

REMOÇÃO DE ANTIBIÓTICOS E NITROGÊNIO POR PROCESSO ANAMMOX SUPLEMENTADO COM CARVÃO ATIVADO

Maria Fernanda Suffiatti de Almeida¹

Thiago Vinicius Ribeiro Soeira²

Márcia Helena Rissato Zamariolli Damianovic³

Universidade de São Paulo

¹maria.almeida@usp.br; ²thiago.soeira@usp.br; ³mdamianovic@sc.usp.br

Objetivos

Avaliar a remoção de antibióticos e nitrogênio presentes em efluente de reator UASB, tratando esgoto sanitário, com lodo anammox (AMX) enriquecido suplementado com CAG como material suporte condutor para promover o mecanismo transferência extracelular de elétrons (EET).

Métodos e Procedimentos

Neste projeto, foram realizados ensaios em batelada em escala laboratorial para investigar a influência da relação DQO:N e da concentração de CAG na remoção de antibióticos e nitrogênio pelo processo Anammox (AMX). Os experimentos ocorreram no Laboratório de Processos Biológicos (LPB/EESC/USP), utilizando água residuária proveniente do reator UASB da Estação de Tratamento de Esgoto Monjolinho, São Carlos (SP). O efluente foi coletado em 27 de fevereiro de 2024 e congelado para evitar degradação. A biomassa utilizada foi proveniente de reator contínuo de cultivo AMX, alimentado com amônia e nitrito em concentrações específicas para beneficiar o processo anammox. A presença de bactérias desnitrificantes heterotróficas também foi observada. O delineamento composto central rotacional (DCCR) foi utilizado, considerando como

variáveis independentes a relação DQO:N e a concentração de CAG, variando de 0,48 a 1,95 e 0 gL⁻¹ a 98,6 gL⁻¹, respectivamente. A análise dos resultados foi realizada com o software Statistica® (DOE), gerando gráficos de Pareto e de superfície de resposta.

Os ensaios foram realizados em incubadora com agitação orbital mantida em 37°C e 130 rpm. Argônio (98%) foi previamente fluxionado nos reatores para reduzir o oxigênio dissolvido. O tempo de operação nos ensaios de batelada foi determinado pela eficiência de remoção de nitrito, superior à 90%, e o coeficiente de variação da amônia, inferior à 7%. As análises de pH, alcalinidade, DQO, amônia, nitrito e nitrato seguiram métodos previamente estabelecidos. A quantificação dos antibióticos seguiu conforme Lima Gomes et al. (2015).

Resultados

Os resultados deste trabalho demonstraram a eficiência do lodo Anammox (AMX) enriquecido suplementado com carvão ativado granular (CAG) para a remoção de antibióticos (Ofloxacina (OFLO), Ciprofloxacina (CIP), Trimetoprima (TMP) e Norfloxacina (NOR)) e nitrogênio amoniacal de efluente sanitário. A presença de CAG como material suporte condutor mostrou-se eficaz, com as maiores remoções ocorrendo em concentrações de

CAG superiores a 40 g/L e relação DQO entre 0,4 e 1,4. Além disso, o CAG favoreceu a remoção de matéria orgânica, apesar de não ser o objetivo principal do processo AMX. Esses resultados reforçam o potencial de imobilização de organismos enriquecidos AMX-CAG para o tratamento avançado de efluentes. A Tabela 1 mostra as condições otimizadas com eficiência de remoção superior a 80% para os compostos alvos.

Tabela 1 - condições otimizadas com eficiência de remoção superior a 80%.

Alvo	CAG (g/L)	DQO:N
OFLO	>40	0,4 e 1,4
CIP	>100	0,6 e 1,6
CIP	=0	0,8 e 1,6
TMP	>20	0,4 e 2,2
NOR	>70	0,4 e 1,4
Nitrogênio Amoniacal	>60	0,6 e 1,4
DQO	>40	0,8 e 1,8

Fonte: Elaboração própria (2024).

Conclusões

Os resultados obtidos neste estudo reforçam a viabilidade do lodo Anammox enriquecido suplementado com carvão ativado granular (CAG) para a remoção simultânea de antibióticos e nitrogênio amoniacal do esgoto sanitário. A suplementação de CAG como material suporte condutor para promover o mecanismo transferência extracelular de elétrons (EET) foi eficiente para potencializar a remoção desses compostos, especialmente em concentrações de CAG superiores a 100 g/L e DQO:N entre 0,8 e 1,4.

O estudo de DCCR mostrou a importância de encontrar um equilíbrio adequado entre as variáveis independentes (concentração de

CAG e relação DQO:N), para maximizar a eficiência de remoção dos antibióticos e nitrogênio. Observou-se que concentrações elevadas de CAG favoreceram, na maioria dos casos, a remoção tanto dos antibióticos quanto do nitrogênio amoniacal, além do residual de matéria orgânica presente no efluente anaeróbio. Além disso, este estudo mostrou que mesmo em condições desfavoráveis para o processo AMX (relação DQO:N elevada, por exemplo), a presença do CAG permitiu que o processo ocorresse de maneira eficiente.

Agradecimentos

A autora agradece à Fapesp (Processo 2020/15087-8) pelos recursos financeiros, ao CNPq pelo apoio no desenvolvimento e ao doutorando Thiago Soeira pelo suporte para realização desta pesquisa.

Referências

- HU, Y. et al. Simultaneous Feammox and anammox process facilitated by activated carbon as an electron shuttle for autotrophic biological nitrogen removal. *Frontiers of Environmental Science and Engineering*, v. 16, n. 7, 2022.
- KASSOTAKI, E. et al. Unraveling the potential of a combined nitrification-anammox biomass towards the biodegradation of pharmaceutically active compounds. *Science of The Total Environment*, v. 624, p. 722–731, maio 2018.
- LIMA GOMES, P. C. F. et al. Rapid determination of 12 antibiotics and caffeine in sewage and bioreactor effluent by online column-switching liquid chromatography/tandem mass spectrometry. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, v. 407, n. 29, p. 8787–8801, 7 nov. 2015.
- SHAW, D. R. et al. Extracellular electron transfer-dependent anaerobic oxidation of ammonium by anammox bacteria. *Nature Communications*, v. 11, n. 1, 2020.