

## II-494 – MICROBIOLOGIA DE REATORES UASB: DIVERSIDADE DE PROTOZOÁRIOS CILIADOS EM ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS DO INTERIOR DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

**Tiago Abreu Viana** <sup>(1)</sup>

Analista da Qualidade do Departamento de Meio Ambiente e Pesquisa em Controle de Qualidade da Água do Interior, Gerência de Controle de Qualidade e Obras da Diretoria do Interior - CEDAE – RJ. Biólogo pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ. Mestre em Ecologia e Evolução pela UERJ. Doutorando em Zoologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro / Museu Nacional – UFRJ/MN.

**Suzane A. da Silva**

Graduanda em Ciências Biológicas pela Unigranrio. Estudante de Iniciação Científica do Laboratório de Protistologia da UFRJ.

**Inácio Domingos da Silva-Neto**

Graduado em Ciências Biológicas pela Faculdade de Humanidades Pedro II. Mestre em Ciências Biológicas (Zoologia-Protistologia) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Doutor em Ciências Biológicas pelo Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo e pelo Institute de Protistologie et Zoologie dans l' Université Blaise Pascal de Clermont Ferrand. Professor da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Laboratório de Protistologia da UFRJ.

**Endereço**<sup>(1)</sup>: Avenida Presidente Vargas, 2655 – Cidade Nova – Rio de Janeiro –RJ – CEP: 20210-030 – Brasil – Tel: +55(21) 2332-5722 / +55(21) 2332-5701 – e-mail: [tiago-viana@cedae.com.br](mailto:tiago-viana@cedae.com.br)

### RESUMO

Os protozoários ciliados participam do processo de digestão anaeróbia em reatores UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket* – reatores anaeróbios de manta de lodo e fluxo ascendente). Entretanto, sua diversidade e função nestes reatores ainda é pouco conhecida. Este trabalho teve como objetivo caracterizar a fauna de ciliados do lodo de reatores UASB de três Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs) de pequeno porte situadas no interior no Estado do Rio de Janeiro que tratam esgotos sanitários. Cada uma das ETEs é composta por reatores UASB, seguidos de biofiltros aerados submersos nitrificantes de fluxo ascendente, acompanhados de decantador secundário. Foram realizadas análises qualitativas da microbiota de amostras frescas e de cultivos preparados em laboratório. A fauna de ciliados dos reatores UASB das ETEs estudadas foi representada por ciliados bacterívoros e ciliados predadores. Estes últimos indicam, provavelmente, uma boa condição da microfauna dos reatores UASB estudados. Os resultados apresentados indicam o potencial uso dos ciliados como bioindicadores do desempenho dos reatores UASB, e contribuirão para a produção de um índice de qualidade dos lodos anaeróbios através da análise qualitativa e quantitativa destes organismos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tratamento anaeróbio, protozoários, ciliados, bioindicadores, índice de qualidade de lodos anaeróbios.

### INTRODUÇÃO

A ocorrência de protozoários ciliados em Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs) é conhecida há quase um século, desde a instalação das primeiras estações por lodos ativados em 1922 (MADONI, 2011). Sua presença também já foi registrada em filtros percoladores, reatores biológicos rotativos de contato - biodiscos, reatores por batelada sequenciais, lagoas de estabilização, tanques Imhoff e *wetlands* (RIVERA *et al.*, 1988; RONCON *et al.*, 2007; LACKEY, 1925; AGERSBORG & HATFIELD, 1929; PAPADIMITRIOU *et al.*, 2010).

Os ciliados são utilizados como bioindicadores de desempenho de lodos ativados, onde sua participação no tratamento é bem compreendida e descrita (MADONI, 2011). Entretanto, a diversidade e a função destes organismos em reatores anaeróbios, como o reator UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket* – Reator Anaeróbio Ascendente de Manta de Lodo), são ainda pouco conhecidas (PRIYA *et al.*, 2007).

O tratamento de esgotos por reatores UASB é reconhecido como um dos métodos que causam menos danos ao ambiente (NAIR & AHAMMED, 2013) e é indicado para aplicações em países em desenvolvimento por causa do baixo custo operacional e pouca geração de resíduos deste tipo de reator. O UASB é um reator anaeróbio de manta de lodo, caracterizado por conter câmara de digestão, separador trifásico, zona de sedimentação e zona de acumulação de gás (JORDÃO & PESSÔA, 2011; VON SPERLING, 2005).

A digestão anaeróbica pode ser considerada um processo onde vários grupos de microrganismos trabalham em sinergia na conversão da matéria orgânica complexa em produtos finais, como metano, dióxido de carbono, sulfeto de hidrogênio, água e amônia (CHERNICCHARO, 2007). Os ciliados participam deste processo de três formas: (1) consumindo bactérias e contribuindo para o seu controle e renovação populacional, (2) abrigando, dentro de suas próprias células, bactérias metanogênicas imprescindíveis ao tratamento e (3) consumindo matéria orgânica dissolvida. Além disso, os ciliados excretam compostos que podem aumentar a atividade bacteriana (NISBET, 1984 *apud* MADONI, 2011), aumentando a mineralização de carbono, especialmente, em sistemas de alta taxa (CURDS, 1982), como é o caso dos reatores UASB.

Os ciliados de reatores UASB são pouco conhecidos, e a relação entre densidade destes organismos e o desempenho dos reatores é desconhecida, o que justifica este trabalho.

Assim, o objetivo deste trabalho foi ampliar o conhecimento da microbiologia dos reatores UASB através da caracterização da fauna de ciliados do lodo anaeróbio de três Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs) no interior no Estado do Rio de Janeiro.

O desenvolvimento deste trabalho contou com o apoio da Companhia Estadual de Águas e Esgotos - CEDAE, e, em especial, da Gerência de Controle de Qualidade e Obras do Interior e da Gerência Serrana, da Diretoria de Distribuição e Comercialização do Interior, e dos laboratórios da Gerência de Tratamento de Esgotos da Diretoria de Esgotos.

## **METODOLOGIA UTILIZADA**

As três ETEs estudadas tratam esgotos sanitários em nível terciário. As ETEs 1 e 2 são compostas por dois reatores UASB, seguidos de dois biofiltros aerados submersos nitrificantes de fluxo ascendente, acompanhados de um decantador secundário. A ETE 3 é composta por apenas um reator UASB, um biofiltro e um decantador.

Amostras de lodo anaeróbio dos reatores UASB foram coletadas em setembro e novembro de 2016, e em janeiro, fevereiro, março, abril e maio de 2017. Foram realizadas análises qualitativas dos ciliados de amostras frescas, e de cultivos microaerofílicos e cultivos anaeróbicos, preparados em laboratório. Os cultivos microaerofílicos foram feitos em placa de Petri, com o objetivo de permitir o excistamento dos ciliados encistados. Nestes cultivos adicionou-se um grão de arroz macerado como substrato para o crescimento de bactérias. Os cultivos anaeróbicos foram feitos em frascos fechados sem ar, mantidos sem agitação, com a adição de pequena quantidade de Cerophyl, para garantir o crescimento de bactérias. As análises foram feitas em lupa Olympus modelo SZ 40 e microscópio ótico Zeiss modelo AxioImager.A2 com contraste interferencial diferencial.

Algumas características de processo e do afluente e efluente das ETEs analisadas podem ser vistas nas Tabelas 1 e 2.

**Tabela 1 – Características de processo das ETEs analisadas.**

<b>Local</b>	<b>Vazão (L/s)</b>	<b>Carga DQO (kg DQO/dia)</b>	<b>Carga DBO (kg DBO/dia)</b>
<b>ETE 1</b>	<b>7</b>	<b>665,3</b>	<b>302,4</b>
<b>ETE 2</b>	<b>3</b>	<b>220,3</b>	<b>103,7</b>
<b>ETE 3</b>	<b>3</b>	<b>187,4</b>	<b>100,8</b>

DQO – Demanda Química de Oxigênio; DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

**Tabela 2 – Concentrações de alguns parâmetros físico-químicos no Afluente e Efluente das ETEs estudadas.**

Local	DQO (mg/L)		DBO (mg/L)		RNFT (mg/L)	
	Af.	Ef.	Af.	Ef.	Af.	Ef.
ETE 1	882	91	511,4	23,7	444	19
ETE 2	512	74	221,6	22	118	15
ETE 3	723	83	389	33	522	28

DQO – Demanda Química de Oxigênio; DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio; RNFT – Resíduos Não-Filtráveis Totais; Af. – Afluente; Ef. – Efluente.

## RESULTADOS

Foram encontrados 14 espécies de ciliados em amostras frescas e após cultivo, conforme apresentado na Tabela 3. A Figura 1 mostra imagens *in vivo* de algumas destas espécies.

**Tabela 3 – Ciliados encontrados em amostras frescas e após cultivo em laboratório de amostras de reatores UASB no estado do Rio de Janeiro.**

Ciliado	Dieta	Amostra
<i>Metopus</i> sp.	Bacterívoro	Amostra Fresca
<i>Phialina</i> sp.	Predador	Amostra Fresca
<i>Monodinium</i> sp.	Predador	Amostra Fresca
<i>Trimyema</i> sp.	Bacterívoro	Amostra Fresca
Oligohymenophorea espécie 1	Bacterívoro	Amostra Fresca e Cultivo Microaerofílico
<i>Colpoda</i> sp.	Bacterívoro	Cultivo Microaerofílico
<i>Tetrahymena</i> sp.	Bacterívoro	Cultivo Microaerofílico
<i>Chilodonella</i> sp.	Bacterívoro	Cultivo Microaerofílico
<i>Spathidium</i> sp.	Predador	Cultivo Microaerofílico
Spirotrichea	Bacterívoro	Cultivo Microaerofílico
<i>Vorticella</i> sp.	Bacterívoro	Cultivo Microaerofílico
Oligohymenophorea espécie 2	Bacterívoro	Cultivo Microaerofílico
<i>Colpidium acuminatum</i>	Bacterívoro	Cultivo Anaeróbico
<i>Trachelius ovatum</i>	Predador	Cultivo Anaeróbico



**Figura 1 – Ciliados de reatores UASB no estado do Rio de Janeiro. a. *Phialina* sp. b. *Colpoda* sp. c. *Chilodonella* sp. d. *Spathidium* sp.**

Também foram encontrados outros protozoários, como amebas, flagelados e tecamebas (*Euglypha* sp. e *Arcella* sp.). *Zooglea* sp. e bactérias filamentosas foram encontradas exclusivamente na ETE 1. Nesta ETE, as bactérias filamentosas ocorreram em grande quantidade, unindo o lodo e permitindo a formação de pequenos flocos irregulares.

#### **ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

Ao todo, foram encontradas 14 espécies de ciliados no lodo anaeróbio dos reatores UASB, sendo cinco espécies nas amostras frescas e dez espécies nos cultivos (Tabela 3). A diversidade de ciliados nas amostras frescas foi baixa se comparada com aquela geralmente encontrada em lodos ativadas (CURDS, 1982; MADONI, 2010). A diversidade dos ciliados bacterívoros (dez espécies) foi maior do que a dos predadores (quatro espécies). A presença das espécies predadoras indica que a quantidade de ciliados bacterívoros e flagelados, que são as presas, é abundante (RIVERA *et al.*, 1998 *apud* LYNN, 2008). Assim, a ocorrência de ciliados predadores, provavelmente, indica uma boa condição da microbiota do reator anaeróbio.

## CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

A fauna de ciliados dos reatores UASB das ETEs estudadas foi representada por ciliados bacterívoros e ciliados predadores. Estes últimos indicam, provavelmente, uma boa condição da microfauna dos reatores UASB estudados.

Os resultados apresentados indicam o potencial uso dos ciliados como bioindicadores do desempenho dos reatores UASB, e contribuirão para a produção de um índice de qualidade dos lodos anaeróbios através da análise qualitativa e quantitativa destes organismos.

O inventário de espécies apresentado aqui será, provavelmente, ampliado com a realização de mais análises, o que permitirá a produção de um atlas dos ciliados de ETEs anaeróbias do Estado do Rio de Janeiro.

Nas próximas etapas, a caracterização físico-química do afluente e efluente do reator será utilizada para investigar melhor a relação dos ciliados com o desempenho do reator.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGERSBORG, H.P.K. & HATFIELD, W.D. 1929. The biology of a sewage treatment plant – a preliminary survey – Decatur, Illinois. **Sewage Works Journal**, Vol. I, Nº 4.
2. CHERNICHARO, C.A.L. 2007. **Anaerobic Reactores**. Biological Wastewater Treatment Series. v. 5. London: IWA Publishing.
3. CURDS, C.R. 1982. The ecology and role of protozoa in aerobic sewage treatment processes. **Annual Review of Microbiology**, 36: 27-46.
4. JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. 2011. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 6ª ed. Rio de Janeiro: ABES.
5. LACKEY, J.B. 1925. Studies on the biology of sewage disposal. The fauna of Imhoff Tanks. **New Jersey Agricultural Experiment Stations**, 417.
6. LYNN, D. H. 2008. **The Ciliated Protozoa – Characterization, Classification and Guide to the Literature**. 3rd edition. Springer.
7. MADONI, P. 2011. Protozoa in wastewater treatment process: A minireview. **Italian Journal of Zoology**, 78: 1, 3-11.
8. NAIR, A.T., AHAMMED, M.M. 2013. The reuse of water treatment sludge as a coagulant for post-treatment of UASB reactor treating urban wastewater, **Journal of Cleaner Production**, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.12.037>.
9. NISBET, B. 1984. Nutrition and feeding strategies in protozoa. London: Croom Helm *apud* Madoni, P. 2011. Protozoa in wastewater treatment process: a minireview. **Italian Journal of Zoology**, 78: 1, 3-11.
10. PAPADIMITRIOU, C.A.; PAPTHEODOULOU, A.; TAKAVAKOGLU, V.; ZDRAGAS, A.; SAMARAS, P.; SAKELLAROPOULOS, G.P.; LAZARIDOU, M. & ZALIDIS, G. 2010. Investigation of protozoa as indicators of wastewater treatment efficiency in constructed wetlands. **Desalination**, 250(1): 378-382.
11. PRIYA, M.; HARIDAS, A.; MANILAL, V. B. 2007. Involvement of protozoa in anaerobic wastewater treatment process. **Water Research**, 41: 4639 – 4645.
12. RIVERA, F.; CASTRO, F.; MORENO, G. LUGO, A.; GALEGOS, E. & NOROUZIAN, M. 1988. Protozoa of a rotating contactor treatment plant in Mexico. **Water, Air and Soil Pollution**, 42: 281-301.
13. RONCON, T.J.; BIDÓIA, E.D.; SANTOS, V.; GUERRA, N.M. & OTENIO, M.H. 2007. Caracterização da biota de protozoários e sua função depurativa na Lagoa de Estabilização da Estação de Tratamento de Esgoto de Bandeirantes, Paraná. **Salusvita**, 26(1): 89-98.
14. VON SPERLING, M. 2005. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. v. 1, 3ª ed. Belo Horizonte: DESA-UFMG.