

## XIV SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

### UTILIZAÇÃO DE RAMPAS DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL NO TRATAMENTO DA ÁGUA RESIDUÁRIA DA SUINOCULTURA

Larissa Cabral Milen<sup>1\*</sup>; Ana Paula Almeida Bertossi<sup>2</sup>; Giovanni de Oliveira Garcia<sup>3</sup>; Matheus Santos Machado<sup>4</sup>; Kattiely Wruck<sup>4</sup>

**RESUMO** – A suinocultura é considerada pelos órgãos ambientais uma atividade potencialmente causadora de degradação ambiental devido à produção de dejetos com altas concentrações de matéria orgânica e nutrientes. Dessa forma, objetivou-se com esse trabalho avaliar o poder poluente da água residuária da suinocultura por meio da caracterização química e física antes e após a passagem da mesma no sistema de tratamento por escoamento superficial. Foram utilizadas rampas de tratamento com 10 m de comprimento, preenchidas com um Latossolo. Em cada rampa foi aplicada uma taxa de água residuária diferente: 0,20; 0,35; 0,50 e 0,65 m<sup>3</sup> dia<sup>-1</sup> e como vegetação suporte foi utilizada o capim Marandu. As aplicações foram realizadas de forma alternada, sendo um dia de aplicação, com duração de 6 h dia<sup>-1</sup>, seguido por um dia de descanso, durante 28 dias. Foram coletadas amostras da água residuária inicial e final de cada rampa para caracterização física e química, que apresentaram valores abaixo do limite máximo estabelecido pela legislação, exceto para o manganês. No geral, a água residuária avaliada pode ser lançada no meio ambiente ou utilizada para fertirrigação sem que haja contaminação do meio ambiente e problemas no solo.

**ABSTRACT**– Swine breeding is considered by environmental agencies as an activity potentially causing environmental degradation due to the production of manure with high concentrations of organic matter and nutrients. Thus, the aim of this work was to evaluate the pollutant power of the swine wastewater by means of the chemical and physical characterization before and after the passage of the same in the treatment by overland flow system. Treatment ramps were used 10 m long. In each ramp a different waste water rate was applied: 0.20; 0.35; 0.50 and 0,65 m<sup>3</sup> day<sup>-1</sup> and as support vegetation the *Brachiaria Brizantha cv. Marandu* was used. The applications were performed alternately, being one day of application, lasting 6 h day<sup>-1</sup>, followed by a rest day, for 28 days. Samples of the initial and final wastewater of each ramp were collected for physical and chemical characterization, which presented values below the maximum limit established by the legislation, except for manganese. In general, the wastewater evaluated can be released into the environment or used for fertigation without contamination of the environment and soil problems.

1) Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal na Universidade Federal do Espírito Santo, e-mail: [larissamilen@hotmail.com](mailto:larissamilen@hotmail.com).

2) Pós-doutoranda no Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal na Universidade Federal do Espírito Santo, e-mail: [anapaulabertossi@yahoo.com.br](mailto:anapaulabertossi@yahoo.com.br).

3) Professor no Departamento de Engenharia Rural na Universidade Federal do Espírito Santo, e-mail: [giovanni.garcia@ufes.br](mailto:giovanni.garcia@ufes.br).

4) Graduando em Agronomia na Universidade Federal do Espírito Santo, e-mail: [matheusmachado.20@hotmail.com](mailto:matheusmachado.20@hotmail.com); [kattielywruck@gmail.com](mailto:kattielywruck@gmail.com).

\* Autor correspondente

**Palavras-Chave** – Capim Marandu, efluente, tratamento biológico.

## **1 – INTRODUÇÃO**

Como resposta à intensificação da criação de suínos em regime de confinamento observada no Brasil nos últimos anos, houve um grande aumento no consumo de água e produção de dejetos altamente poluentes, com consideráveis concentrações de matéria orgânica e nutrientes. Quando não tratados ou dispostos de forma incorreta, estes dejetos têm causado a contaminação do solo e corpos hídricos superficiais e subterrâneos, tornando este setor responsável por grandes problemas ambientais.

Neste aspecto, a suinocultura é considerada pelos órgãos ambientais uma atividade potencialmente causadora de degradação ambiental, sendo enquadrada como de grande potencial poluidor. De acordo com a Lei 9.605 de Crimes Ambientais, o produtor pode ser responsabilizado criminalmente por eventuais danos causados ao meio ambiente e à saúde dos homens e animais (IBAMA, 1998). Cientes disso e diante da ação fiscalizadora realizada por órgãos públicos responsáveis pela qualidade do meio ambiente, os suinocultores estão buscando soluções específicas no sentido de tratar, dispor ou aproveitar os resíduos gerados nesta atividade (SOUZA e MOREIRA, 2010).

Dentre os métodos disponíveis para o tratamento de efluentes ricos em material orgânico, a utilização do solo, como meio depurador, tem demonstrado vantagens tanto de ordem técnica quanto econômica e ambiental. Por ser um sistema disperso, polifásico e heterogêneo, o solo possui propriedades, que possibilitam sua utilização como meio de tratamento de águas residuárias (QUEIROZ *et al*, 2004). Uma alternativa de tratamento baseada na disposição controlada no solo é o escoamento superficial, onde o efluente é aplicado na parte superior de um terreno inclinado e cultivado com espécies forrageiras, e flui lentamente pelo sistema, condição que possibilitará sua depuração ao longo da rampa de tratamento.

Dessa forma, objetivou-se com este trabalho avaliar o poder poluente da água residuária da suinocultura por meio da caracterização química e física antes e após a passagem da mesma no sistema de tratamento por escoamento superficial comparando os valores obtidos com a legislação vigente.

## 2 – MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na unidade piloto de tratamento de águas residuárias na Área Experimental pertencente ao campus do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCAIE).

A água residuária utilizada era proveniente da unidade de criação de suínos do CCAIE, onde passava por um sistema de tratamento preliminar, constituído por gradeamento para retenção dos sólidos mais grosseiros e dois tanques denominados esterqueiras, com dimensões de 10x5x1,5m (comprimento, largura e profundidade, respectivamente), onde ocorre o processo de decantação, para posteriormente ser transportada até a unidade piloto de tratamento.

Esta era composta por dois reservatórios de 5.000 L, onde o dejetos líquido proveniente das esterqueiras da suinocultura era armazenado; um filtro orgânico, que utilizava o bagaço-de-cana como material filtrante, quatro rampas de alvenaria com declividades de 5% e dimensões de 11x1x0,5 metros (comprimento, largura e altura, respectivamente) e quatro reservatórios de 500 L, localizados na cabeceira de cada rampa, os quais possuíam cada um, um sistema de distribuição que possibilitava a aplicação nas unidades experimentais (Figura 1).



**Figura 1** – Unidade piloto de tratamento de água residuária, reservatórios de 5.000 L e filtro orgânico (A) e rampas de tratamento e reservatórios de 500 L (B).

As rampas de tratamento foram preenchidas com 40 cm de substrato, sendo 5 cm de brita no fundo (dreno) e 35 cm de solo, que foi retirado no perfil natural de um Latossolo existente na própria área experimental, peneirado e depositado em igual massa em cada unidade experimental.

Em cada rampa de tratamento foi aplicada uma taxa de água residuária diferente, sendo: 0,20; 0,35, 0,50 e 0,65 m<sup>3</sup> dia<sup>-1</sup> e como vegetação suporte foi utilizada o capim Mombaça (*Brachiaria Brizantha cv. Marandu*). O plantio da forrageira foi feito diretamente nas unidades experimentais que receberam adubação mineral conforme exigência nutricional e disponibilidade de nutrientes no solo.

Estas foram irrigadas com água até o seu completo estabelecimento no solo, que ocorreu aproximadamente 45 dias após a sementeira, após esse período foi feito um corte de uniformidade e iniciada a aplicação da água residuária da suinocultura de forma a satisfazer as quantidades determinadas para cada taxa de aplicação.

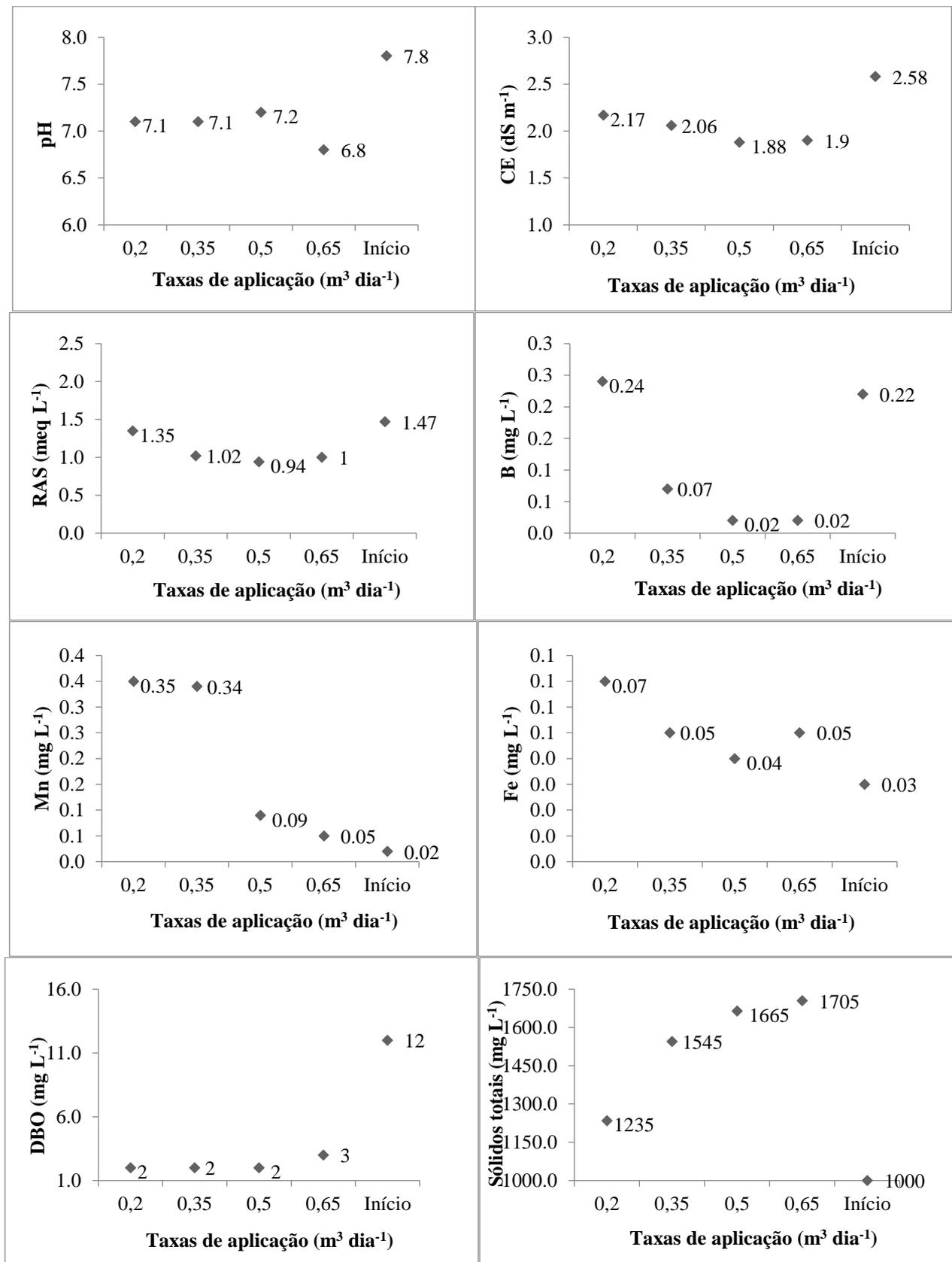
A água residuária da suinocultura era aplicada na parte superior das rampas de tratamento, com o auxílio de registros para o controle da vazão a ser aplicada em função de cada taxa e tubulações perfuradas para distribuição uniforme do efluente por toda a largura da rampa. As aplicações foram realizadas de forma alternada, sendo um dia de aplicação, com duração de 6 h dia<sup>-1</sup>, seguido por um dia de descanso para o sistema. A cada 28 dias foi feito o corte das forrageiras, totalizando quatro cortes.

Nos dias em que ocorreu a aplicação foram coletadas amostras da água residuária no ponto de entrada (parte superior da rampa) e no ponto de saída do sistema (parte inferior da rampa), as quais serão encaminhadas ao laboratório para determinação imediata da condutividade elétrica (CE) e pH com o auxílio de um condutivímetro e pHmêtro, respectivamente.

Quinzenalmente foram coletadas amostras da água residuária inicial e final de cada rampa para determinação da Razão de Adsorção de Sódio (RAS), Ferro total, Sódio, Cálcio, Magnésio, Boro, Manganês, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Sólidos Totais conforme metodologia preconizada por Silva e Oliveira (2001). Para caracterização do período de aplicação, calculou-se o valor médio das variáveis determinadas na água residuária aplicada no início das rampas de tratamento e tratada para cada taxa de aplicação avaliada.

### **3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os valores obtidos na análise da água residuária da suinocultura aplicada no início das rampas de tratamento e tratada pelo sistema de escoamento superficial para cada taxa de aplicação estão apresentados na Figura 2.



**Figura 2** – Variáveis medidas na água residuária tratada nas diferentes taxas de aplicação: 0,2; 0,35 e 0,5 m<sup>3</sup> dia<sup>-1</sup> e aplicada no início da rampa de tratamento, sendo CE=condutividade elétrica.

De acordo com a Resolução CONAMA 430/2011 que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes (BRASIL, 2011), os resultados apresentados na Figura 2 para o pH encontram-se dentro do intervalo estabelecido que é de 5 a 9, tanto para a água residuária tratada no sistema de escoamento superficial em todas as taxas de aplicação avaliadas, quanto para a aplicada no início da rampa de tratamento. Para Ayers e Westcot (1999), os valores de pH ótimo para irrigação/fertirrigação variam de 6,5 a 8,4, em todos os casos a água residuária tratada encontram-se dentro do limite estabelecido.

Os valores de Condutividade elétrica (CE) medidos em todas as amostras de água residuária avaliadas apresentaram moderada restrição ao uso para irrigação/fertirrigação ( $0,7 - 3,0 \text{ dS m}^{-1}$ ), podendo causar problemas de disponibilidade de água para as plantas quando utilizada sem critérios técnicos (AYERS e WESTCOT, 1999).

Os problemas mais comuns decorrente da utilização de águas de qualidade inferior na irrigação de cultura está relacionada aos teores totais de sais (salinidade) e o teor de sódio em relação aos teores de cálcio e magnésio (RAS) da mesma, sendo eles a diminuição da velocidade de infiltração da água no solo e a toxicidade para as culturas. O excesso de sódio em relação ao cálcio e magnésio na água podem causar dispersão de argila e obstrução do espaço poroso, formando crostas superficiais, reduzindo acentuadamente a infiltração e o suprimento de água para as plantas, podendo também proporcionar problemas na germinação de sementes e emergência de plântulas (MUYEN et al., 2011; PEDRERO et al., 2010). Porém, ao avaliar o problema potencial de infiltração de água no solo utilizando os valores conjuntamente de CE e RAS medidos nas amostras de água residuária da suinocultura tratada e inicial, observa-se que não há restrição de uso para todas as amostras avaliadas, pois seus valores de encontram-se dentro do limite estabelecidos por Ayers e Westcot (1999), que é de  $0$  a  $3 \text{ meq L}^{-1}$  para a RAS e maior que  $0,7 \text{ dS m}^{-1}$  para a CE.

Os valores de boro medidos nas amostras avaliadas não restringem o uso da água residuária inicial e tratada para irrigação/fertirrigação ( $< 0,7 \text{ mg L}^{-1}$ ) (AYERS E WESTCOT, 1999) e nem seu lançamento em corpos receptores (valor máximo =  $5 \text{ mg L}^{-1}$ ) ((BRASIL, 2011). Segundo a Resolução CONAMA 430/2011 (BRASIL, 2011), os teores de manganês nas amostras tratadas nas diferentes taxas de aplicação e inicial encontram-se abaixo do limite estabelecido, que é de  $1 \text{ mg L}^{-1}$ , ou seja, não apresentam teor potencialmente causador de efeitos tóxicos aos organismos aquáticos no corpo receptor e usuários.

As variáveis ferro e DBO apresentaram valores em todas as amostras avaliadas bem abaixo do máximo permitido pela legislação, que é de  $15 \text{ mg L}^{-1}$  e  $120 \text{ mg L}^{-1}$ , respectivamente (BRASIL, 2011).

Ayers e Westcot (1999) citam apenas o valor máximo de sólidos dissolvidos, que deve ser menor que  $450 \text{ mg L}^{-1}$ , valores acima do estabelecido podem causar riscos de entupimento dos emissores utilizados na aplicação de água. Além disso, a alta concentração de sólidos também provoca alteração na capacidade de infiltração do solo, que podem resultar em alagamentos e aumento do escoamento superficial, podendo provocar erosão e contaminação das águas superficiais, quando dispostos no solo (GONÇALVES et al., 2007). De acordo com a Figura 2 os teores de sólidos totais estiveram acima do limite em todas as amostras de águas residuárias avaliadas, podendo apresentar, portanto, problemas potenciais caso seja utilizada na irrigação/fertirrigação de culturas, necessitando, portanto de uma filtragem anterior a sua utilização. Por outro lado, de acordo com a Resolução CONAMA 430/2011 (BRASIL, 2011) águas residuárias que apresentam ausência de materiais flutuantes podem ser lançadas nos corpos receptor sem riscos de contaminação, dessa forma as amostras avaliadas enquadram-se dentro do estabelecido, já que durante a análise não foi constatado presença de materiais flutuantes.

#### **4 – CONCLUSÃO**

As amostras de água residuária da suinocultura avaliadas apresentaram valores de pH, CE, RAS, B, Mn, Fe e DBO abaixo do limite máximo estabelecido pela legislação, apenas os sólidos totais apresentou valores acima do estabelecido.

No geral, a água residuária avaliada pode ser lançada no meio ambiente ou utilizada para fertirrigação, desde que ocorra um pré-tratamento, sem que haja contaminação do meio ambiente e problemas no solo.

#### **5 – AGRADECIMENTOS**

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) pelo apoio durante a realização da pesquisa.

## 6 – REFERÊNCIAS

- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. *Water Quality for Agriculture*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 1999.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 430 de 13 mai. 2011. *Diário Oficial da União* nº 092, 16 mai. 2011, seção 1, pág. 89-96. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>> Acesso em: 03 mai. 2017.
- GONÇALVES, R. A. B.; FOLEGATTI, M. V.; GLOAGUEM, T. V.; LIBARDI, P. L.; MONTES, C. R.; LUCAS, Y.; DIAS, C. T. S.; MELFI, A. J. (2007). Hydraulic conductivity of a soil irrigated with treated sewage effluent. *Geoderma*, 139 (1-2), pp. 241–248.
- IBAMA. Lei 9605 de 12 de fevereiro de 1998 de Crimes Ambientais. 1998. Disponível em: <<http://goo.gl/c8QF3w>>. Acesso em: 25 abr. 2017.
- MUYEN, Z.; MOORE, G. A.; WRIGLEY, R. J. (2011). Soil salinity and sodicity effects of wastewater irrigation in South East Australia. *Agricultural Water Management*, 99 (1), pp. 33– 41.
- PEDRERO, F.; KALAVROUZIOS, I.; ALARCÓN, J. J.; KOUKOULAKIS, P.; ASANO, T. (2010). Use of treated municipal wastewater in irrigated agriculture - Review of some practices in Spain and Greece. *Agricultural Water Management*, 97 (9), pp.1233–1241.
- QUEIROZ, F. M.; MATOS, A. T.; PEREIRA, O. G.; OLIVEIRA, R. A.; LEMOS, A. F. (2004). Características químicas do solo e absorção de nutrientes por gramíneas em rampas de tratamento de águas residuárias da suinocultura. *Engenharia na Agricultura*, 12 (2), pp. 77-90.
- SILVA, S. A.; OLIVEIRA, R. (2001). *Manual de análises físico-química de águas de abastecimento e residuárias*. Marcone: Capina Grande, 266p.
- SOUZA, J. A. R.; MOREIRA, D. A. (2010). Microbiologia de frutos de tomate produzidos com água residuária da suinocultura. *Engenharia Ambiental*, 7 (2), pp. 212-221.

*Lembre-se de converter seu trabalho de WORD para PDF.*