

TRATAMENTO DE EFLUENTE DE LATICÍNIOS COM MICROALGA

Louise Hoss^{1} & Thais Possa² & Henrique Sanchez³ & Adriana Manetti⁴*

Resumo – As indústrias de laticínios são responsáveis pela geração de efluentes com grande poder poluidor, os quais apresentam alta carga orgânica, sólidos suspensos, nitrogênio. Dentro deste contexto, as microalgas têm se mostrado agentes potencialmente úteis no tratamento de águas residuárias, uma vez que possuem a habilidade de remover matéria orgânica e nutrientes dos efluentes, incorporando-os à sua biomassa.

Visto isso, foi utilizada a microalga *Aphanothece microscopica* Nägeli no tratamento do efluente de laticínios. Os cultivos foram conduzidos heterotroficamente usando o efluente como meio de cultura em biorreatores de coluna de bolhas nas condições de inóculo de 200 mg. L⁻¹, pH ajustado a 7,6, reator isotérmico operando na temperatura de 25°C e tempo de detenção hidráulica de 8 h, C/N 20 e N/P 10. Foram consideradas como respostas: demanda química de oxigênio (DQO), nitrogênio total Kjeldahl (N-NTK), turbidez e sólidos suspensos (SS), sendo removidos até 84,57% e 85,95% dos parâmetros DQO e N-NTK, respectivamente. A análise dos resultados indica a potencialidade de remoção de DQO e de N-NTK em condições heterotróficas pelas cianobactérias para o tratamento de efluentes de laticínios.

Palavras-Chave – tratamento de efluentes, efluentes agroindustriais, microalgas.

DAIRY WASTEWATER TREATMENT USING MICROALGAE

Abstract – The dairy industries are responsible for the generation of highly polluting effluents, which have high organic load, suspended solids, nitrogen. In this context, microalgae have been shown to be potentially useful agents in the treatment of wastewater, since they have the ability to remove organic matter and nutrients from the effluents, incorporating them into their biomass.

Considering this, the microalga *Aphanothece microscopica* Nägeli was used in the treatment of the dairy wastewater. Cultures were conducted heterotrophically using the effluent as culture media in bubble column bioreactors under 200 mg.L⁻¹ inoculum conditions, pH adjusted to 7,6, isothermal reactor operating at 25°C and hydraulic detention time of 8h, C/N 20 and N/P 10. Chemical oxygen demand (COD), total Kjeldahl nitrogen (N-NTK), turbidity and suspended solids (SS) were considered as responses, being removed up to 84.57% and 85.95% of COD and N-NTK parameters, respectively. The results indicate the potential of COD and NTK-N removal at heterotrophic conditions by cyanobacteria for the treatment of dairy effluents.

Keywords – wastewater treatment, agroindustrial effluents, microalgas

INTRODUÇÃO

Os efluentes industriais são originados nos mais diversos processos de industrialização. Eles têm sido, ao longo do tempo, um importante fator de degradação ambiental, pois o seu despejo, tanto nos corpos hídricos quanto na rede de esgoto a ser tratada, sem o devido tratamento prévio, provoca sérios problemas sanitários e ambientais (Archela et al., 2003).

¹ Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Pelotas, hossilouise@gmail.com

² Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Pelotas, thaispossa@hotmail.com *

³ Discente Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Engenharia Ambiental e Sanitária, franzhenrique@yahoo.com.br

⁴ Docente Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Engenharia Ambiental e Sanitária, didialimentos@yahoo.com.br

O tratamento de efluentes é uma das mais importantes questões ambientais no que diz respeito ao atendimento da legislação e à proteção ao meio ambiente. Apesar de evoluindo, a falta de recursos para investimentos, as políticas oficiais de inovação tecnológica - que parecem não considerar a realidade das micro e pequenas empresas brasileiras, entre outras questões, são entraves que fazem com que o setor de tratamento de efluentes no Brasil ainda deixe muito a desejar (Andrade & Sarno, 1990).

Apesar de representarem uma importante atividade econômica, as indústrias de laticínios são responsáveis pela geração de efluentes líquidos com alto potencial poluidor (Andrade, 2011). O tratamento desses efluentes contam, geralmente, com uma etapa preliminar, para remoção de sólidos grosseiros, um tratamento primário, para remoção de sólidos suspensos e gorduras, e um tratamento secundário, que reduz a carga orgânica do efluente, sendo este tratamento na maioria das vezes biológico, feito com o uso de microrganismos (FEAM, 2014).

O uso de cianobactérias e microalgas no tratamento de efluentes é uma alternativa técnico-econômica potencial em relação aos sistemas convencionais de tratamento secundário e terciário de efluentes (ZEPKA et al., 2010). Além da utilização no tratamento de efluentes, podem ser aplicadas na biossorção de metais tóxicos (Mezzomo et al., 2010; Dal Magro et al., 2011), biofixação de CO₂ (Morais e Costa, 2007) e produção de biocombustíveis (Xu e Mi, 2011). O uso destes microrganismos tem a vantagem de não gerar poluição adicional, uma vez que a biomassa pode ser separada e utilizada como suplemento alimentar, além de permitir uma eficiente reciclagem dos nutrientes (Craggs et al., 1997).

Os resíduos agroindustriais apresentam características adequadas para suportar os cultivos de cianobactérias, além da elevada concentração de matéria orgânica, nitrogênio e fósforo, que resultam geralmente em razões CN e NP adequadas, apresentam compostos de fácil assimilação, e geralmente ausência de compostos tóxicos ou inibidores de crescimento. As cianobactérias são capazes de assimilar formas nitrogenadas orgânicas e inorgânicas, como aminoácidos e ureia (Flores e Herrero, 1994).

A cianobactéria *Aphanothece microscopica* Nägeli, que possui grande ocorrência no sul do Brasil, tem sido amplamente estudada para valoração de resíduos agroindustriais, tendo demonstrado grande potencial de remoção de DQO e nitrogênio (Bastos et al., 2010).

Segundo Queiroz et al. (2002) esta cianobactéria é capaz de se desenvolver no escuro a partir da matéria orgânica presente no efluente. Estes autores avaliaram a remoção de nutrientes do efluente da parboilização do arroz por estes microrganismos na ausência de luz, registrando remoções de 97,67 % de matéria orgânica e 90,37 % de nitrogênio em tempo de detenção celular de 15 h, inóculo de 300 mg.L⁻¹ e temperatura de 25°C (Silva-Manetti et al., 2011). Sendo assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a remoção dos parâmetros analisados utilizando-se a microalga *Aphanothece microscopica* Nägeli.

OBJETIVO

Os objetivos deste trabalho foram caracterizar o efluente da indústria de laticínios e avaliar a remoção da microalga *Aphanothece microscopica* Nägeli nos parâmetros DQO, N-NTK, SS e turbidez.

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção do efluente

O efluente foi coletado após o tanque de equalização do sistema de tratamento de uma empresa processadora de laticínios da cidade de Pelotas – RS. O efluente foi caracterizado quanto aos parâmetros: turbidez, demanda química de oxigênio (DQO), sólidos suspensos e nitrogênio total Kjeldahl de acordo com os procedimentos descritos em métodos padrão para análise de águas e efluentes (APHA, 2005). A turbidez foi medida em turbidímetro da marca Termo Orion, modelo Aquafast II.

Preparo do inóculo

Os cultivos de *Aphanothece microscopica* Nägeli foram realizados em meio BG-11 (Braun – Grunow Medium) (RIPPKA et al., 1979), a 25°C, pH 7,8, fotoperíodo de 12 h e 2000 lux de luminosidade (Queiroz, et al., 2004). Determinou-se gravimetricamente a concentração celular através da filtração de volume conhecido de meio de cultura, na fase exponencial de crescimento, em filtro de diâmetro 0,45 µm, seco a 60°C por 24 horas.

A composição do meio BG-11 pode ser observada na Tabela 1.

Tabela 1. Composição do meio de cultura BG-11

Componentes	Concentração (g. L ⁻¹)
K ₂ HPO ₄ . 3H ₂ O	0,04
MgSO ₄ . 7H ₂ O	0,075
Na ₂ EDTA	0,001
H ₃ BO ₃	2,86
MnCl ₂ . 4H ₂ O	1,81
ZnSO ₄ . 7H ₂ O	0,222
Na ₂ MoO ₄ . 2H ₂ O	0,39
CuSO ₄ . 5H ₂ O	0,079
CaCl ₂ . 6H ₂ O	0,04
Ácido cítrico	0,006
Citrato férrico e amônio	0,006
NaNO ₃	15
pH	7,4 – 7,6

Fonte: RIPPKA et al., 1979

Tratamento Biológico com *Aphanothece*

Os experimentos foram conduzidos em reator com capacidade de 4,5 L, contendo o efluente de laticínios, em sistema descontínuo de mistura perfeita, com inóculo em torno de 200mg/L de células de *Aphanothece*. Um volume de cultura equivalente ao requerido foi separado do sobrenadante através de sedimentação e transferido para o reator sob aeração constante (1VVM), pH 7,8, 25°C, ausência de luminosidade, razão C/N ajustada a 20, ajustada com glicose e N/P 10 com fosfato dissódico e tempo de detenção hidráulico de 8 horas (Hornes & Queiroz, 2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização do efluente

As características dos efluentes do processamento de laticínios dependem da planta de processamento e consequente unidades de processamento, resultando em um efluente com alta carga orgânica, lactose e sais minerais (Vourch et al., 2008; Markou e Georgakakis et al., 2011; Chen e Liu et al., 2012). Este fato é observado nos resultados expressos na Tabela 2, onde estão expressas as características do efluente bruto e após o tratamento com *Aphanothece microscopica* Nägeli. Pode-se verificar a alta variabilidade nos valores obtidos para os parâmetros avaliados, principalmente ao que se refere à DQO, N-NTK e sólidos suspensos. O pH do efluente bruto encontrava-se entre 8,0 e 9,0. Na tabela 2 encontram-se os valores antes e depois do tratamento com a microalga *Aphanothece microscopica* Nägeli.

Tabela 2. Características do efluente de laticínio antes e após tratamento

Parâmetros	Efluente bruto		*Efluente após tratamento biológico	
	Média	C.V.	Média	C.V.
DQO	2949	24,25	455	21,55
N-NTK	49,48	20,45	6,95	25,08
Turbidez	178	12,75	315	13,67
SS	260	14,65	643	11,65

Parâmetros em mg. L⁻¹ exceto turbidez (NTU); C.V.: coeficiente de variação (%); *Efluente tratado por *Aphanothece*. Dados amostrais referentes há 6 meses

A Demanda Química de Oxigênio (DQO) determina a quantidade de oxigênio consumido durante a oxidação química da matéria orgânica. É um parâmetro amplamente utilizado quando se fala de poluição, por estar relacionado com a DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), que é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica bioquimicamente. Este parâmetro pode indicar a perda de produto durante a produção e pode ainda servir de principal indicador de eficiência dos processos de tratamento (Brião, 2000).

A análise de nitrogênio em efluentes é de grande importância, visto que a descarga de nutrientes em corpos hídricos causa a eutrofização dos mesmos. Estima-se que a descarga de 1kg de nitrogênio pode resultar na reconstrução de 16 kg de biomassa, o que corresponde a 20kg de demanda química de oxigênio no corpo receptor. Pode ainda ocorrer maior diminuição dos níveis de oxigênio, através de processos de nitrificação, onde são consumidos aproximadamente 4 kg de oxigênio dissolvido para cada 1 kg de amônia descarregada no corpo hídrico (Chernicharo, 2007).

A eficiência de remoção da *Aphanothece microscopica* Nägeli foi calculada através da Equação 1.

$$Eficiência = \left[\frac{(EB - EA)}{EB} \right] \times 100$$

Onde

EB: Efluente bruto

EA: Efluente do tratamento por *Aphanothece*

A tabela 3 apresenta as eficiências de remoção calculadas.

Tabela 3. Eficiência de remoção dos parâmetros analisados após tratamento

Parâmetro	Eficiência de remoção
DQO	84,57%
N-NTK	85,95%
Turbidez	-
SS	-

Foi observado um aumento nos parâmetros Turbidez e SS. Isso se deve à presença da *Aphanothece microscopica* Nägeli no efluente tratado, pois esta microalga possui um diâmetro muito pequeno ($\leq 20\mu\text{m}$). É necessária a remoção desta microalga para que estes parâmetros sejam normalizados.

Pode-se observar uma alta eficiência de remoção nos parâmetros de DQO e N-NTK, sendo que mais de 80% destes parâmetros foi removido.

CONCLUSÃO

Através dos resultados obtidos, foi possível concluir que a utilização da microalga *Aphanothece microscopica* Nägeli no tratamento do efluente de laticínios é uma alternativa viável.

Foram obtidas altas eficiências de remoção de DQO e de N-NTK, com valores acima de 80% de remoção. Estes valores são satisfatórios e demonstram que a utilização desta microalga é viável no tratamento do efluente de laticínios.

Contudo, através dos altos valores de SS e turbidez após o experimento, verificou-se que é necessário um tratamento posterior para remoção da biomassa de *Aphanothece microscopica* Nägeli do efluente tratado.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, L. H. Tratamento de efluente de indústria de laticínios por duas configurações de biorreator com membranas e nanofiltração visando o reuso (Dairy industry effluent treatment with two configurations of membrane bioreactors and nanofiltration aiming at reuse). 2011. Tese de Doutorado. Masters Thesis, Post-Graduation on Sanitary and Environmental Engineering, Federal University of Minas Gerais, Brazil.

ARCHELA, Edison et al. Considerações sobre a geração de efluentes líquidos em centros urbanos. GEOGRAFIA (Londrina), v. 12, n. 1, p. 517-526, 2010.

BRIÃO, V. B; TAVARES, C.R.G. Geração de efluentes na indústria de laticínios: atitudes preventivas e oportunidades. 2005. Trabalho apresentado no 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Campo Grande, 2005.

BRIÃO, V. B. Estudo de Prevenção à Poluição de Resíduos Líquidos em uma Indústria de Laticínios. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), Programa de Pós-graduação em Engenharia Química, Universidade Estadual de Maringá. Maringá/PR, 2000.

BRIÃO, V.B.; TAVARES, C.R.G. Ultrafiltração como processo de tratamento para o reuso de efluentes de laticínios. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 12, p. 134 - 138, 2007.

DE LEMOS CHERNICHARO, C. A. Anaerobic reactors. IWA publishing, 2007.

FEAM. Guia técnico ambiental da indústria de laticínios. Minas Gerais, 2014. Disponível em: http://www.feam.br/images/stories/producao_sustentavel/GUIAS_TECNICOS_AMBIENTAIS/guia_laticinios.pdf. Acesso em: 17 de jul. de 2016.

QUEIROZ, Maria Isabel et al. The kinetics of the removal of nitrogen and organic matter from parboiled rice effluent by cyanobacteria in a stirred batch reactor. Bioresource Technology, v. 98, n. 11, p. 2163-2169, 2007.

ZEPKA, L.Q.; JACOB-LOPES, E.; GOLDECK, R.; SOUSA-SOARES, L.A.; QUEIROZ, M.I. Nutritional evaluation of single-cell protein produced by *Aphanothece microscopica* Nägeli. Bioresource Technology, v. 101, p. 7118 - 7122, 2010.

ZEPKA, L. Q. ; JACOB-LOPES, E. ; GOLDBECK, R. ; QUEIROZ, M. I. . Production and biochemical profile of the microalgae *Aphanothece microscopica* Nägeli submitted to different drying conditions. Chemical Engineering and Processing, v. 47, p. 1305 - 1310, 2008.