



DE 14 À 19 DE OUTUBRO DE 2024
DEL 14 AL 19 DE OCTUBRE DE 2024

V SLACTIA

SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM AGROPECUÁRIA
SIMPOSIO LATINOAMERICANO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EN LA AGROPECUARIA

MANEJO DE ECOSISTEMAS

REMOÇÃO DE FÓSFORO EM ÁGUA RESIDUÁRIA DE BOVINOCULTURA DE LEITE UTILIZANDO ALAGADO CONSTRUÍDO CULTIVADO COM CAPIM VETIVER E TABOA.

Vitória Machado Barbosa¹
Roberta Cristina Farias de Oliveira Carvalho²
Emily Tiba Ferreira³
Gabriel Ouverney de Freitas⁴
Leonardo Duarte Batista da Silva⁵

Resumo: A quantidade de água residuária gerada diariamente pela pecuária leiteira é um grande desafio ambiental, mediante essa problemática surge a necessidade do reaproveitamento desse efluente na agricultura para suprir a demanda de água para a irrigação. O presente estudo teve como objetivo analisar a remoção de fósforo da água residuária da bovinocultura de leite por meio de *wetland* construído no período de 2017 e 2018, com duas espécies vegetais: Capim Vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) e Taboa (*Typha domingensis*), respectivamente. A remoção de fósforo foi avaliada por meio da caracterização química de amostras de afluente e efluente. O SAC cultivado com Capim vertiver, apresentou uma redução de concentração de P em 22,18% e o cultivado com Taboa a redução foi de 27,18%. Os resultados indicaram uma redução satisfatória nas concentrações de fósforo após o tratamento.

Palavras-chave: Reaproveitamento de água, Disposição final, Jardins filtrantes.

¹ Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental; Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; vic0808@ufrj.br;

² Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental; Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; roberta.carvalho@ufrj.br;

³ Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental; Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; emilytibaferreira@gmail.com;

⁴ Graduando em Agronomia; Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; gabriel.storv@gmail.com;

⁵ Doutor em Irrigação e Drenagem; Universidade de São Paulo; monitoreambiental@gmail.com.

1. INTRODUÇÃO

A pecuária leiteira é uma importante atividade econômica no Brasil, o país é o terceiro maior produtor mundial de leite e produz mais de 34 bilhões de litros por ano e emprega cerca de 4 milhões de pessoas segundo o “Mapa do Leite” do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA, 2023). Nos sistemas de manejo intensivo de bovinos leiteiros a quantidade de dejetos produzidos diariamente é a principal problemática ambiental da atividade. Considerando critérios ambientais e agrônômicos, é importante o incentivo de formas de reuso da água, principalmente na agricultura, como fonte alternativa para suprir a demanda hídrica na agricultura irrigada.

O Sistema Alagado Construído (SAC), também conhecidos como wetlands construídos ou jardins filtrantes, é uma técnica economicamente viável e vem se mostrando eficiente na remoção da matéria orgânica e nutrientes (ALMEIDA, 2016), apresentando, reduzido custo de implantação e manutenção.

O baixo teor de fósforo (P) é um dos fatores limitantes no crescimento e desenvolvimento das culturas em solo brasileiro, naturalmente, os solos de regiões tropicais apresentam baixos níveis de P, devido ao elevado intemperismo sofrido ao longo dos anos (BATISTA, 2018). No que diz respeito à adubação, as quantidades recomendadas são semelhantes ou até maiores do que a de N e de K, dada à especificidade de sua dinâmica. Por isso, é estrategicamente desejável que os processos de tratamento permitam a recuperação e o reuso deste elemento que é considerado de elevada demanda biológica (MARONEZE, 2014).

A capacidade dos SAC's removerem P é mais limitada, quando comparada com a de remoção de N por exemplo, tendo em vista que esses sistemas não possuem mecanismo de perda permanente de P análogo ao da desnitrificação. A relativa alta concentração de nutrientes no efluente dos alagados construídos tem sido apontada como um atributo positivo, quando o objetivo é fazer uso deste na fertirrigação de culturas agrícolas (BRASIL, 2005). Esta prática se torna tecnicamente adequada e ambientalmente sustentável quando as lâminas de efluentes aplicadas no solo estiverem baseadas em rígidos critérios de fertilidade, qualidade do solo e de águas subterrâneas.

Assim, o objetivo do presente estudo foi objetivo analisar a remoção de fósforo da água residuária da bovinocultura de leite por meio de *wetland* construído no período de 2017 e 2018, com duas espécies vegetais: Capim Vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) e Taboa (*Typha domingensis*), respectivamente.

2. METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido em Seropédica, RJ na área experimental do Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA) conhecido como “Fazendinha Agroecológica km 47”, oriundo de uma parceria entre duas Unidades da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Agrobiologia e Embrapa Solos –, a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (Pesagro-Rio), a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) e o Colégio Técnico da UFRRJ (CTUR).

Neste trabalho, foi utilizada água residuária de bovinocultura de leite (ARB), obtida do estábulo do SIPA e conduzida por gravidade para a estação de tratamento. A unidade piloto de tratamento (UPT) da ARB, foi composta por: esterqueira, tanque séptico, filtro biológico de brita de fluxo ascendente e sistema de alagado construído.

Neste sistema foi cultivado por três diferentes períodos as espécies Capim Vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) (MELO, 2017) e Taboa (*Typha domingensis*) (JORGE, 2018).

A unidade piloto de tratamento (UTP) da ARB é constituído por quatro estruturas: tanque séptico, filtro anaeróbio de fluxo ascendente, e sistema alagado construído (SAC).

A caracterização da ARB foi realizada no Laboratório de Monitoramento Ambiental I – Água e Efluentes do Departamento de Engenharia localizado no Instituto de Tecnologia da UFRRJ, seguindo as recomendações “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2012).”; obtendo assim o parâmetro de P-total.

A avaliação da capacidade de remoção do SAC se deu considerando a diferença de concentração por meio de análises químicas realizadas na água residuária de afluente e efluente desta etapa de tratamento.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados apresentados levam em consideração os mecanismos envolvidos na remoção de fósforo (P_2O_5 e PO_4^{3-}) no sistema de *wetland* construído, de acordo com as variáveis de cada cultivo levando em conta fatores como a adsorção em superfícies do material filtrante, precipitação de compostos de fósforo e incorporação biológica pelos microrganismos presentes no sistema.

Na Tabela 1 são apresentadas as concentrações médias de entrada e de saída do fósforo por meio do *wetland* construído com os dois seguintes cultivos: Capim vetiver e Taboa. Já na Tabela 2 é apresentado a diferença da concentração de fósforo pelo SAC para os dois diferentes cultivos.

Tabela 1 – Concentrações médias de P_2O_5 e $P-PO_4^{3-}$ antes e após a passagem pelo *wetland* construído com Capim Vetiver e Taboa, em duas diferentes épocas.

Formas de P	Capim Vetiver mg.L ⁻¹		Taboa mg.L ⁻¹	
	Afluente	Efluente	Afluente	Efluente
P_2O_5	91,02	73,12	98,25	91,02
PO_4^{3-}	103,43	100,17	129,00	103,43

Fonte: do autor.

Tabela 2 – Diferença percentual das concentrações de P_2O_5 , PO_4^{3-} e P total, pelo *wetland* construído com Capim Vetiver e Taboa, em duas diferentes épocas.

Formas de P	Capim Vetiver	Taboa
	Diferença (%)	Diferença (%)
P_2O_5	19,67	7,36
PO_4^{3-}	3,15	19,82
P total	22,82	27,18

Fonte: do autor.

Os dados obtidos nas Tabelas 1 e 2 indicam que houve uma redução nas concentrações de fósforo após o tratamento e os resultados se mostraram significativos quanto à capacidade de reaproveitamento agrícola do nutriente. Vale ressaltar que as diferenças percentuais de concentração são menores que as eficiências de remoção, uma vez que se tem a diminuição do volume do efluente devido a evapotranspiração dos cultivos.

As plantas possuem um papel importante na remoção de P_2O_5 e PO_4^{3-} , sendo assim existe uma forte correlação entre a espécie vegetal e a redução na concentração de fósforo da água residuária (MATOS et al., 2009). No SAC cultivado com Capim Vetiver, apresentou uma redução de concentração

de P em 22,18% e no cultivado com Taboa a redução foi de 27,18%; valores bem superiores aos encontrados por Tanner, et al. (1995) e Stottemeister, et al. (2003) apresentando 5,3% e 5% de remoção, respectivamente, cultivando arroz. Ramos (2016) obteve 1,19% de remoção com o cultivo do Vetiver no SAC onde foi tratada a água residuária de suinocultura.

Verifica-se que a Taboa apresentou elevada capacidade na extração de fósforo quando comparadas a outras espécies vegetais com 27,18% de eficiência em remoção. O valor é mais alto que o resultado obtido por Brasil (2005) que obteve 13% de eficiência na remoção.

Em estudo realizado por Duarte (2019) foi feita análise comparativa entre SAC cultivado em Taboa e SAC cultivado com Vetiver, apesar das remoções percentuais médias de 26,5% e 30,1%, respectivamente, a diferença entre as etapas de tratamento não apresentaram diferença significativa.

Por fim, no que diz respeito a taxas individuais, os sistemas alagados construídos cultivados com Capim Vetiver e Taboa obtiveram taxas significativas de remoção demonstrando eficiência na proposta de utilização deste efluente tratado na fertirrigação agrícola.

6. CONCLUSÕES

Com base nos resultados analisados, conclui-se que as duas espécies vegetais analisadas (Capim Vetiver e Taboa) cultivadas em SAC apresentam bom desempenho na remoção de fósforo da água residuária de bovinocultura de leite. A possibilidade de aproveitamento da ARB tratada em uma fertirrigação pode ser uma alternativa economicamente viável, porém, apesar dos resultados promissores, é imprescindível examinar outros aspectos associados à contaminação das plantas e solos, no intuito de garantir o uso desse efluente como fonte de nutrientes para as plantas.

AGRADECIMENTOS

Às instituições que viabilizaram auxílio financeiro para pesquisa e concessão de bolsas ao longo do período de atividades de pesquisa e extensão realizadas: AGEVAP; CFMA/FIOTEC; Embrapa – Agrobiologia; FAPERJ; PPGCTIA e; UFRRJ.

Ao EMBIO, seus pesquisadores, parceiros de pesquisa e publicações, que seguem proporcionando a inovação na agropecuária.

À população e aos empreendedores que abraçaram os SACs como solução ao saneamento e sustentabilidade de atividades.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Gilda V. **Tratamento de água residuária de bovinocultura de leite, utilizando leitos cultivados**. 56p Dissertação (Mestre em Engenharia Agrícola e Ambiental). Instituto de Tecnologia, Departamento de Engenharia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2016.

BATISTA, Marcelo A.*et al.* **Princípios de fertilidade do solo, adubação e nutrição mineral**. In: BRANDÃO FILHO, J.U.T., FREITAS, P.S.L., BERIAN, L.O.S., and GOTO, R., comps. Hortaliças-fruto [online]. Maringá: EDUEM, 2018, pp. 113-162. ISBN: 978-65-86383-01-0.

BRASIL, Mozart S.*et al.* Qualidade do efluente de sistemas alagados construídos, utilizados no tratamento de esgoto doméstico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 9, 2005.

DUARTE, João B. **Tratamento de água residuária de bovinocultura de leite, utilizando sistema piloto de tratamento de efluente**. 58p. Dissertação (Mestre em Engenharia Agrícola e Ambiental). Instituto de Tecnologia, Departamento de Engenharia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2019.

JORGE, Marcos F. **Tratamento e disposição final de águas residuárias de bovinocultura em solos sob manejo orgânico de produção de olerícolas**. 170 p. Tese (Doutorado em Ciência, Tecnologia e Inovação em Agropecuária). Pró - Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2018.

MARONEZE, Mariana M. *et al.* A tecnologia de remoção de fósforo: gerenciamento do elemento em resíduos industriais. **Revista Ambiente e Água**, Taubaté, Brasil, n. 9, 23 maio 2014.

MATOS, Antonio T.; FREITAS, W. S.; LO MONACO, P. A. V. Capacidade extratora de diferentes espécies vegetais cultivadas em sistemas alagados utilizados no tratamento de águas residuárias da suinocultura. **Revista Ambiental & Água**, Taubaté, v. 4, n. 2, p. 31-45, 2009.

MELO, Antonio C. F. **Tratamento de água residuária de bovinocultura de leite, utilizando sistema de alagado construído cultivado com capim vetiver (*chrysopogon zizanioides*)**. 90p. Dissertação (Mestre em Engenharia Agrícola e Ambiental). Instituto de Tecnologia, Departamento de Engenharia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2017.

MAPA, Ministério da Agricultura e Pecuária. **MAPA DO LEITE: Políticas Públicas e Privadas para o Leite**. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/mapa-do-leite>>. Acesso em 20 jun. 2023.

RAMOS, Nilton F. S. *et al.* Tratamento de águas residuárias de suinocultura em sistemas alagados construídos, com *Chrysopogon zizanioides* e *Polygonum punctatum* cultivadas em leito de argila expandida. **Eng Sanit Ambient**, v.22, fev 2016.

STOTTEMEISTER, Ulrich *et al.* **Effects of plants and microorganisms in constructed wetlands for wastewater treatment**. *Biotechnology Advances*, v. 22, p. 93-11, 2003.

TANNER, Chris C. *et al.* **Effect of loading rate and planting on treatment of dairy farm wastewaters in constructed wetlands—I. Removal of oxygen demand, suspended solids and faecal coliforms**. *Water Research*, v. 29, n. 1, p. 17-26, 1995.