

A influência do vácuo na redução da carga nitrogenada em esgotos sanitários

The influence of vacuum on the reduction of nitrogenous load in sanitary sewage

DOI:10.34117/bjdv8n11-391

Recebimento dos originais: 28/10/2022

Aceitação para publicação: 30/11/2022

Rafael de Freitas Oliveira

Mestrando em Engenharia Civil pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)

Instituição: Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)

Endereço: Av. Unisinos, 950, Cristo Rei, São Leopoldo – RS

E-mail: rafaelfo@edu.unisinos.br

Victoria Farias Groth

Graduanda em Engenharia Ambiental pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)

Instituição: Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)

Endereço: Av. Unisinos, 950, Cristo Rei, São Leopoldo – RS

E-mail: victoriagroth@edu.unisinos.br

Marcelo Oliveira Caetano

Doutor em Engenharia de Minas, Metalurgia e Materiais pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Instituição: Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)

Endereço: Av. Unisinos, 950, Cristo Rei, São Leopoldo – RS

E-mail: mocaetano@unisinos.br

Luciana Paulo Gomes

Doutora em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo (USP)

Instituição: Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)

Endereço: Av. Unisinos, 950, Cristo Rei, São Leopoldo – RS

E-mail: lugomes@unisinos.br

RESUMO

As estratégias usuais para remoção do nitrogênio de esgotos sanitários consistem na sua recuperação para utilização como fertilizante agrícola ou na conversão gás em nitrogênio. Usualmente, a remoção do nitrogênio amoniacal se dá pela combinação de processos denominados nitrificação e desnitrificação. A problemática associada a ambos é os altos custos associados e o impacto ambiental provocado pela produção biomassa e emissão de gases de efeito estufa. Devido ao alto consumo de energia para a realização dos processos de nitrificação e desnitrificação nos sistemas de tratamentos de efluentes sanitários, há um crescente interesse para o desenvolvimento de tecnologias que possibilitem a remoção do nitrogênio de uma maneira mais aprimorada, possibilitando a redução dos níveis de

oxigênio dissolvido para o processo de nitrificação parcial. Considerando a evidente necessidade do aprimoramento das técnicas tradicionais – como os processos de nitrificação e desnitrificação – e o desenvolvimento de técnicas inovadoras para a remoção das frações nitrogenadas presentes em esgotos sanitários, tendo em vista a necessidade da redução dos custos envolvidos, a complexidade do processo e a necessidade de maximização da eficiência obtida, a pesquisa objetivou, através do desenvolvimento de um sistema em escala piloto, avaliar a eficiência da utilização do vácuo para o tratamento da carga nitrogenada de esgotos sanitários visando à redução do consumo de energia durante o processo de remoção do nitrogênio. O ciclo de trabalho nos ensaios iniciais foi de 30 minutos. A degaseificação foi obtida com uma pressão de 80 kPa. Foram analisadas as reduções de nitrogênio amoniacal após o período de degaseificação. Em todas as situações analisadas, a redução de nitrogênio amoniacal foi entre 6% e 14%.

Palavras-chave: nitrogênio, carga nitrogenada, esgoto sanitário, vácuo, degaseificação.

ABSTRACT

The usual strategies for removal of nitrogen from sanitary sewage consist in its recovery for use as agricultural fertilizer or in the conversion of gas into nitrogen. Usually, the removal of ammoniacal nitrogen is done by a combination of processes called nitrification and denitrification. The problems associated with both are the high associated costs and the environmental impact caused by biomass production and greenhouse gas emissions. Due to the high energy consumption for nitrification and denitrification processes in wastewater treatment systems, there is a growing interest in the development of technologies to remove nitrogen in a more improved way, allowing the reduction of dissolved oxygen levels for the partial nitrification process. Considering the evident need for improvement of traditional techniques - such as nitrification and denitrification processes - and the development of innovative techniques for the removal of nitrogenous fractions present in sanitary sewage, having in mind the need for reduction of costs involved, the complexity of the process and the need to maximize the efficiency obtained, the research aimed, through the development of a pilot scale system, to evaluate the efficiency of vacuum utilization for the treatment of nitrogenous load in sanitary sewage aiming at the reduction of energy consumption during the nitrogen removal process. The duty cycle in the initial trials was 30 minutes. Degassing was achieved at a pressure of 80 kPa. The ammonia nitrogen reductions after the degassing period were analyzed. In all the situations analyzed, the ammonia nitrogen reduction was between 6% and 14%.

Keywords: nitrogen, nitrogen load, sewage, vacuum, degassing.

1 INTRODUÇÃO

Durante o processo de tratamento de efluentes sanitários, o controle do nitrogênio tem papel fundamental, uma vez que possui grande importância em termos de geração e controle da poluição das águas. Indispensável nos processos de crescimento de todos os organismos do planeta, o nitrogênio é também um dos contaminantes mais importantes presentes nas águas residuais, sendo responsável, em determinadas condições, por

conduzir a fenômenos de eutrofização de lagos e represas (VON SPERLING, 2016). A remoção de nitrogênio no tratamento de águas residuais tem fundamental importância frente ao impacto ambiental adverso causado e a toxicidade para o meio aquático dos corpos receptores (HU et al., 2013).

Pesquisas que apresentaram o tratamento através da desgaseificação a vácuo para o processo do lodo ativado descreveram alterações significativas na estrutura celular, aumento da Demanda Química de Oxigênio (DQO), melhor biodegradabilidade e redução de nitrogênio (ABBASSI, 2003; GNIDA; SKONIECZNA, 2020; HAGHIGHATAFSHAR et al., 2017; MACIEJEWSKI et al., 2013).

O sistema de desgaseificação a vácuo foi testado como tratamento do lodo ativado de oito diferentes estações de tratamento suecas com o objetivo de verificar as melhorias das propriedades de compactação e assentamento do lodo. Neste processo foi identificado que a eficiência do vácuo está diretamente relacionada com o tratamento prévio recebido pelo efluente, obtendo resultados mais satisfatórios em lodos provenientes de sistemas com processo de nitrificação e desnitrificação (HAGHIGHATAFSHAR et al., 2017).

Identificou-se que o processo de desgaseificação através do vácuo tem potencial para desintegrar não apenas os flocos do lodo ativados, mas também as células completamente mortas ou fracas, provocando assim o enriquecimento das células ativas no lodo ativado. Foi registrada a eliminação de cerca de 20% das células bacterianas. Outra característica fundamental do processo é a mudança na característica de estrutura de assentamento do lodo, devido à remoção de microbolhas de gases e a redução da concentração de gás nitrogênio dissolvidos na fase líquida (GNIDA; SKONIECZNA, 2020).

A aplicação do vácuo para o tratamento de águas residuais, digestão anaeróbias, tratamento de lodo, remediação de solos e mineração, normalmente, ocorrem devido a um processo físico utilizado para remoção de gases presentes no interior dos meios de teste. Entretanto, os poucos estudos existentes sobre o efeito do vácuo sobre processos biológicos sugerem um impacto sobre microrganismos ou comunidades microbianas, indicando assim um campo de pesquisa a ser explorado (GNIDA, 2020).

2 METODOLOGIA E RESULTADOS

A infraestrutura necessária para o desenvolvimento da pesquisa foi instalada no Laboratório de Saneamento Ambiental da Universidade do Vale do Rio dos Sinos –

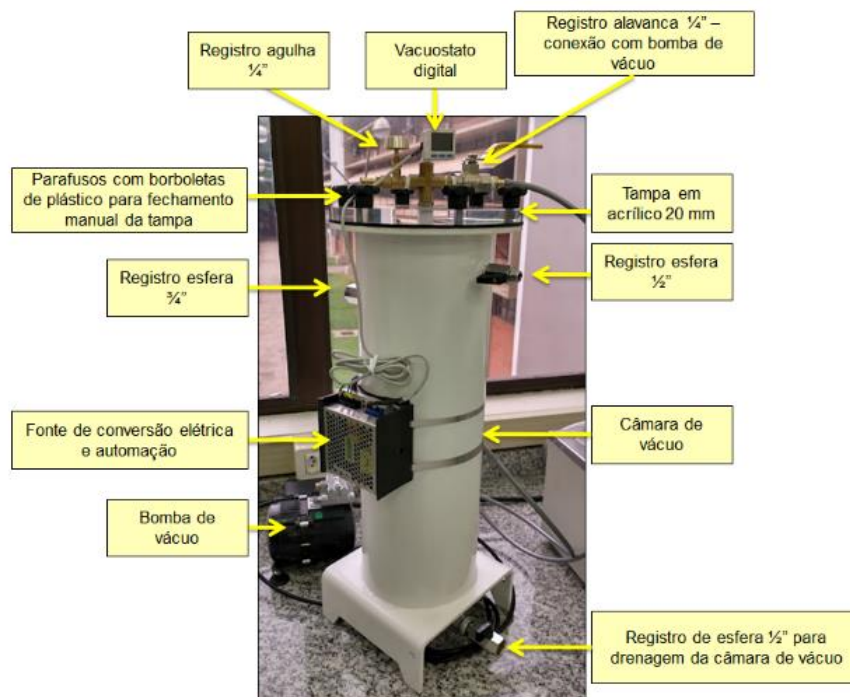
Campus São Leopoldo/RS - Brasil. O esgoto bruto necessário para execução da pesquisa foi coletado na estação de tratamento de esgotos da Universidade. O ponto de coleta se deu junto à calha Parshall, imediatamente após o gradeamento. A partir da compilação destes estudos disto, definiu-se um sistema experimental desenvolvido para esta pesquisa é composto por: (a) uma câmara de vácuo; (b) uma bomba de vácuo; (c) um vacuostato e (d) uma fonte de energia. A partir da conclusão do sistema experimental, foram realizados testes preliminares com o objetivo de verificar o funcionamento do sistema. Para esta verificação, foi selecionado o parâmetro de nitrogênio amoniacal como unidade de mensuração a ser analisado em cada um dos cenários

2.1 SISTEMA EXPERIMENTAL

A fim de atender as variações de vácuo aplicadas nos estudos encontrados, o sistema experimental é composto por uma bomba de vácuo a pistão isenta de óleo, com potência de 13 HP, marca Ergovac, capaz de proporcionar ao sistema um vácuo de até 85 kPA.

Para garantir a precisão nas medições de pressão no interior da câmara de vácuo, foi instalado um conjunto composto por um vacuostato digital da marca Rohs, modelo ISE20B e uma fonte 220V–24V da marca Epsitron New Eco. Na Figura 1 é apresentado a imagem do sistema concebido e seus componentes.

Fig. 1. Sistema experimental e seus componentes.



2.1.1 Análise de nitrogênio amoniacal (testes preliminares)

As condições para os testes foram as seguintes:

- a) os testes preliminares foram realizados com esgoto bruto provenientes da estação de tratamento de esgoto da Universidade do Vale do Rio dos Sinos;
- b) todos os testes foram realizados com pressão constante de 80 kPa;
- c) o tempo de exposição ao vácuo nos testes preliminares foi de 30 minutos;
- d) foram analisadas as condições do sistema frente a alteração de temperatura, pH, aeração e recirculação do efluente no interior da câmara de vácuo;
- e) para a determinação das concentrações de nitrogênio amoniacal utilizou-se a metodologia destilação e titulometria – APHA (2012) – Código: 4500-NH3 B 8 4500-NH3 C.

Na Tabela 1 é apresentado um resumo dos dados obtidos com os testes preliminares.

Tabela 1. Dados obtidos nos testes preliminares.

Teste	Nº da Amostra	Nitrogênio Amoniacal		Redução média
		Esgoto bruto	Pós-teste	
1 Câmara de vácuo	1	11,09 mg/L		6,13%
	2	10,92 mg/L		
	3		10,08 mg/L	
	4		10,58 mg/L	
2 Câmara de vácuo + recirculação	1	34,27 mg/L		8,83%
	2	34,10 mg/L		
	3		32,59 mg/L	
	4		29,74 mg/l	
3 Câmara de vácuo + aeração	1	40,49 mg/L		-
	2	40,32 mg/L		
	3		40,15 mg/L	
	4		42,84 mg/L	
4 Câmara de vácuo + temperatura 40°C	1	8,23 mg/L		4,11%
	2	8,07 mg/L		
	3	-	7,73 mg/L	
	4	-	7,90 mg/L	
5 Câmara de vácuo + alteração pH (>9,5)	1	8,23 mg/L	-	13,99%
	2	8,07 mg/L	-	
	3	-	7,01 mg/L	
	4	-	7,01 mg/L	

A recirculação do efluente no interior da câmara de vácuo foi garantida com o auxílio de uma bomba submersa marca Boyo SP-500, com uma capacidade de vazão de 150 L/h. A aeração, necessária ao teste nº3, foi proporcionada através de um conjunto de bomba, compressor e pedra porosa. Para o aumento da temperatura (teste nº 4) foi necessário posicionar a câmara de vácuo no interior do recipiente de banho-maria digital. Após ajustada a temperatura desejada de 40°C, aguardou-se até que o efluente no interior da câmara atingisse a mesma temperatura para então iniciar a aplicação do vácuo. Para os testes preliminares, o ajuste do pH foi realizado com a adição de hidróxido de sódio (NaOH) 6N até que as amostras atingissem o pH superior a 9,5.

3 CONCLUSÕES

Com base nos dados iniciais coletados nos testes preliminares, constatou-se que na situação em que houve a recirculação no efluente no interior da câmara de vácuo e na situação em que ocorreu a elevação do pH, os percentuais de remoção de nitrogênio amoniacal foram superiores comparados com os demais, de 8,83% e 13,99%, respectivamente. No teste em que houve a aplicação de aeração não houve reduções nos níveis de nitrogênio amoniacal. No teste nº 1 (somente a aplicação do vácuo em temperatura ambiente) e teste nº 4 (aplicação do vácuo a uma temperatura de 40°C) as reduções foram de 6,13% e 4,11%, respectivamente.

Destaca-se que os dados obtidos neste momento referem-se a testes preliminares para verificação de funcionamento do equipamento, uma vez que os testes foram realizados com etapa inicial de uma pesquisa de mestrado, sendo necessário um maior número de replicações dos ensaios para um maior refinamento nas análises.

REFERÊNCIAS

ABBASSI, B. E. Improvement of anaerobic sludge digestion by disintegration of activated sludge using vacuum process. *Water Quality Research Journal of Canada*, v. 38, n. 3, p. 515–526, 2003. Disponível em: [Disponível em: \[Disponível em: https://doi.org/10.2166/wqrj.2003.033\]\(https://doi.org/10.2166/wqrj.2003.033\)](https://doi.org/10.2166/wqrj.2003.033).

GNIDA, A. What do we know about the influence of vacuum on bacterial biocenosis used in environmental biotechnologies? *Applied Microbiology and Biotechnology*, v. 104, n. 1, p. 101–106, 2020. Disponível em: DOI: 10.1007/s00253-019-10213-6.

GNIDA, A.; SKONIECZNA, M. Vacuum treatment changes characteristics of activated sludge. *International Journal of Environmental Science and Technology*, v. 17, n. 4, p. 2073–2084, 2020. Disponível em: DOI: 10.1007/s13762-019-02602-1.

HAGHIGHATAFSHAR, S. et al. Laboratory-scale assessment of vacuum-degassed activated sludge for improved settling properties. *Environmental Technology (United Kingdom)*, v. 38, n. 17, p. 2193–2201, 2017. Disponível em: DOI: 10.1007/s00253-019-10213-6.

HU, Z. et al. Nitrogen removal by a nitrification-anammox bioreactor at low temperature. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 79, n. 8, p. 2807–2812, 2013. Disponível em: DOI: 10.1007/s00253-019-10213-6.

MACIEJEWSKI, M. et al. Mixed Liquor Vacuum Degassing (Mlvd) – a Highly Effective and Efficient Method of Activated Sludge Bulking and Flush-Out Prevention in the Wastewater Treatment , With Simultaneous Improvement of Total Nitrogen Removal. In: 7th EUROPEAN WASTE WATER MANAGEMENT CONFERENCE, 7., 2013, Wakefield. Anais [...].Wakefield: ORGANISED BY AQUA ENVIRO TECHNOLOGY TRANSFER, 2013. Disponível em: <https://conferences.aquaenviro.co.uk/proceedings/mixed-liquor-vacuum-degassing-mlvd-a-highly-effective-and-efficient-method-of-activated-sludge-bulking-and-flush-out-prevention-in-the-wastewater-treatment-with-simultaneous-improvement-o/>.

VON SPERLING, M. *Princípios Básicos do Tratamento de Esgotos*. 2a ed. Belo Horizonte: UFMG, 2016.