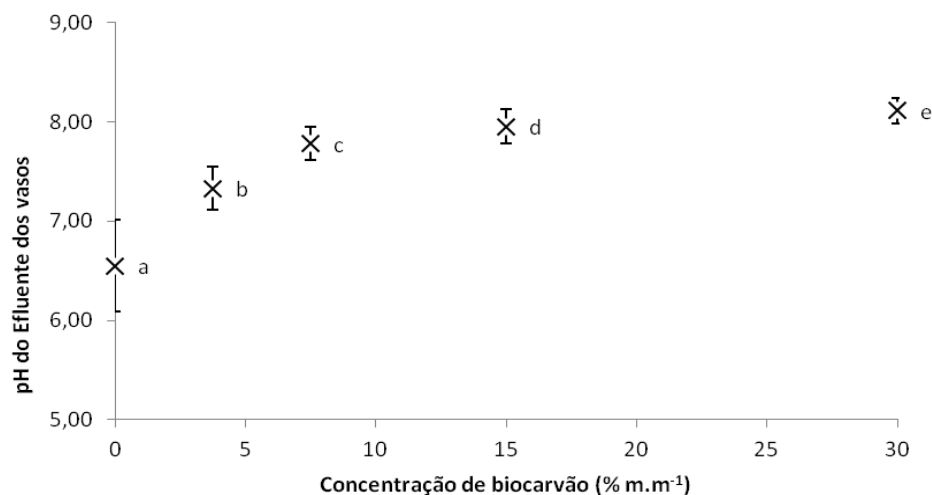


Figura 2: A figura demonstra o pH do efluente dos vasos adicionados de biocarvão nas concentrações de 0, 3,75, 7,5, 15 e 30 % m.m<sup>-1</sup> e submetidos à aplicação de 1.944 mg.m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup> de DQO a partir de SQR durante os 5 meses de cultivo do capim vetiver, demonstrados pela média dos valores de pH. O erro é representado pelas barras verticais (n = 5). Médias seguidas da mesma letra não se diferem estatisticamente segundo o teste U de Mann-Whitney (p < 0,05).

É de grande importância manter o pH do efluente, pois a degradação do SQR leva a uma redução do pH (Graber et al., 2010), que por sua vez inibe a conversão adicional do ácido láctico em metano, durante a fase metanogênica da degradação anaeróbia do SQR (Ghaly et al., 1989; Gannoun et al., 2008). A fermentação da lactose do soro de queijo gera ácido láctico, provocando redução no pH do meio, essa redução depende da DQO inicial (Saddoud et al., 2007; Gannoun et al., 2008). A instabilidade do pH pode levar ao fracasso do sistema de tratamento (Gannoun et al., 2008). Os nossos resultados demonstram a capacidade do biocarvão em aumentar e tamponar o pH de efluentes.

**CONCLUSÕES:** Dados os resultados obtidos neste trabalho, auferimos que:

- Nas condições testadas, não foi possível observar a existência de interação entre a capacidade de remoção de DQO e a aplicação de biocarvão.
- O efeito tamponante e alcalinizador do biocarvão foi traduzido em uma elevação do pH do efluente dos vasos de cultivo.
- A adição de biocarvão ao solo aumenta a capacidade de tratamento de efluentes em sistemas de disposição direta no solo.

**AGRADECIMENTOS:** Os autores agradecem à FAPEMIG pela bolsa de mestrado concedida ao primeiro autor e ao laboratório de saneamento da UFSJ.

## REFERÊNCIAS

- Apha. Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association, v.20, p.1220. 1998.
- Azbar, N.; Çetinkaya Dokgöz, F. T.; Keskin, T.; Korkmaz, K. S. ; Syed, H. M. Continuous fermentative hydrogen production from cheese whey wastewater under thermophilic anaerobic conditions. International Journal of Hydrogen Energy, v.34, n.17, p.7441-7447. 2009.
- Chernicharo, C. A. L. Post-Treatment Options for the Anaerobic Treatment of Domestic Wastewater. Reviews in Environmental Science and Bio/Technology, v.5, n.1, p.73-92. 2006.
- Cordi, L.; Almeida, E. D. S.; Assalin, M. R. ; Duran, N. Intumescimento filamentoso no processo de lodos ativados aplicado ao tratamento de soro de queijo: caracterização e uso de floculantes para melhorar a sedimentabilidade. Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal, v.4, n.2, p.026-037. 2007.
- Gannoun, H.; Khelifi, E.; Bouallagui, H.; Touhami, Y. ; Hamdi, M. Ecological clarification of cheese whey prior to anaerobic digestion in upflow anaerobic filter. Bioresource Technology, v.99, n.14, p.6105-6111. 2008.
- Ghaly, A. E. ; Singh, R. K. Pollution potential reduction of cheese whey through yeast fermentation. Applied Biochemistry and Biotechnology, v.22, n.2, p.181-203. 1989.
- Graber, E.; Meller Harel, Y.; Kolton, M.; Cytryn, E.; Silber, A.; Rav David, D.; Tsechansky, L.; Borenshtein, M. ; Elad, Y. Biochar impact on development and productivity of pepper and tomato grown in fertigated soilless media. Plant and Soil, v.337, n.1-2, p.481-491. 2010.
- Hyland, C.; Hanley, K.; Enders, A.; Rajkovich, S. ; Lehmann, J. Nitrogen leaching in soil amended with biochars produced at low and high temperatures from various feedstocks. 19th World Congress on Soil Science, Soil Solutions for a Changing World, p.38-41. 2010.
- Janczukowicz, W.; Zielinski, M. ; Debowski, M. Biodegradability evaluation of dairy effluents originated in selected sections of dairy production. Bioresource Technology, v.99, n.10, p.4199-4205. 2008.
- Kloss, S.; Zehetner, F.; Wimmer, B.; Buecker, J.; Rempt, F. ; Soja, G. Biochar application to temperate soils: Effects on soil fertility and crop growth under greenhouse conditions. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, v.177, n.1, p.3-15. 2014.
- Kumar, V. ; Chopra, A. K. Fertigation effect of distillery effluent on agronomical practices of *Trigonella foenum-graecum* L. (Fenugreek). Environmental Monitoring and Assessment, v.184, n.3, p.1207-1219. 2012.
- Prazeres, A. R.; Carvalho, F. ; Rivas, J. Cheese whey management: A review. Journal of Environmental Management, v.110, n.0, p.48-68. 2012.
- Saddoud, A.; Hassaïri, I. ; Sayadi, S. Anaerobic membrane reactor with phase separation for the treatment of cheese whey. Bioresource Technology, v.98, n.11, p.2102-2108. 2007.
- Vasudevan, P.; Thapliyal, A.; Srivastava, R. K.; Pandey, A.; Dastidar, M. G. ; Davies, P. Fertigation potential of domestic wastewater for tree plantations. Journal of Scientific and Industrial Research, v.69. 2010.