



**Remoção de nitrogênio em água residuária de bovinocultura de leite, utilizando *wetland* construído cultivado com Taboa, Capim Vetiver e Arroz**  
*Nitrogen removal in cattle wastewater using constructed wetlands cultivated with Cattail, Vetiver Grass and Rice*

BRITO, Wesley da Silva<sup>1</sup>; FERREIRA, Emyli Tiba<sup>1</sup>; FREITAS, Gabriel Ouverney<sup>2</sup>; ANTONIO, Paz Paulo<sup>3</sup>; JORGE, Marcos Filgueiras<sup>4</sup>; BATISTA DA SILVA, Leonardo Duarte<sup>5</sup>.

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, wes.agriamb@gmail.com, emylitibaferreira@gmail.com; <sup>2</sup> Graduando em Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, gabriel.storv@gmail.com; <sup>3</sup> Mestrando em Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, pazagronomo@ufrj.br; <sup>4</sup> Pós-doutorando em Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, filgueiras\_jorge\_marcos@hotmail.com; <sup>5</sup> Professor da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, monitoreambiental@gmail.com.

## RESUMO EXPANDIDO

### Eixo Temático: Manejo de agroecossistemas

**Resumo:** Em virtude da quantidade demasiada de nitrogênio contida na água residuária de bovinocultura de leite, criou-se a necessidade de tratar os resíduos ali produzidos. Por consequência, este trabalho teve como objetivo avaliar a remoção de nitrogênio na ARB em alagado construído cultivado com três distintos cultivos: Taboa (*Typha domingensis*); Capim vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) e Arroz (*Oryza sativa*); em três épocas distintas: 2018, 2017 e 2016, respectivamente, no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica- RJ. As avaliações se deram por meio de análises físico-químicas realizadas em amostras do afluente e efluente dos *wetlands* cultivados. As eficiências de remoção de diferentes formas de nitrogênio (N-amoniaco; N-nitrito; N-nitrato; NTK-nitrogênio total Kjeldhal) foram avaliadas, permitindo-se concluir que ambos foram satisfatórios ao tratar a ARB, embora o período cultivado com o capim vetiver tenha alcançado eficiência superior às demais espécies vegetais.

**Palavras-chave:** Ciclagem de nutrientes; Saneamento rural; Soluções baseadas na natureza; Tratamento descentralizado; zona de raízes.

## Introdução

O Brasil é o terceiro maior produtor de leite no mundo (FAO, 2019). Segundo informações de 2021 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/Pesquisa da Pecuária Municipal (IBGE/PPM), a produção de leite no Brasil é de 35,3 bilhões de litros. No entanto, a criação de gado leiteiro é comumente feita a partir de sistemas de manejo intensivo por confinamento. Já é sabido que esse sistema gera uma quantidade excessiva de resíduos com um potencial poluidor (JORGE et al., 2022).

Em razão da quantidade demasiada de matéria orgânica e da alta taxa de nitrogênio contida nesses dejetos (LIMA et al., 2019), o descarte desse resíduo sem



tratamento em corpos hídricos pode provocar a eutrofização dos mesmos. Visto que, a alta carga de nitrogênio, tem como consequência o aumento de fitoplâncton; implicando na mudança do ecossistema parautrófico ou hipereutrófico (ESTEVES, 1998), resultando na aparição de florações de microalgas ou o crescimento massivo de macrófitas aquáticas. Em virtude desse processo acaba-se gerando danos não só à fauna daquele local, mas também às comunidades próximas (BARRETO, 2013).

Portanto, cria-se uma alta demanda para tratar esses resíduos de forma técnica e eficiente. Por conta da alta quantidade de nitrogênio proveniente dos resíduos, o uso de sistemas *wetlands* (terra úmida) construídos cultivados torna-se uma alternativa para o tratamento da água residuária.

A expressiva carga nutritiva da água residuária é de extrema importância para a atividade Agroecológica, uma vez que possibilita, de forma orgânica, a fertirrigação e a diminuição de custos com adubação. Ademais, favorece também a correção de contaminantes microbiológicos por meio da competição (JORGE et al. 2017).

O objetivo do estudo foi avaliar a remoção de nitrogênio na água residuária de bovinocultura de leite em *wetland* construído cultivado com três distintos cultivos: Taboa (*Typha domingensis*); Capim vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) e Arroz (*Oryza sativa*); em três épocas distintas: 2018, 2017 e 2016, respectivamente; em um sistema orgânico de produção, em Seropédica, RJ.

## Metodologia

O trabalho foi desenvolvido na área do Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), também conhecido como “Fazendinha Agroecológica km 47”, é resultado de uma parceria entre a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Agrobiologia (EMBRAPA Agrobiologia), a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (PESAGRO – RIO) e Colégio Técnico da UFRRJ (CTUR).

Neste trabalho foi utilizado água residuária de bovinocultura de leite (ARB), proveniente do curral e da sala de ordenha do SIPA. A ARB analisada foi obtida em três diferentes períodos experimentais: cultivada com Taboa (*Typha domingensis*; JORGE, 2018), cultivada com Capim vetiver (*Chrysopogon zizanioides*; MELO, 2017) e cultivada com Arroz (*Oryza sativa*; ALMEIDA, 2016). A ARB foi conduzida por gravidade para uma estação piloto de tratamento.

A unidade piloto de tratamento (UTP) da ARB é constituída por quatro estruturas: tanque séptico, filtro anaeróbio de fluxo ascendente, e *wetland* (terra úmida) construído (SAC).

A caracterização da ARB e análise dos efluentes tratados foram realizadas no Laboratório de Monitoramento Ambiental I – “Água e Efluentes” da UFRRJ. As



análises foram realizadas conforme recomendado pelo “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2012).”; sendo determinados os seguintes parâmetros: nitrogênio amoniacal ( $\text{N-NH}_4^+$ ), nitrito ( $\text{N-NO}_2^-$ ), nitrato ( $\text{N-NO}_3^-$ ) e nitrogênio total Kjeldahl (NTK).

As análises realizadas foram feitas por meio da coleta de amostras da ARB afluenta (entrada) e efluente (saída) do *wetland* construído, ao longo dos cultivos.

Para avaliação da eficiência de remoção foi considerado o balanço de massa e não a concentração antes e depois do *wetland* construído, pois o volume do afluenta é maior que o volume de efluente devido a evapotranspiração dos cultivos no *wetland* construído.

As análises de resultados foram realizadas por meio do software Sisvar 5.6 (Ferreira, 2011), submetidos à análise da variância e teste de médias.

## Resultados e Discussão

As concentrações médias de distintas formas de nitrogênio ( $\text{N-NH}_4^+$ ;  $\text{N-NO}_2^-$ ;  $\text{N-NO}_3^-$ ; NTK); afluenta e efluente do *wetland* (terra úmida) construído cultivado com três cultivos diferentes (Taboa, Capim Vetiver, e Arroz), em três épocas distintas são apresentados na Tabela 1.

Vale ressaltar a variabilidade dos resultados apresentados é influenciada por diversos fatores, podendo-se destacar alguns: capacidade de remoção do cultivo, condições climáticas e ambientais, evapotranspiração dos cultivos, variabilidade das concentrações da ARB, sazonalidade de ocupação das instalações pelos animais, variabilidade alimentar por se tratar de um sistema orgânico de produção, dentre outras.

**Tabela 1** – Concentrações médias de distintas formas de Nitrogênio, afluenta e efluente do *wetland* construído cultivado com três cultivos diferentes (Taboa, Capim Vetiver, e Arroz), em três épocas distintas, em Seropédica, RJ.

| Formas de N                         | Taboa    |          | Capim Vetiver |          | Arroz    |          |
|-------------------------------------|----------|----------|---------------|----------|----------|----------|
|                                     | Afluente | Efluente | Afluente      | Efluente | Afluente | Efluente |
| $\text{N-NH}_4^+(\text{mg.L}^{-1})$ | 123,75   | 85,73    | 161,03        | 108,84   | 212,17   | 171,92   |
| $\text{N-NO}_2^-(\text{mg.L}^{-1})$ | 0,26     | 0,12     | 0,26          | 0,19     | 0,95     | 0,61     |
| $\text{N-NO}_3^-(\text{mg.L}^{-1})$ | 3,33     | 2,15     | 3,07          | 2,79     | 9,44     | 8,82     |
| NTK ( $\text{mg.L}^{-1}$ )          | 110,00   | 72,15    | 99,18         | 87,84    | 85,50    | 70,79    |

Observa-se na Figura 1 que os valores de concentração média nas entradas sempre foram superiores aos da saída, indicando que em todos os casos ocorreram remoções de nitrogênio no *wetland* construído, independente do cultivo.



Analisando a tabela percebe-se que o  $\text{N-NH}_4^+$  apresentou maior concentração, visto que nitrato e nitrito ocorrem em ambiente oxigenados.

As eficiências médias de remoção das distintas formas de nitrogênio amoniacal ( $\text{N-NH}_4^+$ ), nitrito ( $\text{N-NO}_2^-$ ), nitrato ( $\text{N-NO}_3^-$ ) e nitrogênio total Kjeldahl (NTK); antes (entrada) e após (saída) do *wetland* construído cultivado com três cultivos diferentes (Taboa, Capim Vetiver, e Arroz), em três épocas distintas são apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2** -Eficiências de remoção de Nitrogênio, para um *wetland* construído com três cultivos diferentes (Taboa, Capim Vetiver, e Arroz), em três épocas distintas, em Seropédica, RJ.

|                      | Taboa          | Capim Vetiver  | Arroz          |
|----------------------|----------------|----------------|----------------|
| Formas de Nitrogênio | Eficiência (%) | Eficiência (%) | Eficiência (%) |
| $\text{N-NH}_4^+$    | 19,50b         | 31,51a         | 26,30a         |
| $\text{N-NO}_2^-$    | 80,98a         | 78,30a         | 80,78a         |
| $\text{N-NO}_3^-$    | 65,19a         | 59,77a         | 25,00b         |
| NTK                  | 25,21b         | 36,56a         | 37,39a         |

Analisando inicialmente nitrogênio amoniacal ( $\text{N-NH}_4^+$ ), observa-se um decaimento de 31,51% para o Capim Vetiver, 26,30% para o Arroz e 19,50% para a Taboa. A remoção do  $\text{NH}_4^+$  no SAC pode ser justificada pela injeção de oxigênio, por meio das culturas, favorecendo assim o processo de oxidação até se transformar em nitrato, processo ele chamado de nitrificação (SAEED et al., 2014), podendo também ser absorvido pelas culturas. A eficiência de remoção de nitrogênio amoniacal não apresentou diferença estatística entre o Capim Vetiver e o Arroz e diferiu da Taboa.

No caso do Nitrito ( $\text{N-NO}_2^-$ ), apresentou uma remoção igual a 80,99% para a Taboa, 80,78% para o Arroz e 78,30% para o Capim Vetiver; evidenciando uma remoção similar entre os cultivos (não diferiram estatisticamente). O  $\text{NO}_2^-$  é um íon que se apresenta em condições intermediárias de reação, uma vez que é formado na oxidação do amônio a nitrato durante o processo de nitrificação, sendo comum sua baixa concentração em sistemas alagados (PELISSARI, 2013).

Já o nitrato ( $\text{N-NO}_3^-$ ), nota-se valores correspondentes a remoção de 65,19% para a Taboa, 59,77% para o Capim Vetiver e 25,00% para o Arroz. Nota-se que os valores da Taboa e do Capim Vetiver foram próximo (estatisticamente semelhantes) e que o Arroz apresentou uma menor eficiência de remoção, quando comparado com os outros cultivos.

O processo responsável pela retirada de  $\text{N-NO}_3^-$  denomina-se desnitrificação. Sucede em ambientes com baixo teor de oxigênio, sendo a parte inferior do *wetland* mais favorável para esse processo, em que o nitrato é reduzido a nitrogênio atmosférico (KRAUSE, 2006).



Por último, comparando-se a eficiência de remoção do NTK, que consiste no somatório do nitrogênio orgânico com o amoniacal, observa-se uma remoção de 36,56% no Capim Vetiver, 31,39% no Arroz e 25,21% na Taboa. Semelhante ao nitrogênio amoniacal a Taboa diferiu estatisticamente do Capim Vetiver e do Arroz. Visto que, Matos et al. (2012), trabalhando com o cultivo Tifiton-85 e Capim Elefante, alcançaram uma redução de 14% até 70% do NTK com água residuária de indústria de laticínios.

## Conclusões

Com base na análise dos resultados, conclui-se que as três espécies vegetais analisadas (Taboa, Capim Vetiver e Arroz) cultivadas em um *wetland* (terra úmida) construído, apresentaram um desempenho satisfatório na remoção de nitrogênio amoniacal ( $\text{N-NH}_4^+$ ), nitrogênio nítrico ( $\text{N-NO}_2^-$ ), nitrogênio nitrato ( $\text{N-NO}_3^-$ ), nitrogênio total Kjeldhal (NTK) da água residuária de bovinocultura de leite demonstrando-se ser uma alternativa eficiente para a remoção de nitrogênio em água residuária de bovinocultura de leite.

## Referências bibliográficas

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

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA); AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA); WATER ENVIRONMENT FEDERATION (WEF). (2012) **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 22. ed. Washington: APHA/AWWA/WEF. p. 1360.

FAO - **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. FAO STAT - Livestock Primary. Roma, Italy, 2019. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL>

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Pesquisa Pecuária Municipal**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html>>. Acesso em 31 mai. 2023.

JORGE, Marcos. F. **Tratamento e disposição final de águas residuárias de bovinocultura em solos sob manejo orgânico de produção de olerícolas**. 2018. 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.

JORGE, Marcos. F et al. **Tomato fertigation with dairy cattle wastewater.** Horticultura Brasileira, v. 35, n. 2, p. 230–234, 2017.

KRAUSE, Luiz. G. T. **Influência das relações DQO/n e S0/X0 na atividade de microrganismos desnitrificantes.** Florianópolis: UFSC. 108p. 2006. (Dissertação de mestrado).

LIMA, Carlos. J. et al. **Soil changes and yield of maize fertilized with swine wastewater.** Revista Caatinga, v.32, n.1, 167-178, 2019.

MATOS, Antonio. T.; ABRAHÃO, Sérgio. S.; LO MONACO, Paola. A. V.; **Eficiência de sistemas alagados construídos na remoção de poluentes de águas residuárias de indústria de laticínios.** Eng. Agríc., Jaboticabal, v.32, n.6, p.1144-1155, nov./dez. 2012

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 (Mestrado em Engenharia Agrícola e Ambiental), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2017.

PELLISSARI, Catiane. **Tratamento de efluente proveniente da bovinocultura de leite empregando Wetlands construídos de escoamento subsuperficial.** Santa Maria: UFSM, 2013. 147p. (Tese de Mestrado).

SAEED, Tanveer; SUN, Guangzhi. **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. 2014.