

Sistema alagado construído com cultivo de arroz utilizado para tratamento de água residuária de bovinocultura de leite

Jéssica Licurgo Licurgo Nascimento da Silva¹, Gilda Vieira Vieira de Almeida¹, Dinara Grasiela Grasiela Alves¹, Leonardo Duarte Duarte Batista da Silva¹

¹*Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRJ*

RESUMO

Tendo em vista a elevada quantidade de dejetos produzidos diariamente por bovinos de leite, sendo apresentado como um dos maiores problemas em sistemas de manejo intensivo, o destino final dos resíduos nas instalações animais tem se constituído num desafio para criadores e especialistas, pois envolve aspectos econômicos, técnicos e sanitários. Além disso, os efluentes orgânicos oriundos de sistemas de produção leiteira confinada, quando lançados num corpo receptor, provocam alterações físicas e químicas nos mananciais, oferecem riscos à saúde pública e ao abastecimento, porque podem estar presentes na água potável elementos patogênicos e/ou tóxicos. O presente trabalho teve como objetivo realizar avaliação da eficiência do sistema alagado construído com cultivo de arroz utilizado para a remoção de poluentes presentes na água residuária de bovinocultura de leiteira. Neste tratamento é utilizado o sistema substrato-planta-microrganismos como reator para a depuração dos resíduos. Através das análises realizadas foi possível concluir que no sistema alagado construído com cultivo de arroz houve remoção significativa de poluentes, principalmente na remoção de turbidez, nitrito e matéria orgânica. O arroz cultivado mostrou-se bem adaptado ao sistema, sem sintomas de fitotoxidez nem deficiência nutricional, além disso, apresentou um desenvolvimento vegetativo satisfatório.

Palavras-chave: Sistema alagado construído; recursos hídricos; resíduos; reuso; tratamento biológico.

INTRODUÇÃO

A elevada produção de dejetos excretados diariamente por bovinos de leite é apontada como um dos maiores problemas encontrados em sistemas de manejo intensivo, tornando-se um grande desafio para criadores e especialistas, envolvendo aspectos econômicos, técnicos e sanitários. Além disso, quando eliminada de forma incorreta, lançando em corpos receptores, os efluentes orgânicos provenientes do sistema de produção leiteira confinada, passa por alterações físicas e químicas nos mananciais, elevando o risco à saúde pública e ao abastecimento, pois na água potável podem conter patógenos e/ou elementos tóxicos (SILVA e ROSTON, 2010). Logo, é imprescindível que haja tratamento da disposição final dos efluentes.

Existem tecnologias utilizadas no tratamento de efluentes, dentre elas, destaca-se o Sistema Alagado Construído (SAC) cultivado geralmente com macrófitas aquáticas, sendo apresentado como uma técnica ambiental economicamente viável, utiliza-se o sistema substrato-planta-microrganismos e a radiação solar como reatores para a depuração dos resíduos. O tratamento de água residuária em SAC vem se mostrando eficiente na remoção de matéria orgânica, fósforo, sólidos suspensos totais e demais poluentes (CUI *et al.* 2015; FAN *et al.* 2013; LI *et al.* 2014; VYMAZAL, 2011).

Os SACs usam recursos naturais e renováveis, apresentando fácil operação, manutenção e baixo custo, sendo indicados para aplicação em regiões carentes de saneamento básico, adequando-se perfeitamente aos países de clima tropical, como é o caso do Brasil (MAZZOLA *et al.*, 2005). A cultura utilizada no SAC é capaz de fornecer informações sobre a qualidade da água

residuária, por esse motivo realiza-se biomonitoramento e avaliação do desenvolvimento da cultura, nesse caso, do arroz (*Oryza sativa*), que apresenta boa adaptação ao sistema (FERREIRA, 2012), assim a cultura realiza a fitorremediação, removendo alguns poluentes presentes no sistema, contribuindo para a sua qualidade do produto final.

OBJETIVO

O presente trabalho teve como objetivo geral realizar avaliação da eficiência do Sistema Alagado Construído (SAC) com cultivo de arroz (*Oryza sativa*) no tratamento de água residuária de bovinocultura leiteira.

METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido na área experimental do Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), conhecida como “Fazendinha Agroecológica” localizada no município de Seropédica, no Estado do Rio de Janeiro (latitude 22°48'00''S; longitude 43°41'00''W; altitude de 33 metros). Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é classificado como Aw, com chuvas concentradas de novembro a março, precipitação anual média de 1.213 mm e temperatura média anual de 24,5°C (CARVALHO *et al.*, 2006).

A estação piloto de tratamento é composta, em sequência, por: caixa receptora de água residuária de bovinocultura (ARB), tanque de sedimentação, filtro anaeróbio, filtro de material inerte, caixa reguladora de vazão e SAC de fluxo horizontal subsuperficial de alvenaria e impermeabilizado com lona de PVC, sendo preenchido com brita 1 mm até a altura de 40 cm e superficialmente por 5 cm de areia servindo de substrato fixador para a cultura, a área superficial é de 4 m² (Figura 1).

O experimento teve duração de 5 meses, sendo conduzido entre março a agosto de 2015. O SAC era alimentado duas vezes por dia com 250 litros de água residuária, de manhã e a tarde, permanecendo no sistema por 41 horas. Foi utilizada a variedade *SCS 116 Satoru*, com produção de mudas em sementeiras, e transplante de 126 plantas para o SAC após 21 dias. O término do experimento ocorreu com a colheita do arroz em produção, após 143 dias germinados. O sistema alagado construído foi subdividido em setores de um metro, totalizando quatro setores; em cada, foram coletadas 5 plantas ao acaso, excluindo sempre a bordadura. As características analisadas foram: massa seca da raiz e da parte aérea e comprimento de raiz e parte aérea. A massa seca foi obtida através da utilização de estufa a 60°C por 72 horas para secar a raiz e parte aérea. Todos os resultados provenientes das análises foram submetidos ao teste de Tukey com 0,05 de variância para as médias. Foram coletadas do SAC, amostras de água residuária para avaliação da eficiência do sistema, as análises realizadas foram: pH, turbidez, nitrato, fósforo, nitrogênio total Kjeldahl, cor, nitrito, amônia e demanda química de oxigênio (DQO). No Laboratório de Monitoramento Ambiental I – Água e Efluentes do Departamento de Engenharia da UFRRJ foram realizadas as análises, de acordo com o protocolo do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1999).



Figura 1 - A: Sistema alagado construído cultivado com arroz; B: Tanque de sedimentação, filtro de brita e filtro orgânico.

Tabela 1 - Parâmetros da água residuária de bovinocultura leiteira antes de receber tratamento.

Parâmetros	Média dos valores
pH	6,79
Turbidez (FTU)	475,19
Nitrato (mg.L ⁻¹)	46,84
Fósforo (mg.L ⁻¹)	75,92
Nitrogênio Total Kjeldahl (mg.L ⁻¹)	120,88
Cor (PtCo)	6722,17
Nitrito (mg.L ⁻¹)	2,17
Amônia (mg.L ⁻¹)	229,92
Demanda Química de Oxigênio (mg.L ⁻¹)	1973,80

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Detectou-se eficiência do SAC no tratamento de água residuária, pois em todos os parâmetros analisados foi observado redução de concentração na saída do sistema. A falta de controle rígido sobre a água provinda do curral da bovinocultura de leite para alimentar o sistema, é a explicação para os valores de desvio padrão elevados. Quanto às análises realizadas na água residuária tratada: O pH se manteve neutro ao longo do sistema; o nitrito manteve a concentração reduzida, sendo indicativo de ambiente aeróbico na zona radicular (SOUZA *et al.*,2000); a demanda química de oxigênio (DQO) continuou elevada no sistema, indicando que a carga orgânica foi mantida; nas concentrações médias para turbidez, N amoniacal, fosfato e nitrato foi possível observar uma baixa redução, sendo indicativo de poder poluente ainda presente na água tratada, por esse motivo, considerando critérios ambientais e agrônômicos, deve ser incentivado formas de reuso da água, principalmente na agricultura, como a fertirrigação.

Tabela 2 - Análises referentes às médias e desvio padrão da entrada e saída do sistema alagado construído.

Parâmetros	Entrada**	Saída**
pH	7,2 ± 0,2	7,1 ± 0,1
Nitrito (mg.L ⁻¹)	0,9 ± 0,2	0,6 ± 0,15
Demanda Química de Oxigênio (mg.L ⁻¹)	987,6 ± 668,6	645,8 ± 374,3
Turbidez (FTU)	148,7 ± 38,7	86,4 ± 32,2
Amônia (mg.L ⁻¹)	212,2 ± 162,7	171,9 ± 129,2
Fósforo* (mg.L ⁻¹)	59,5 ± 16,6	52,1 ± 16,6
Nitrato (mg.L ⁻¹)	16,8 ± 3,5	14,5 ± 4,4
Cor (PtCo)	3106,2 ± 897,1	2464,6 ± 953,0
Nitrogênio Total Kjeldahl (mg.L ⁻¹)	85,5 ± 23,4	70,9 ± 19,5

*Os valores de fósforo foram medidos na forma de ortofosfato (PO₄);

** Os valores foram obtidos com a avaliação de 6 amostras;

A análise de DQO também contabilizou lipídio, proveniente das fezes dos animais e em grande quantidade na água residuária, sendo de difícil digestão por microrganismo, seria necessário um maior tempo de detenção da água no sistema para a remoção adequada e diminuição da carga orgânica. Algumas soluções podem ser apontadas, como a utilização de Sistema Alagado Construído de maior comprimento e/ou uma redução na alimentação com água residuária, além disso, pode ser introduzido um sistema com fluxo vertical para melhor oxigenação, antecedendo o de fluxo horizontal.

Foram realizadas avaliações da eficiência do sistema: houve remoção média de turbidez de 43%, sendo influenciada diretamente pela pluviosidade, que em intensidade, diluiu a água residuária no sistema; 12,3% de fósforo foram removidos, sendo uma porcentagem baixa, por esse motivo, são aconselhados a utilização de substratos como argila de baixo peso e escória

industrial, de alta capacidade de adsorção; A remoção de nitrato foi de 14%, através de desnitrificação ou absorvido pela cultura (SAEED *et al.*, 2012); houve remoção de cor em 21%; o parâmetro turbidez é removido pela filtração da água pelo sistema; o nitrito possui boa remoção, cerca de 36% e o nitrogênio total Kjeldahl (NTK) teve 17% de remoção pelo SAC. Diferente do tempo de retenção de água observado pelo experimento, segundo Oliveira *et al.* (2015) o ideal para remoção eficiente de todos os parâmetros analisados é superior a dois dias.

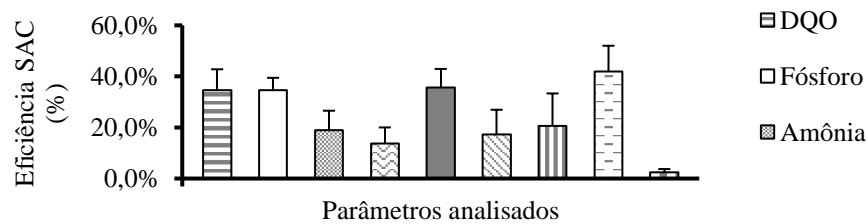


Figura 2 - Eficiências de remoção e desvio padrão dos parâmetros demanda química de oxigênio (DQO), fósforo, amônia, nitrato, nitrito, nitrogênio total Kjeldahl (NTK), cor, turbidez e pH utilizando o SAC de fluxo horizontal subsuperficial cultivado com arroz.

É de extrema importância destacar que o setor 1 recebeu água residuária concentrada, pois se localiza próximo a alimentação do sistema, diferente do setor 4, com localização mais distante. As substâncias poluentes encontradas em maior concentração na água residuária de bovinocultura (ARB) no primeiro setor não afetaram o desenvolvimento das plantas nessa região, nem provocaram danos e/ou toxidez à cultura, sendo verificado acúmulo de massa seca estatisticamente superior, da parte aérea e da raiz, quando comparado com o último setor. Quanto mais próximo do último setor, maior foi o desenvolvimento em comprimento, das raízes, que tenderam a crescer em busca dos nutrientes, menos concentrados nesse setor, e com fluxo subsuperficial já estabelecido. Houve homogeneidade do comprimento da parte aérea da cultura em todos os setores do SAC, podendo ser explicado pelo máximo desenvolvimento ter sido atingido pelas plantas. Não houve sintomas de deficiência nutricional, nem fitotoxidez encontrados na cultura, além disso, o arroz mostrou ser bem adaptado ao sistema, tendo bom desenvolvimento, através dos nutrientes fornecidos pela ARB.

Tabela 3 - Valores médios de massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), comprimento da raiz (CR) e comprimento da parte aérea (CPA) da cultura do arroz ao longo do sistema alagado construído.

SETOR	MSPA(g)	MSR(g)	CR(cm)	CPA(cm)
S1	91,2 a	79,6 a	26 b	97,2 ^{ns}
S2	70,4 b	38,1 b	30,2 ab	98,2 ^{ns}
S3	75,9 ab	43,2 b	35 a	101,0 ^{ns}
S4	69,3 b	39,8 b	37,2 a	100,2 ^{ns}

^{ns} – não significativo a 5% de significância pelo teste Tukey

Valores em uma mesma coluna, seguidos por letras idênticas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de significância.

CONCLUSÕES

Através das análises realizadas foi possível concluir que no sistema alagado construído com cultivo de arroz houve remoção significativa de poluentes, principalmente na remoção de turbidez, nitrito e matéria orgânica. O arroz cultivado mostrou-se bem adaptado ao sistema, sem sintomas de fitotoxidez nem deficiência nutricional, além disso, apresentou um desenvolvimento vegetativo satisfatório.

REFERÊNCIAS

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 20thed. New York: APHA, WWA, WEF, 1999, 1325 p.
- CARVALHO, D.F.; SILVA, L.D.B.; FOLEGATTI, M.V.; COSTA, J.R.; CRUZ, F.A. Avaliação da evapotranspiração de referência na região de Seropédica-RJ, utilizando lisímetro de pesagem. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v.14, n.2, 2006, p.108-116.
- CUI, L.; OUYANG, Y.; YANG, W.; HUANG, Z.; XU, Q.; YU, G. Removal of nutrients from septic tank effluent with baffle subsurface flow constructed wetlands. *Journal of Environmental Management*, V. 153, 2015, p. 33-39.
- FAN, J.; WANG, W.; ZHANG, B.; GUO, Y.; NGO, H. H.; GUO, W.; ZHANG, J.; WUA, H. Nitrogen removal in intermittently aerated vertical flow constructed wetlands: Impact of influent COD/N ratios. *Bioresource Technology*, v. 143, 2013, p. 461-466.
- FERREIRA, D. C. Pós-tratamento de água residuária da suinocultura em sistemas alagados construídos combinados. Lavras: UFLA, 2012. 227 p. (Tese de Doutorado).
- LI, Y.; ZHU, G.; NG, W. J.; TAN, S. K.; A review on removing pharmaceutical contaminants from wastewater by constructed wetlands: Design, performance and mechanism. *Science of the Total Environment*, v. 468-469, 2014, p. 908-932.
- MAZZOLA, M.; ROSTON, D.M.; VALENTIM, M.A.A. Uso de leitos cultivados de fluxo vertical por batelada no pós-tratamento de efluente de reator anaeróbio compartimentado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.9, n.2, 2005, p.276-283.
- MENDES, A.A.; CASTRO, H.F.; PEREIRA, E.B.; JÚNIOR, A.F. Aplicação de lipases no tratamento de águas residuárias com elevados teores de lipídeos. *Revista Química Nova*, v.28, n.2, 2005, p.296-305.
- SAEED, T.; SUN, G. A review on nitrogen and organics removal mechanisms in subsurface flow constructed wetlands: Dependency on environmental parameters, operating conditions and supporting media. *Journal of Environmental Management*, v.112, p.429-448. 2012.
- SILVA, E.M. da; ROSTON, D.M. Tratamento de efluentes de sala de ordena de bovinocultura: lagoas de estabilização seguidas de leito cultivado. *Engenharia Agrícola*, v.30, n.1, 2010, p. 67-73.
- SOUSA, J. T. DE; HAANDEL, A. C. V.; COSENTINO, P. R. da S.; GUIMARÃES, A. V. A. Pós-tratamento de efluente de reator UASB utilizando sistemas “wetlands” construídos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.4, 2000, n.1, p. 87-91.
- VYMAZAL, J. Plants used in constructed wetlands with horizontal subsurface flow: a review. *Hydrobiologia*, v.674, n.1, 2011, p. 133-156.
- VYMAZAL, J. Removal of nutrients in various types of constructed wetlands. *Science of the Total Environment*, v. 380, 2007, n. 1-3, p. 48-65.