

CONSEGUIMOS MANTER A ATIVIDADE NITRIFICANTE DE UM REATOR OPERANDO EM ESCALA REAL PELA AUSÊNCIA PROLONGADA DE AERAÇÃO?

Helôisa CAMPEÃO RODRIGUES¹, Bruno VENTURIN², Alice CHIAPETTI BOLSAN¹, Camila Ester HOLLAS², Marina CELANT DE PRÁ¹, Fabiane Goldschmidt ANTES³, Airton KUNZ^{2,3}

1. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos – PR - Brasil, heloisarodrigues@alunos.utfpr.edu.br, alice1bolsan@gmail.com, marinapra@utfpr.edu.br
2. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel – PR - Brasil, brunoventurin583@gmail.com, camila.hollas@gmail.com
3. Embrapa Suínos e Aves, Concórdia – SC – Brasil, fabiane.antes@embrapa.br, airton.kunz@embrapa.br

RESUMO

A passagem de um tornado no município brasileiro de Videira - SC ocasionou um problema operacional em um sistema de tratamento de dejetos de suínos (SISTRATES[®] - [youtube.com/watch?v=xn5p1CMnH3s](https://www.youtube.com/watch?v=xn5p1CMnH3s)), resultando no não fornecimento de energia elétrica e interrupção da aeração do reator nitrificante por 5 dias. O tratamento consiste de um sistema de nitrificação e desnitrificação do tipo Lutzack-Ettinger modificado e recebe efluente de biodigestores de lagoa coberta (150 m³ dia⁻¹). Após a perturbação, uma cinética nitrificante foi realizada e verificou-se que a atividade específica do lodo era de 7,35 mgN g_{SSV}⁻¹h⁻¹. Assim, este trabalho propôs a avaliação da atividade específica nitrificante e da viabilidade de uso do lodo nitrificante diante diferentes períodos de privação de amônia e oxigênio. Para isso, realizaram-se ensaios cinéticos de consumo de amônia em amostra do lodo do reator nitrificante, sob condições controladas de pH (8,24 ± 0,16), temperatura (18 ± 3°C) e oxigênio dissolvido (1,4 ± 0,6 mg L⁻¹), em diferentes tempos de armazenamento (0, 4, 7, 11, 14, 20 e 31 dias). Os resultados obtidos mostram que a atividade específica no primeiro dia de privação, aqui considerado como dia 0, foi de 8,2 mgN g_{SSV}⁻¹ h⁻¹, diminuindo aproximadamente pela metade a partir do quarto dia (4,2 mg g_{SSV}⁻¹ h⁻¹) e mantendo-se constante até o décimo primeiro dia. Após esse período a atividade reduziu para 1,7 mgN g_{SSV}⁻¹ h⁻¹. Esses resultados indicam que mesmo com privação de amônia e oxigênio o lodo nitrificante proveniente de um sistema eficiente manteve sua atividade específica por cerca de onze dias, onde os microrganismos ainda apresentavam boa atividade nitrificante, permitindo assim a repartida do reator. Considerando que o fornecimento de energia elétrica em áreas rurais tende a ser instável, esse é um importante dado para tomada de decisões em caso de problemas operacionais, demonstrando a robustez do processo e indicando não ser necessário a reinoculação do reator para reestabelecer a atividade nitrificante.

Palavras-Chave: atividade específica; problemas operacionais; biomassa nitrificante.

1. INTRODUÇÃO

Há uma crescente preocupação ambiental relacionada ao descarte das águas residuárias provenientes de atividades industriais e agropecuárias, em especial aquelas contendo altas cargas de nitrogênio. Esses efluentes, quando descartados sem tratamento, podem apresentar diversos riscos ao ambiente aquático, como a eutrofização de rios e lagos, exposição da fauna e flora a patógenos nocivos, e alteração da qualidade das águas superficiais (Hauck et al. 2016; Wang et al. 2017). Nesse sentido, faz-se necessário o desenvolvimento e aplicação de tecnologias capazes de remover esses poluentes.

Para o nitrogênio, o processo mais usual é o de nitrificação-desnitrificação. A nitrificação é um processo autotrófico e aeróbio que pode ser dividido em duas etapas: a primeira delas consiste na oxidação do amônio até nitrito através da ação de bactérias oxidadoras de amônio (BOA); seguida da oxidação do nitrito a nitrato pelas bactérias oxidadoras de nitrito (BON). A desnitrificação é um processo heterotrófico que consiste na conversão do nitrato em nitrogênio gasoso a partir da atividade de bactérias redutoras de nitrato e nitrito.

A eficiência desses processos é influenciada por diversos parâmetros como oxigênio dissolvido (OD), pH, temperatura e tempo de retenção hidráulica (TRH). De acordo com Hidaka et al. (2002), o oxigênio dissolvido é o principal parâmetro a ser considerado, pois para que ocorra a oxidação de 1 mg de NH_3 são necessários 4,6 mg de O_2 , sendo que concentrações menores que $2,0 \text{ mgO}_2 \text{ L}^{-1}$ podem limitar a atividade das bactérias nitrificantes. Esses parâmetros são fundamentais para o controle operacional dos sistemas, visto que através deles é possível obter indicadores de estabilidade do processo.

Este trabalho apresenta um estudo de caso, em que um evento climático extremo (tornado) resultou em problemas operacionais em uma estação de tratamento de efluentes da suinocultura (SISTRATES[®]) que opera um módulo de nitrificação-desnitrificação. O sistema teve o funcionamento (alimentação e aeração) do reator de nitrificação interrompido por cinco dias, resultando na privação de oxigênio e amônia. Diante disso, surge o questionamento: é possível manter as bactérias nitrificantes sob restrição de oxigênio e amônia, sem que ocorra a perda da atividade específica nitrificante das mesmas? Para responder esse questionamento este trabalho avaliou a atividade específica do lodo nitrificante dessa estação de tratamento após vários dias de armazenamento.

2. ENQUADRAMENTO

Para avaliar a atividade nitrificante na ausência de oxigênio e amônia, foram coletados 10 litros de lodo do reator nitrificante cuja atividade específica estava bem estabelecida. O lodo coletado foi mantido por um mês armazenado sem alimentação e sem aeração a temperatura ambiente ($20 \pm 2^\circ\text{C}$). Nos dias 0, 4, 7, 11, 14, 20 e 31 de armazenamento foram coletadas amostras para cinética de consumo de amônia a fim de verificar a atividade nitrificante do lodo.

2.1. Determinação da velocidade do consumo de NH_3

As amostras coletadas nos tempos mencionados acima foram submetidas aos estudos cinéticos de atividade específica nitrificante conforme Figura 1 (De Prá et al. 2016). Foram utilizados 300 mL de lodo e 200 mL de meio de cultura na concentração de $200 \text{ mg N-NH}_3 \text{ L}^{-1}$, sob condições controladas de pH ($8,24 \pm 0,16$), temperatura ($18 \pm 3^\circ\text{C}$) e oxigênio dissolvido ($1,4 \pm 0,6 \text{ mg L}^{-1}$). Em tempos pré-determinados (0, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210 min) foram coletadas alíquotas para posterior quantificação de amônia na forma de N-NH_3 através do método colorimétrico de injeção de fluxo adaptado de Rice et al. (2017). A concentração de sólidos suspensos voláteis (SSV) foi obtida de acordo com o método oficial APHA 2540 (E).

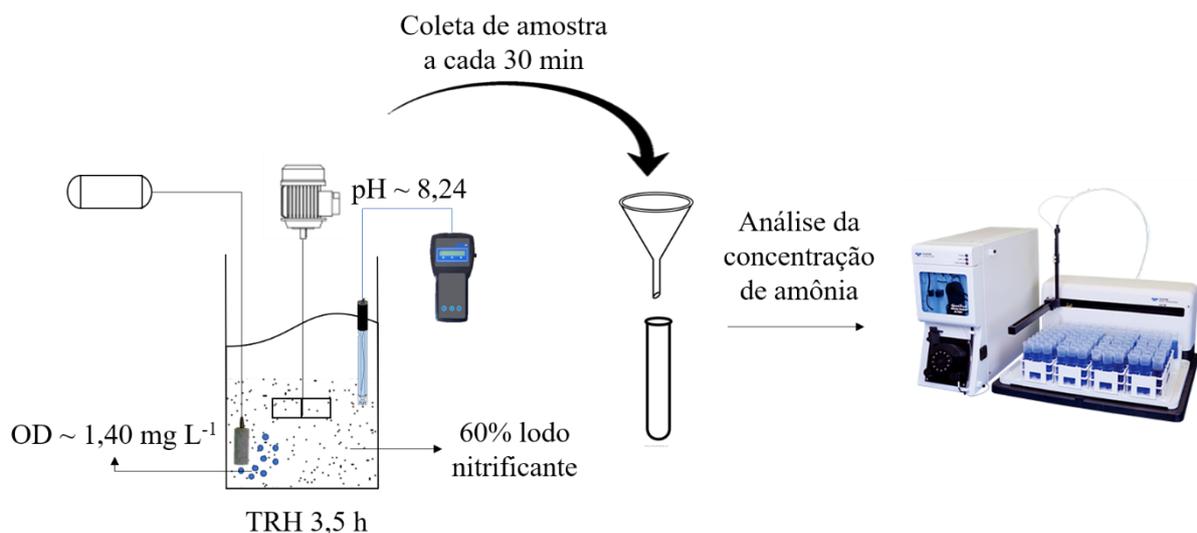


Fig. 1. Representação esquemática do teste de atividade específica nitrificante.

A atividade específica nitrificante foi determinada através da regressão linear da concentração de N-NH_3 em função do tempo, sendo os resultados experimentais utilizados para o cálculo conforme a Equação 1.

$$\mu = \frac{1}{X} \left(-\frac{dS}{dt} \right)$$

Em que:

μ = atividade específica nitrificante ($\text{mgN g}_{\text{SSV}}^{-1} \text{h}^{-1}$)

X = concentração celular (mg SSV L^{-1})

S = concentração de substrato (gN L^{-1})

t = tempo (h)

2.2. Atividade nitrificante na ausência de aeração

Simulando a situação de estresse do sistema sob condições controladas, foi possível obter os resultados descritos na Figura 2. É possível observar que a atividade específica nitrificante diminuiu aproximadamente pela metade a partir do quarto dia ($4,2 \text{ mgN g}_{\text{SSV}}^{-1} \text{h}^{-1}$) mantendo-se constante até o décimo primeiro dia. Após esse período a velocidade de consumo de amônia reduziu para $1,7 \text{ mg N g}_{\text{SSV}}^{-1} \text{h}^{-1}$.

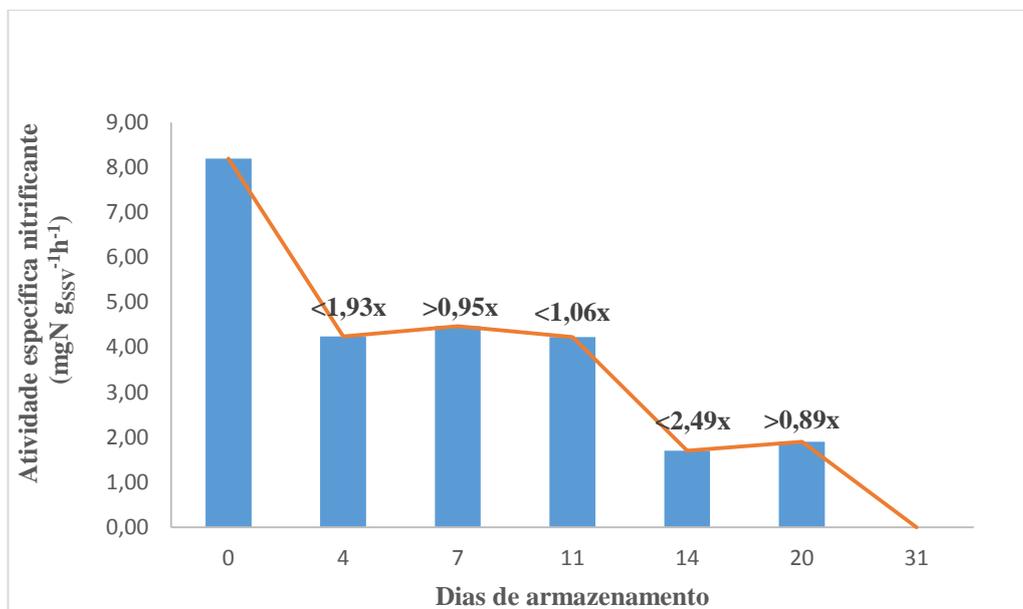


Fig. 2. Atividade específica nitrificante sob privação de oxigênio e amônia após diferentes dias de armazenamento.

Esses dados indicam que mesmo com privação de amônia e oxigênio o lodo nitrificante manteve alta atividade específica nitrificante por cerca de onze dias, mostrando viabilidade para o consumo de amônia após a ocorrência de eventos adversos. Essa resiliência dos microrganismos possibilita a repartida do sistema de forma prática e pouco onerosa, sendo também benéfica ao meio ambiente uma vez que não há a necessidade de reinoculação, evitando a descarga do lodo e efluente no solo ou corpos hídricos.

Entretanto, é importante destacar que os dados obtidos são reflexo de um processo que estava operando em condições satisfatórias antes do evento, visto que o lodo foi coletado de um sistema que apresentava boa eficiência e desempenho de acordo com o reportado por Cândido et al. (2022), que realizou o monitoramento do sistema durante os anos de 2019 e 2020.

3. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados expostos acima conclui-se que é possível manter a atividade nitrificante de um reator operando em escala real pela ausência prolongada de aeração por até 11 dias. Entretanto, salienta-se a importância de manter o bom funcionamento dos reatores, tendo o controle dos parâmetros operacionais através do monitoramento frequente do processo. Ao realizar o acompanhamento constante dos reatores é possível não apenas manter o bom funcionamento dos mesmos, mas também manter o sistema preparado para possíveis situações de falha que possam vir a ocorrer.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio prestado pelo projeto SISTRATES FUNTEC-BNDES (Contrato nº 15.2.0837.1), CNPq e CAPES.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Public Health Association. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewaters. 22nd ed. 2012. Fixed and volatiles solids ignited at 500 °C (APHA 2540 E), 2-67.
- Cândido D, Bolsan AC, Hollas CE, et al (2022) Integration of swine manure anaerobic digestion and digestate nutrients removal/recovery under a circular economy concept. *J Environ Manage* 301:.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113825>
- De Prá MC, Kunz A, Bortoli M, et al (2016) Kinetic models for nitrogen inhibition in ANAMMOX and nitrification process on deammonification system at room temperature. *Bioresour Technol* 202:33–41.
<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2015.11.048>
- Hauck M, Maalcke-Luesken FA, Jetten MSM, Huijbregts MAJ (2016) Removing nitrogen from wastewater with side stream anammox: What are the trade-offs between environmental impacts? *Resour Conserv Recycl* 107:212–219. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.11.019>
- Hidaka T, Yamada H, Kawamura M, Tsuno H (2002) Effect of dissolved oxygen conditions on nitrogen removal in continuously fed intermittent-aeration process with two tanks. *Water Sci Technol* 45:181–188.
<https://doi.org/10.2166/wst.2002.0425>
- Wang J, Gong B, Wang Y, et al (2017) The potential multiple mechanisms and microbial communities in simultaneous nitrification and denitrification process treating high carbon and nitrogen concentration saline wastewater. *Bioresour Technol* 243:708–715.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.06.131>