



Ambientação e caracterização de efluente hospitalar em reator anaeróbio tipo UASB com concentração 50% e 75% do efluente hospitalar

Ambiance and characterization of hospital effluent in an anaerobic reactor type UASB with 50% and 75% concentration of hospital effluent

Eric Schwamberger¹, Gabriel Helmer Baer², Nicole Marques², Karina Querne de Carvalho³, Marcus Vinicius de Liz³

RESUMO

Devido ao descarte indevido de fármacos na rede de esgoto doméstica e, principalmente, descarte de efluente hospitalar na rede de esgotos domésticos, é cada vez mais comum a presença de fármacos em estações de tratamento de efluentes e águas superficiais. Um sistema bastante utilizado para tratamento deste tipo de efluente são reatores UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket). Para avaliação do funcionamento de um reator UASB com efluente hospitalar é necessária sua ambientação com este tipo de efluente devido a presença de fármacos, que acabam afetando o funcionamento do reator. Este trabalho avaliou a ambientação de um reator UASB utilizando 50% e 75% de efluente hospitalar acrescido de um efluente sintético. O efluente hospitalar foi caracterizado in natura, apresentando uma grande recalcitrância, verificado pela baixa demanda bioquímica de oxigênio. A alimentação contínua do reator com o efluente mostrou uma estabilização na sua capacidade de remoção da Demanda Química de Oxigênio, sendo utilizado como parâmetro para elevar a proporção de efluente sanitário à mistura utilizada como afluente do reator. Concluiu-se que o aporte contínuo de efluente hospitalar, em proporções crescentes desse efluente, possibilitou colocar em operação o reator tipo UASB alimentado por efluente hospitalar.

PALAVRAS-CHAVE: Fármacos; Microrganismos; Parâmetros físico-químicos; Tratamento de esgoto.

ABSTRACT

Due to the improper disposal of pharmaceuticals in the domestic sewage system and, mainly, the disposal of hospital effluents in the domestic sewage network, the presence of pharmaceuticals in effluent and surface water treatment plants is increasingly common. A system widely used to treat this type of effluent is UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) reactors. To evaluate the functioning of a UASB reactor with hospital effluent, it is necessary to place it with this type of effluent due to the presence of drugs, which end up affecting the functioning of the reactor. This work evaluated the ambiance of a UASB reactor using 50% and 75% hospital effluent plus synthetic effluent. The hospital effluent was characterized in natura, showing great recalcitrance, verified by the low biochemical oxygen demand. Continuously feeding the reactor with effluent showed a stabilization in its ability to remove Chemical Oxygen Demand, being used as a parameter to increase the proportion of sanitary effluent to the mixture used as reactor influent. It was concluded that the continuous supply of hospital effluent, in increasing proportions of this effluent, made it possible to put into

¹Bolsista da Fundação Araucária e CNPQ. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: ericschwamberger@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes:1595943862557421.

²Coautor. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: gabrielhelmer@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 9506296018547749.

²Coautora. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: nicolemarques@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 2079717514197242.

³Docente no Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental (PPGCTA). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: kaquerne@utfpr.edu.br. ID Lattes: 8055585859691419.

³Docente no Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental (PPGCTA). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: marcusliz@utfpr.edu.br. ID Lattes: 6959317686443946.

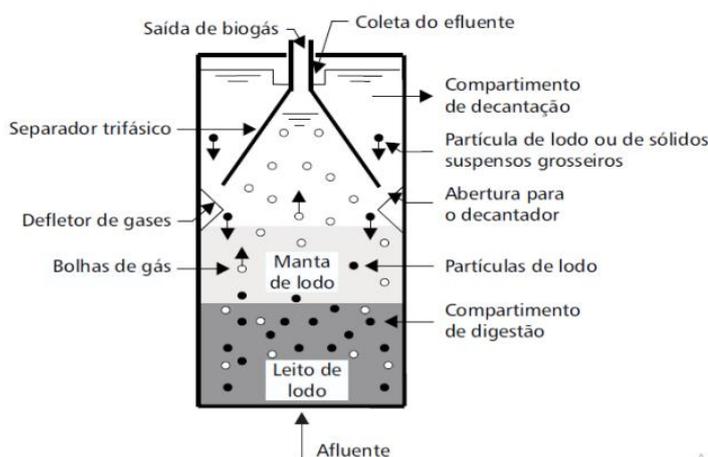
operation the UASB-type reactor fed by hospital effluent.

KEYWORDS: Drugs; Microorganisms; Physicochemical parameters; Sewage treatment.

Introdução

O UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket), é um reator anaeróbio de fluxo ascendente que trata o efluente com microrganismos e consiste em uma coluna de escoamento ascendente, composta de uma zona de digestão, uma zona de sedimentação, e o dispositivo separador de fases gás-sólido-líquido (Figura 1) (METCALF E EDDY, 2002).

Figura 1: Funcionamento esquemático de um reator tipo UASB



Fonte: Campos (1999).

Segundo Campos (1999), o lodo é transportado através das bolhas de gases e, como resultado, um separador trifásico é instalado com o propósito de separar os gases, os sólidos e os líquidos. Este equipamento localizado na parte superior do reator tem como finalidade reter e devolver o lodo ao sistema.

A região situada acima do separador trifásico é designada como câmara de sedimentação, onde ocorre a decantação do efluente. Devido à configuração específica deste reator, é possível reter uma considerável quantidade de biomassa sem depender de um meio de suporte para a aderência (SILVA, 2020).

O descarte domiciliar de fármacos somado ao aporte contínuo de efluente hospitalar na rede de esgoto doméstico têm sido apontados como os principais responsáveis pela presença destes compostos em afluentes e efluentes de estações de tratamento de esgotos e em águas superficiais, acarretando problemas aos seres vivos aquáticos, animais terrestres que se servem destas águas, já existindo alguns relatos da presença de fármacos em água potável.

A presença de micro poluentes em baixas concentrações (μg e ng) e sua diversidade, não apenas tornam mais complexos os procedimentos de detecção e análise, mas também apresentam desafios aos processos de tratamento de água e esgoto (NASCIMENTO et al., 2019).

A dificuldade em simular um processo de tratamento por reator tipo UASB operando com efluente hospitalar bruto criou a necessidade de ambientação gradativa do reator. O objetivo desse trabalho é o acompanhamento da ambientação do reator em 50% e 75% de efluente hospitalar misturado a um efluente sintético, sendo utilizados parâmetros físico-



químicos para caracterização do efluente bruto e para avaliar a estabilização do reator no tratamento destas misturas.

Metodologia

O Efluente hospitalar foi coletado em um hospital de pequeno porte de uma cidade próxima a Curitiba, sendo então congelado a -18°C . A cada 2 a 3 dias aproximadamente, a quantidade necessária de efluente bruto foi descongelado e misturado ao efluente sintético conforme a proporção desejada (50% ou 75% de efluente hospitalar). A composição do efluente sintético (Figura 2) é descrita na literatura (SÁ et al., 2021).

Quadro 1: Composição efluente sintético simulando esgoto sanitário de origem doméstica.

Substância	Concentração (g L^{-1})
Extrato de carne	0,2000
Amido solúvel P.A.	0,0100
Farinha de trigo	0,2000
Sacarose	0,0175
Cloreto de amônio P.A.	0,0510
Cloreto de sódio P.A.	0,2500
Cloreto de magnésio P.A.	0,0070
Cloreto de cálcio anidro P.A.	0,0045
Fosfato de potássio monohidratado P.A.	0,0264
Bicarbonato de sódio P.A.	0,2000

Fonte: Silva (2020).

Para a caracterização do efluente bruto, foram feitas as análises de nutrientes, DBO, DQO (APHA, 2017), alcalinidade e ácidos voláteis (RIPLEY et al., 1986) e pH. Essa caracterização foi feita após a coleta no hospital.

Já para a ambientação, apenas DQO, alcalinidade e ácidos voláteis foram os parâmetros realizados 8 vezes por mês, durante 2 meses para cada concentração avaliada (50% e 75% de efluente hospitalar).

Resultados e Discussão

Os resultados para os parâmetros físico-químicos adotados para a caracterização do efluente sanitário hospitalar, utilizado como substrato de alimentação do reator UASB são apresentados na Tabela 1.

Considerando a DQO, os parâmetros de caracterização do efluente hospitalar são similares a um esgoto moderado-forte (METCALF E EDDY, 2002), porém deve-se atentar para a alta recalcitrância deste efluente, que apresentou um valor extremamente baixo de DBO.

Na Figura 2, são apresentados o compilado de resultados da eficiência da remoção de DQO monitoradas durante os períodos de ambientação do reator com 50% e 75% do efluente hospitalar.

A DQO na fase de ambientação correspondente a 50% de efluente hospitalar bruto, obteve valores mínimos e máximos de 335 mg L^{-1} e 474 mg L^{-1} afluente e 71 mg L^{-1} e 156 mg L^{-1} efluentes, respectivamente. Já em 75% de efluente hospitalar, foram de 121 mg L^{-1} a 705 mg L^{-1} no afluente e de 10 mg L^{-1} até 184 mg L^{-1} no efluente.

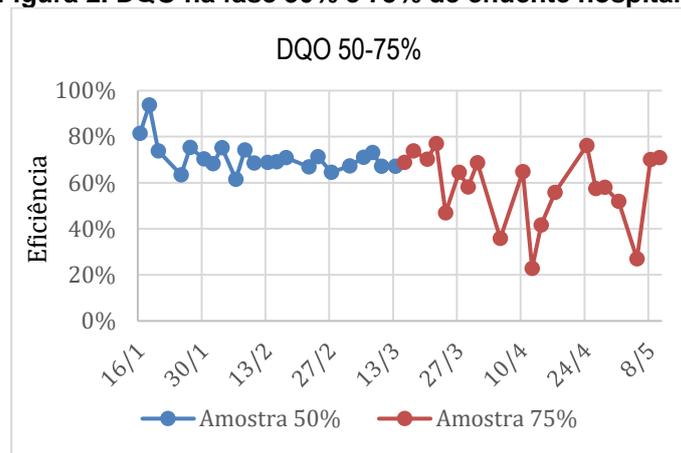


Tabela 1 – Caracterização do efluente hospitalar

Parâmetro	Unidade	Resultado
pH	-	7
DQO	mg L ⁻¹	533,7
DBO	mg L ⁻¹	18,67
Nitrito	mg L ⁻¹	1,32
Nitrato	mg L ⁻¹	1,36
Ortofosfato	mg L ⁻¹	14,17
Nitrogênio Amoniacal	mg L ⁻¹	65,11
Sólidos totais	%	0,07

Fonte: Os autores (2023).

Figura 2. DQO na fase 50% e 75% de efluente hospitalar.



Fonte: Os autores, 2023.

Com 50% de efluente hospitalar os valores de DQO (Figura 2) oscilaram menos entre medidas sucessivas, indicando uma ambientação mais rápida do sistema. A remoção da DQO do sistema estabilizou em 71% de eficiência, momento em que a proporção de efluente hospitalar foi alterada para 75%.

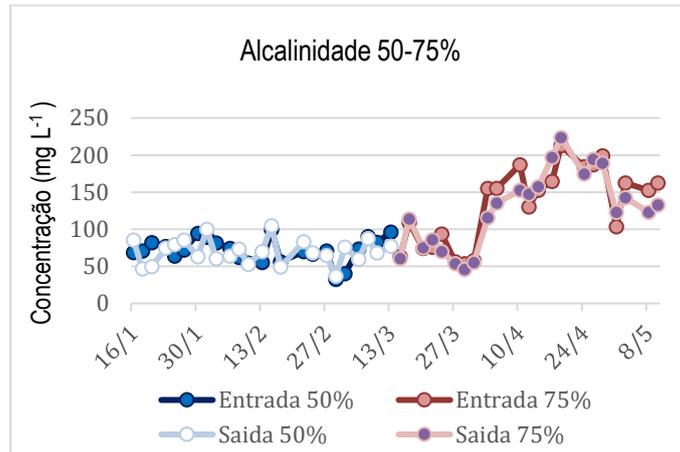
Com 75% de efluente hospitalar, observa-se maiores oscilações na eficiência de remoção da DQO, atribuídas a uma maior dificuldade do reator em operar com uma carga tão alta de efluente hospitalar, atingindo 70% de eficiência na remoção de DQO, podendo então ser alimentado com 100% do efluente hospitalar.

Segundo Rosario (2007), ao realizar pesquisas com dois reatores do tipo UASB, com algumas configurações diferentes como: esgoto doméstico, vazão de 50 L/h e tempo de detenção hidráulica (TDH) de 8 horas, para cada reator foi alcançada uma eficiência de 63% e 61% na remoção da DQO, demonstrando semelhanças com os resultados do nosso trabalho em relação à eficiência da remoção de DQO em reator anaeróbio tipo UASB.



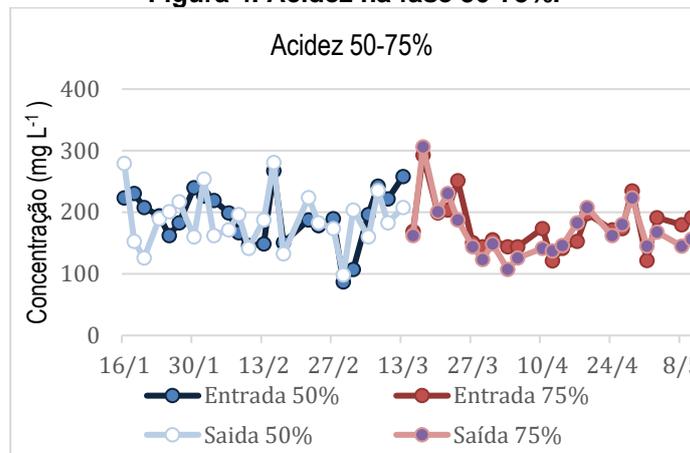
Para alcalinidade (Figura 3), espera-se que o efluente do reator tenha maior concentração em relação ao afluente. E para acidez (Figura 4), um comportamento inverso (SÁ et al., 2021). Tal comportamento é evidenciado em Rosario (2007), onde a alcalinidade estabilizou em aproximadamente 80 dias, e 20 dias para acidez.

Figura 3. Alcalinidade na fase 50-75%.



Fonte: Os autores, 2023.

Figura 4. Acidez na fase 50-75%.



Fonte: Os autores, 2023.

Apesar da estabilização da DQO, esses dois parâmetros não apresentaram o comportamento esperado em 50% e 75%, não houve concentração maior de efluente em relação ao afluente para alcalinidade e nem o oposto para acidez, mas, por tratar-se de etapas de aclimação, passou-se para proporções maiores de efluente.

Conclusão

Através da análise da remoção de DQO, foi considerado que o reator alcançou o equilíbrio, para a proporção de 50% de efluente hospitalar quando atingiu 71% de redução da DQO entre afluente e efluente. Com relação à proporção de 75% de efluente hospitalar, o equilíbrio do reator foi alcançado com 70% de redução da DQO entre afluente e efluente, possibilitando passar a operar o reator com 100% do efluente hospitalar. A alcalinidade e a



acidez não seguiram comportamentos dentro do esperado para o processo de ambientação, mas não inviabilizaram a continuidade do processo.

Agradecimentos

Agradeço pelo apoio da bolsa da Fundação Araucária, à UTFPR e ao CNPq pelo apoio financeiro à pesquisa e aos laboratórios LAMAQ e LAMEEA pela disponibilização dos equipamentos para as análises.

Conflito de interesse

Não há conflito de interesse.

REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 23rd edition, American Public Health Association, Washington, D.C. 2017.

METCALF, L.; EDDY, H. **Wastewater engineering: treatment and reuse**. 4 ed. New York: McGraw-Hill, 2002.

CAMPOS, B. R.; MIRANDA FILHO, K. C.; D'INCAO, F.; POERSCH, L.; WASIELESKY, W. Toxicidade aguda da amônia, nitrito e nitrato sobre os juvenis de camarão rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) (crustacea: decapoda). **Revista Atlântica**, v. 34, n. 1, p. 75-81, 2012.

RIPLEY, L E; et al. Improved Alkalimetric Monitoring for Anaerobic Digestion of High-Strength Wastes. **Water Pollution Control Federation**, vol. 58, no. 5, p. 406–411, 1986. Available at: <http://www.jstor.org/stable/25042933>.

SÁ, R.D., et al. Treatment of a clinical analysis laboratory wastewater from a hospital by photo-Fenton process at four radiation settings and toxicity response. **Environmental Science and Pollution Research**, 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33608778/>

NASCIMENTO, J. G. S., et al. Remoção microaeróbia de micropoluentes emergentes: Efeito da vazão de microaeração. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 30º., 16 a 19 jun. 2019, Natal, no Rio Grande do Norte. **Anais [...]** Natal, no Rio Grande do Norte, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/54918>

ROSARIO, C. G. A., Avaliação da disposição de logo gerado numa estação de tratamento de água em reator anaeróbio de fluxo ascendente e manto de logo (UASB). Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2007.