

## UTILIZAÇÃO DE MICROALGAS PARA TRATAMENTO CONJUNTO DE LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO E ESGOTO DOMÉSTICO COM VISTAS A RECUPERAÇÃO DE NUTRIENTES.

Victória Cruz Bezerra Ramos (IC)<sup>1</sup>, Eduardo de Aguiar do Couto (PQ)<sup>1</sup>  
Universidade Federal de Itajubá – campus Theodomiro Carneiro Santiago

**Palavras-chave:** Biomassa algal. Lixiviado de aterro. Efluente sanitário.

### Introdução

Diante do avanço do crescimento populacional, a preocupação com a indisponibilidade de recursos naturais para suprir as necessidades das novas gerações vem aumentando. Soma-se a isso, o aumento da produção de resíduos sólidos, o conseqüente número de aterros sanitários, e o aumento do volume de lixiviados nos aterros, que representa uma fonte em potencial para impactos ambientais negativos.

A composição do lixiviado é muito diversificada, pois depende de diversos fatores, como a idade do aterro, composição dos resíduos, volume de chuva, entre outros (MUSTAFA; PHANG; CHU, 2012).

As microalgas são capazes de realizar a depuração do lixiviado, possibilitando a reciclagem de nutrientes como nitrogênio e fósforo, e a biomassa resultante pode ainda ser utilizada para obtenção de carboidratos, lipídios e produção de biodiesel (HERNÁNDEZ-GARCÍA *et al.*, 2019; WU *et al.*, 2018).

Sabendo que o nutriente limitante para o crescimento de microalgas no lixiviado de aterro é o fósforo (PAIVA *et al.* 2021) e no esgoto sanitário é o carbono (COUTO *et al.* 2017), a combinação desses dois efluentes torna-se um potencial meio de cultivo para o desenvolvimento dessas microalgas.

Tendo em vista que o crescimento de microalgas nesses efluentes podem auxiliar no tratamento dos mesmos, o presente trabalho tem como intuito avaliar a produção de microalgas no meio de cultivo de lixiviado de aterro e esgoto sanitário.

### Metodologia

O experimento foi realizado no laboratório de saneamento básico da Universidade Federal de Itajubá – Campus Theodomiro Carneiro Santiago, e contou com bateladas com duração de 12 dias. O experimento foi realizado em condições de laboratório, em incubadora com fotoperíodo de 12h/12h, sendo irradiado em 24,17  $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ . Para a produção da biomassa, foram

utilizadas 3 condições distintas, avaliadas em duplicata. Os tratamentos tiveram as seguintes proporções de esgoto e lixiviado de aterro, respectivamente: T1, 100% e 0%, T2, 90% e 10% e T3, 80% e 20%. O esgoto foi obtido na Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Laboureaux, operada pelo serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) de Itabira. O lixiviado de aterro foi o obtido no aterro sanitário da cidade de Itabira. Dentro de cada sistema também foi adicionado 10% (v.v<sup>-1</sup>) de inóculo. O inóculo foi produzido a partir de esgoto doméstico tratado por reator anaeróbico de manta de lodo de fluxo ascendente (reator UASB), exposto a condições ambientais naturais, para o crescimento de espécies autóctones. Nos *erlenmeyers* de cultivo, foram utilizadas bombas de aquário promovendo a mistura no interior das vidrarias por meio de ar.

No início e no final do experimento foram realizadas análises de alcalinidade, Nitrogênio Total Kjeldahl (NTK), sólidos suspensos totais (SST) e voláteis (SSV). A cada 3 (três) dias foram realizadas as análises de clorofila *a* (*Chl-a*), condutividade elétrica, nitrogênio amoniacal e fósforo solúvel. Condutividade elétrica foi mensurada pelo uso de sonda Hach HQ40d. As demais análises foram realizadas de acordo com *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2012) Todos os resultados obtidos foram analisados com auxílio do software Excel.

### Resultados e discussão

A mistura composta por lixiviado bruto e o esgoto do reator UASB utilizados como meio de cultura para as microalgas apresentaram as características representadas na tabela 1. Através da caracterização do lixiviado é possível observar que o mesmo apresentou os aspectos expressos por Paskuliakova; Tonry; Touzet, (2016), possuindo altas concentrações de nitrogênio amoniacal e salinidade, e elevada relação N/P.

Tabela 1 – Caracterização dos efluentes

Parâmetro	Lixiviado	Esgoto
SSV (mg/L)	145,00	21,00
SST (mg/L)	328,30	32,00
CHL a (mg/L)	0,00	0,00
P (mg/L)	9,53	5,70
NTK (mg/L)	758,75	30,33
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/L)	665,99	32,10
N <sub>org</sub> (mg/L)	92,76	1,70
Condutividade (µS/cm)	11295,00	453,00
DQO (mg/L)	2394,38	47,75

Fonte: Própria autoria.

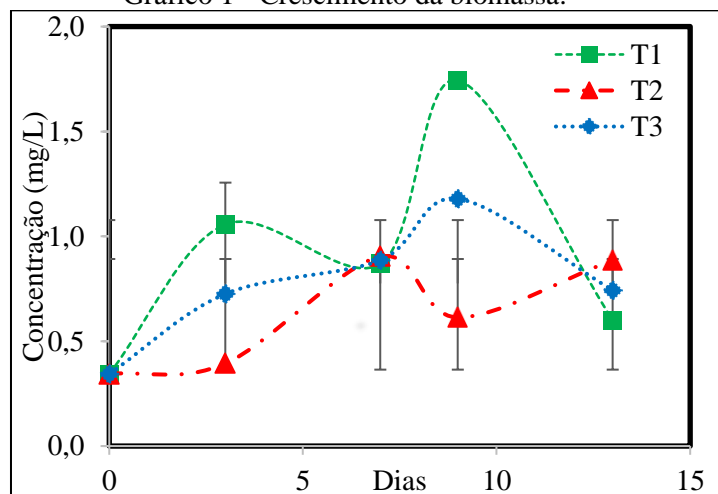
Segundo Paskuliakova, Tonry e Touzet (2016), as concentrações de NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, no lixiviado, variam de 30 a 3000 mg.L<sup>-1</sup> sendo este um dificultador em tratar o mesmo. Isso ocorre devido ao fato de que altas concentrações de nitrogênio amoniacal livre podem representar importante fator responsável pelo nível de toxicidade do lixiviado, acarretando assim menor eficiência na remediação em comparação ao outros efluentes.

Em contrapartida, a relação N/P é demasiadamente elevada. As microalgas apresentam relação N/P em sua composição celular de aproximadamente 16/1 (COUTO *et al.* 2020). Os resultados observados na Tabela 1 evidenciam que a relação N/P do lixiviado é superior a esse valor, representando uma possível limitação de P. Essa limitação de P, pode implicar na redução da quantidade de nitrogênio amoniacal que as microalgas conseguem remover para o crescimento sustentável (PASKUALIAKOVA; TONRY; TOUZET, 2016).

A elevada condutividade elétrica do lixiviado está associada à presença de substâncias ionizadas, conforme destacado por Schalch (1992), à concentração de sólidos dissolvidos totais, como mencionado por Metcalf & Eddy (2002) e Reitow (2018), além da presença de cloretos e íons amônio, conforme observado por Magalhães (2014).

No gráfico 1 são apresentadas as concentrações de clorofila-*a* em cada um dos tratamentos avaliados.

Gráfico 1 - Crescimento da biomassa.



Fonte: Própria autoria.

O gráfico mostra que a concentração máxima do sistema de tratamento T1 foi por volta do dia 9 (nove), sendo de 1,8 mg/L, do T2 por volta do dia 7 (sete), de 0,9 mg/L e do T3 também por volta do dia 9 (nove), com 1,2 mg/L. É possível observar também que o T1 mostrou a maior concentração de clorofila-*a* entre os três tratamentos, sendo este sem a presença do lixiviado. Uma possível hipótese é a presença de sólidos dissolvidos, que pode limitar a penetração da radiação influenciando negativamente na fotossíntese (PAIVA *et al.* 2021).

Já tabela 2 apresenta os valores médios de sólidos suspensos voláteis (SSV) iniciais e finais, juntamente com a alcalinidade (ALC) inicial e final.

Tabela 2 - Valores médios iniciais e finais de SSV e ALC.

Sistema	SSV (mg/L)		ALC (mgCaCO <sub>3</sub> /ml)	
	Mi	Mf	Mi	Mf
T1	72,15	53,3	4223,82	8,08
T2	72,15	73,3	4223,82	32,32
T3	72,15	26,7	4223,82	62,62

Fonte: Própria autoria.

Ao analisar os sólidos suspensos voláteis e alcalinidade é possível observar que o T3 não teve um bom desenvolver, já que o SSV final de 26,7 mg.L<sup>-1</sup> indica um menor crescimento da biomassa. No T1 houve o crescimento das microalgas que influenciou na queda da alcalinidade devido o fenômeno da fotossíntese.. A combinação dos efluentes no tratamento T2 apresentou um aumento nos sólidos suspensos voláteis, apesar de ter uma quantidade menor de clorofila a, o que eventualmente indica um maior crescimento de bactérias

no meio. A presença de carbonato e bicarbonato implicam na alcalinidade dos sistemas de tratamento, supostamente provindo da degradação do  $N-N_{org}$  em  $NH_4^+$  durante o processo de digestão anaeróbica (PAIVA *et al.* 2021).

### Conclusões

Baseado nos resultados apresentados e discutidos neste trabalho, pode-se concluir que a adição do lixiviado colaborou com o crescimento de biomassa total no sistema que apresenta 10% de lixiviado, embora que para o crescimento de microalga não foi o mais satisfatório. A razão para a falta de desenvolvimento das microalgas pode estar relacionada à salinidade elevada e ao excesso de  $NH_3$  no lixiviado. Para um possível trabalho futuro, o intuito seria realizar essa análise para um tratamento de 5% de lixiviado de aterro e 95% de esgoto em luz natural.

### Agradecimentos

Agradeço imensamente ao Prof. Dr. Eduardo de Aguiar do Couto pela disponibilidade e todo ensinamento passado na realização desse projeto. Agradeço também UNIFEI por essa oportunidade e por disponibilizar o laboratório de saneamento para as análises. Ao órgão de fomento Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de estudos. Os autores agradecem também à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais - FAPEMIG, pelo financiamento da pesquisa (APQ-02621-18). Ainda agradeço meus colegas de curso, Conrado Yudi e Juliana Barbosa por todo apoio e ajuda nos experimentos.

### Referências

APHA, APHA, Standard Methods for Examination of the Water and Wastewater, Washington, 2012.

COUTO, E., CALIJURI, M. L., ASSEMAN, P. Biomass production in high-rate ponds and hydrothermal liquefaction: Wastewater treatment and bioenergy integration. *Science of The Total Environment*, v. 724, p. 138104, 2020. .

COUTO, E., CALIJURI, M.L., ASSEMAN, P., SOUZA, M. H. B. Effect of depth of high-rate ponds on the assimilation of  $CO_2$  by microalgae cultivated in domestic sewage. *Environment Technology*, Elsevier 2017.

HERNANDZ-GARCÍA, S.B., VELASQUEZ-ORTA, E. NOVELO, I., YANEZ-NOGUEZ, I., MONJE-RAMÍREZ,

M.T. ORTA LEDESMA, Wastewater-leachate treatment by microalgae: biomass, carbohydrate and lipid production, *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 174 (2019) 435–444.

MAGALHÃES, N. C. Remoção e recuperação de amônia de lixiviado de aterro sanitário utilizando membranas contactoras e comparação com processos convencionais. 2014. 153 f. Dissertação (Mestrado em saneamento, meio ambiente e recursos hídricos), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

METCALF & EDDY. *Wastewater engineering: treatment, disposal and reuse*. 4 ed. New York: McGraw-Hill, 1334 p, 2002.

MUSTAFA, E., PHANG, S., CHU, W., Use of an algal consortium of five algae in the treatment of landfill leachate using the high-rate algal pond system. *Journal Of Applied Phycology* 24 (2012) 953-963.

PAIVA, A. L., SILVA, D. G., COUTO, E. Recycling of landfill leachate nutrients from microalgae and potential applications for biomass valorization. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, Elsevier 2021.

PASKULIAKOVA, A., TONRY, S., TOUZET, N. Phytoremediation of landfill leachate with chlorophytes: Phosphate a limiting factor on ammonia nitrogen removal. *Water Research* 99 (2016) 180-187.

RIETOW, J. C. Avaliação do processo de arraste de amônia como pré-tratamento de lixiviado de aterro sanitário para co-disposição em reatores anaeróbios tipo UASB tratando esgoto sanitário. 2018. 209 f. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental. Curitiba, 2018.

SCHALCH, V. Análise comparativa do comportamento de dois aterros sanitários semelhantes e correlações de parâmetros do processo de digestão anaeróbica. São Carlos, 1992. Tese (Doutorado em Engenharia Hidráulica e Sanitária) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1992