

II-189 – COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA EM UMA LAGOA DE MATURAÇÃO DA ETE DE TRINDADE-GOÍÁS

Emmanuel Bezerra D'Alessandro⁽¹⁾

Biólogo pelo Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Goiás (ICB/UFG). Especialista em Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos pela Escola de Engenharia Civil (EEC/UFG). Mestrando em Engenharia do Meio Ambiente na EEC/UFG.

Rosalmina Cipriano da Silva

Bióloga e Biomédica pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC-Goiás). Bióloga do Laboratório Central de Esgoto da Saneamento de Goiás S/A (SANEAGO).

Ina de Souza Nogueira

Bióloga pela Universidade Santa Úrsula. Mestre em Botânica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Doutora em Botânica pela Universidade de São Paulo (USP). Professora da Universidade Federal de Goiás (UFG).

Nora Kátia Saavedra del Aguila

Bióloga. Mestre em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Doutora em Hidráulica e Saneamento na EESC/USP. Professora Efetiva da Universidade Federal de Goiás (UFG).

Endereço⁽¹⁾: Av. Universitária, 1488, quadra 86, Universidade Federal de Goiás, Escola de Engenharia Civil - St. Universitário - Goiânia - GO - CEP: 74605-220 - Brasil - Tel.: (62) 3209-6257 - e-mail: emmanuel_dalessandro@hotmail.com.

RESUMO

A Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) de Trindade (16°39'09''S e 49°31'50''O) está localizada no Município de Trindade (GO). A lagoa de maturação onde foi realizado o estudo tem TDH de 2,5 dias e volume de aproximadamente 17.500 m³ com profundidade de 1,3 m. Este trabalho visou avaliar a dinâmica do fitoplâncton através da clorofila *a* e apresentar um inventário de algas e cianobactérias encontradas na lagoa de maturação da ETE de Trindade (GO). Constatamos que as variáveis físico-químicas que influenciaram na diversidade das espécies foram: temperatura da água, oxigênio dissolvido, ortofosfato, amônia, condutividade elétrica e profundidade. Foram identificados 40 táxons na lagoa de maturação sendo 8 de Cyanophyceae, 17 de Chlorophyceae, 14 de Euglenophyceae e uma de Bacillariophyceae.

PALAVRAS-CHAVE: Lagoa de maturação, Algas, Cianobactérias, clorofila *a*, Nutrientes.

INTRODUÇÃO

Muitas categorias de organismos desempenham um importante papel no processo de tratamento de esgotos. Estas incluem principalmente algas, bactérias (heterotróficas e autotróficas) e zooplâncton (BITTON, 2005). Em teoria, o tratamento nas lagoas de maturação também é realizado por microrganismos, mas somente aeróbicos. Esta lagoa tem como função remover grande parte dos coliformes termotolerantes (VON SPERLING, 2002).

Bitton (2005) descreve que os gêneros mais comuns de cianobactérias em lagoas de estabilização são *Oscillatoria* e *Microcystis*, e de algas são *Chlamydomonas*, *Euglena*, *Chlorella*, *Scenedesmus* e *Micractinium*.

Algumas espécies de algas podem alternar entre autotrófica (fotossíntese) e heterotrófica, como é o caso da *Euglena* (ROSOWSKI, 2003). Portanto estes indivíduos são bem adaptados aos ambientes com pouca luz, como é o caso das lagoas de estabilização que tem pouca transparência. As cianobactérias apesar de serem simples, são bastante evoluídas, pois em um ambiente de stress podem fixar nitrogênio gasoso diretamente da atmosfera (LEE, 2008).

As algas requerem compostos inorgânicos para reproduzir-se, dentre eles os principais são nitrogênio e fósforo. Entretanto para evitar o crescimento excessivo das algas nas águas naturais basta a eliminação dos nutrientes. Nas lagoas de estabilização as algas são necessárias para um bom funcionamento do sistema, pois produzem oxigênio para as bactérias aeróbias e heterotróficas. À noite quando não há luz para a realização da

fotossíntese, as algas consomem o oxigênio através da respiração, porém este sistema metabólico produz uma variação diurna do oxigênio. O pH também é um fator chave para o crescimento dos organismos. A maioria pode tolerar níveis de pH acima de 9,5 ou abaixo de 4,0. Em geral, o pH ótimo para o crescimento se encontra entre 6,5 e 7,5 (METCALF; EDDY, 1985).

Nesse sentido, este trabalho visou avaliar a dinâmica do fitoplâncton através da clorofila *a* e correlacioná-la com os parâmetros físico-químicos, além de apresentar um inventário de algas e cianobactérias encontradas na lagoa de maturação da ETE de Trindade (GO),

MATERIAL E MÉTODOS

A Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) de Trindade (16°39'09''S e 49°31'50''O) está localizada no Município de Trindade (GO). Esta cidade possui aproximadamente 97.500 habitantes.

A ETE de Trindade, constituída por lagoas de estabilização, consiste de tratamento preliminar, seguido por três módulos em paralelo (A, B e C), contendo cada, uma lagoa anaeróbia, uma lagoa facultativa e uma lagoa de maturação em série, sendo o efluente do sistema lançado no córrego Barro Preto. Por motivos de infiltração, o módulo C foi desativado. O sistema australiano de lagoas de estabilização entrou em funcionamento em 1997. Este estudo refere-se apenas a lagoa de maturação do módulo A, com coletas das amostras realizadas em setembro e outubro de 2010.

O sistema apresenta, de acordo com os dados do projeto da SANEAGO, vazão média de 161,6 L.s⁻¹, DBO_{afluente} de 184 mg.L⁻¹ e DBO_{efluente} de 29,5 mg.L⁻¹ totalizando uma eficiência de 84%. A área média da lagoa de maturação é de 13975,00 m²; profundidade de 1,5 m; volume útil de 17468,75 m³ e tempo de detenção hidráulico operacional de aproximadamente 2,5 dias.

Amostragem

O estudo foi realizado no módulo A da ETE de Trindade, no período de seca (setembro) e chuva (outubro) de 2010, com coletas que tiveram início às 11:00 da manhã.

As amostras foram coletas, para estudo da comunidade fitoplanctônica e dos parâmetros físico-químicos, em dois pontos específicos, no início e no final da lagoa de maturação, e em três profundidades diferentes: superfície, meio e fundo, utilizando a garrafa de van Dorn.

Análises físico-químicas

A concentração de oxigênio dissolvido (OD) e a temperatura foram aferidas no momento da coleta utilizando o oxímetro de campo (Thermo Scientific - Orion 5 Star). O pH e a condutividade das amostras de água da lagoa de maturação foram aferidos no laboratório de Saneamento da Escola de Engenharia Civil na Universidade Federal de Goiás (EEC-UFG).

As análises de amônia (NH₄⁺) foram realizadas utilizando o método de nesslerização direta (Silva e Oliveira, 2001) e de ortofosfato foi o método do ácido ascórbico (APHA, 1998).

As amostras de amônia e ortofosfato foram coletadas em frascos de polietileno de 500 mL e fixadas no próprio local de coleta com 0,5 mL de ácido sulfúrico.

Análise de Clorofila *a* (Cla)

As coletas para determinar clorofila *a* foram realizadas utilizando garrafas escuras de um litro. O método adotado foi o de extração com acetona 90% (APHA, 1998). As amostras foram filtradas em membranas de microfibras de vidro de 47 mm de diâmetro (Milipore AP 20 de 0,8 a 8,0 µm de porosidade) por meio de bomba de vácuo Primar (modelo 141) juntamente com o kitasato completo.

Comunidade fitoplanctônica

Para as análises qualitativas do fitoplâncton, foram coletadas as amostras na superfície, meio e fundo através de recolhimento de 100 mL de esgoto na lagoa de maturação. Parte das amostras foram acondicionadas em frascos de vidro transparente de 100 mL e fixadas com formol 4%, para posterior análise em laboratório e indexação no herbário da UFG. Outra parte da amostra foi mantida viva para posterior análise em laboratório.

As identificações dos organismos ocorreram com base nas características morfológicas e morfométricas, através de observações em microscópio óptico Olympus acoplado à câmara com captura de imagem e software Image-Pro plus.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A distribuição vertical do oxigênio dissolvido está relacionada com os processos de estratificação e desestratificação, circulação vertical, e a distribuição vertical de microrganismos e sua atividade (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2008).

A Figura 1 mostra as variações do OD, amônia, temperatura e clorofila *a* em setembro. Percebe-se que no ponto 1 o OD teve um acréscimo de $0,5 \text{ mg.L}^{-1}$ no meio da lagoa em relação ao P1-S, provavelmente pelo aumento da temperatura que influenciou o crescimento do fitoplâncton e também, possivelmente, pela intensa radiação solar na superfície que fez com que as algas se deslocassem para o meio da lagoa (a 0,65 m de profundidade desde a superfície) onde foi registrado a maior concentração de clorofila *a* ($1351 \mu\text{g.L}^{-1}$). No ponto 1 a concentração de amônia variou de 10,0 (P1-S) a $8,6 \text{ mg.L}^{-1}$ (P1-F).

No ponto 2 (Figura 1) observa-se que o OD foi maior no P2-S ($11,5 \text{ mg.L}^{-1}$), provavelmente por conta da ação dos ventos, e o OD do P2-M e P2-F foram praticamente os mesmos ($10,0 \text{ mg.L}^{-1}$). A concentração de clorofila *a* foi maior no P2-M ($1486 \mu\text{g.L}^{-1}$) e a concentração de amônia ($8,1 \text{ mg.L}^{-1}$) foi menor também no P2-M, isto possivelmente, porque a comunidade fitoplanctônica utilizou a amônia da água no seu metabolismo ocasionando essa pequena queda em relação ao P2-S e P2-F. Este é uns dos fatores que explica essa variação em um ambiente eutrófico. Segundo TUNDISI e MATSUMURA-TUNDISI (2008), os processos biológicos dependem de uma série de fatores, que em conjunto, influenciam e controlam as respostas das comunidades fitoplanctônicas. Dentre eles estão a temperatura da água, radiação solar, macronutrientes, micronutrientes, tamanho dos organismos, pH e oxigênio dissolvido.

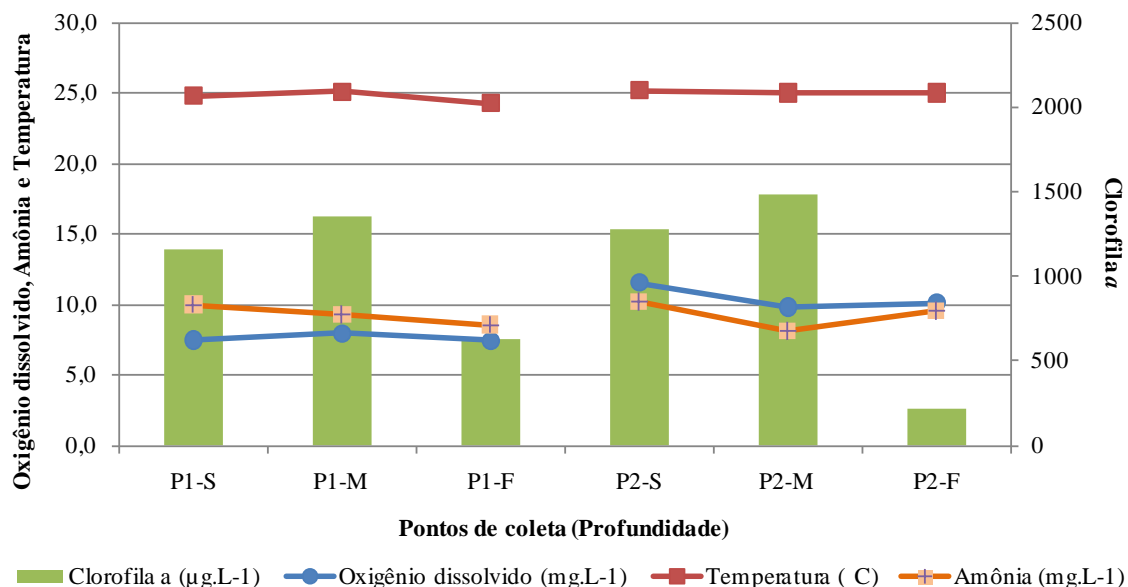


Figura 1 - Perfil vertical de temperatura (°C) e Oxigênio dissolvido (mg.L^{-1}) nos pontos de coleta 1e 2 da lagoa de maturação do módulo A da ETE de Trindade em setembro de 2010. Obs.: P1-S: 0,0 m; P1-M: 0,65 m; P1-F: 1,15 m; P2 corresponde as mesmas profundidades.

A Figura 2 mostra as variações do OD, amônia, temperatura e clorofila *a* em outubro. Observa-se que no ponto 2 a clorofila *a* possui comportamento similar da temperatura, enquanto que no ponto 1, não. Isto, provavelmente, devido a existência de algum outro fator, de maior importância, influenciando na distribuição vertical da clorofila *a*, como por exemplo, o ortofosfato que segundo Lau, Tam e Wong (1995) existe correlação negativa entre clorofila e nutrientes.

A clorofila no ponto 1 foi decrescente variando de 2149 a 209 $\mu\text{g.L}^{-1}$, assim como no ponto 2 variando de 940 a 323 $\mu\text{g.L}^{-1}$. O oxigênio dissolvido variou de 18,3 a 3,5 mg.L^{-1} no ponto 1, e de 8,1 a 1,8 mg.L^{-1} no ponto 2. A concentração de amônia foi decrescente no ponto 1, variando de 10,8 a 8,1 mg.L^{-1} e crescente no ponto 2 que variou de 8,6 a 9,3 mg.L^{-1} .

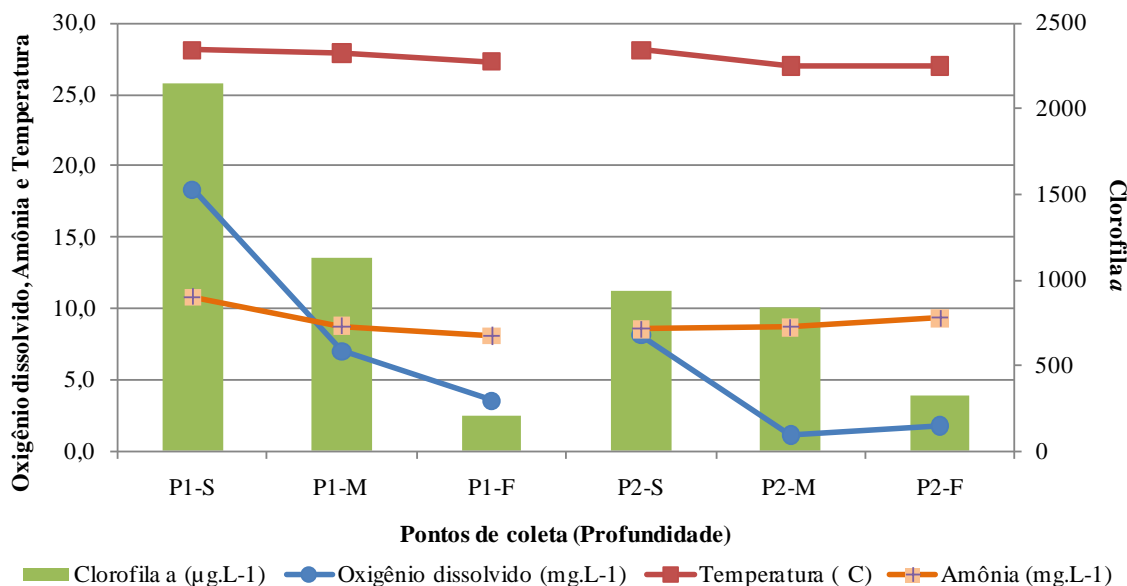


Figura 2: Perfil vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e Oxigênio dissolvido (mg.L^{-1}) nos pontos de coleta 1e 2 da lagoa de maturação do módulo A da ETE de Trindade em outubro de 2010. Obs.: P1-S: 0,0 m; P1-M: 0,65 m; P1-F: 1,15 m; P2 corresponde as mesmas profundidades.

A Análise dos Componentes Principais (ACP) indicou que os parâmetros físico-químicos avaliados nos períodos da seca (setembro) e da chuva (outubro) estiveram distanciados entre si (Figura 3).

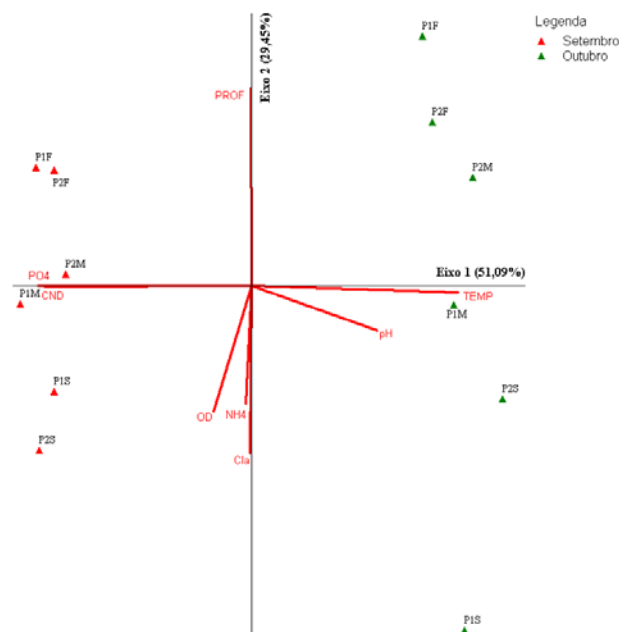


Figura 3: Escores derivados da ACP aplicados aos dados ambientais. Os códigos são: PROF – profundidade dos pontos, PO4 – ortofosfato; CND – condutividade; OD – oxigênio dissolvido; NH4 – amônia; Cla – clorofila a; pH - potencial hidrogeniônico; TEMP – temperatura do esgoto.

Os dois primeiros componentes principais explicaram 80,54% da variabilidade total dos dados, sendo que as variáveis que correlacionaram com o primeiro eixo 1 foram: temperatura, ortofosfato e condutividade; e com o eixo 2: o oxigênio dissolvido, amônia, clorofila *a* e profundidade (Tabela 1). Possivelmente foram estas variáveis que determinaram a frequência e a diversidade dos táxons identificados.

Tabela 1: Explicabilidade dos eixos e correlação das variáveis obtidas na lagoa de maturação com os dois primeiros componentes principais. Em negritos estão os coeficientes considerados importantes para a formação dos componentes.

Variáveis	Componente Principal 1	Componente Principal 2
% de Variância	51,09	29,45
Broken-Stick	2,829	1,829
Temperatura do esgoto	0,4504	-0,1022
Oxigênio dissolvido	-0,1932	-0,4358
pH	0,3510	-0,2597
Clorofila <i>a</i>	-0,0419	-0,5031
Ortofosfato	-0,4509	-0,0271
Amônia	-0,0741	-0,4220
Condutividade	-0,4585	0,0207
Profundidade	-0,0279	0,5469

Fitoplâncton

As classes Cyanophyceae, Chlorophyceae e Euglenophyceae foram bem representadas na lagoa de maturação do módulo A da ETE de Trindade. Dos 40 táxons identificados na lagoa de maturação 8 são Cyanophyceae, 17 são Chlorophyceae, 14 são Euglenophyceae e uma é de Bacillariophyceae (Tabela 2).

Tabela 2: Táxons identificados na lagoa de maturação do módulo A da ETE de Trindade no mês de setembro de 2010.

Chlorophyceae	Euglenophyceae	Cyanophyceae
<i>Chlorella vulgaris</i> <i>Closteriopsis acicularis</i> <i>Coenochloris hindakii</i> <i>Coenochloris planoconvexa</i> <i>Coenochloris</i> sp. <i>Desmodesmus intermedium</i> <i>Dictyosphaerium</i> sp. <i>Eutetramorus polycoccus</i> <i>Golenkiniopsis</i> sp. <i>Hindakochloris insularis</i> <i>Micractinium pusillum</i> <i>Monoraphidium griffithii</i> <i>Monoraphidium nanum</i> <i>Monoraphidium minutum</i> <i>Radiococcus</i> sp. <i>Radiococcus fottii</i> <i>Scenedesmus</i>	<i>Euglena hemicromata</i> <i>Euglena</i> sp. <i>Lepocinclis acus</i> var. <i>acus</i> <i>Lepocinclis ovum</i> var. <i>globula</i> <i>Lepocinclis playfairiana</i> <i>Lepocinclis truncata</i> <i>Phacus heimii</i> <i>Phacus longicauda</i> var. <i>insecta</i> <i>Phacus longicauda</i> var. <i>longicauda</i> <i>Phacus salina</i> <i>Phacus</i> sp. <i>Rhabdomonas</i> sp. <i>Strombomonas verrucosa</i> var. <i>zmiewika</i> <i>Trachelomonas hispida</i>	<i>Merismopedia punctata</i> <i>Merismopedia tenuissima</i> <i>Merismopedia</i> sp. <i>Planktothrix isothrix</i> <i>Pseudanabaena galeata</i> <i>Pseudanabaena</i> sp. <i>Spirulina</i> sp. <i>Synechococcus</i> sp. <i>Synechocystis</i> sp.
		Bacillariophyceae
		<i>Gomphonema</i> sp.

As classes que apresentaram maior diversidade foram a Chlorophyceae com 42%, seguida das Euglenophyceae com 34% (Figura 3). Soldatelli e Schwarzbold (2010) também encontraram maior riqueza das classes Chlorophyceae e Euglenophyceae na lagoa de maturação da ETE-UCS, Caxias do Sul, RS com 49 e 27%, respectivamente. Kin e Boo (2001) citam o gênero *Euglena* como grupo representativo em elevados níveis de amônio, nitrato e fosfato, os quais também contribuem para a biodiversidade de euglenóides verdes, conforme foi registrado.

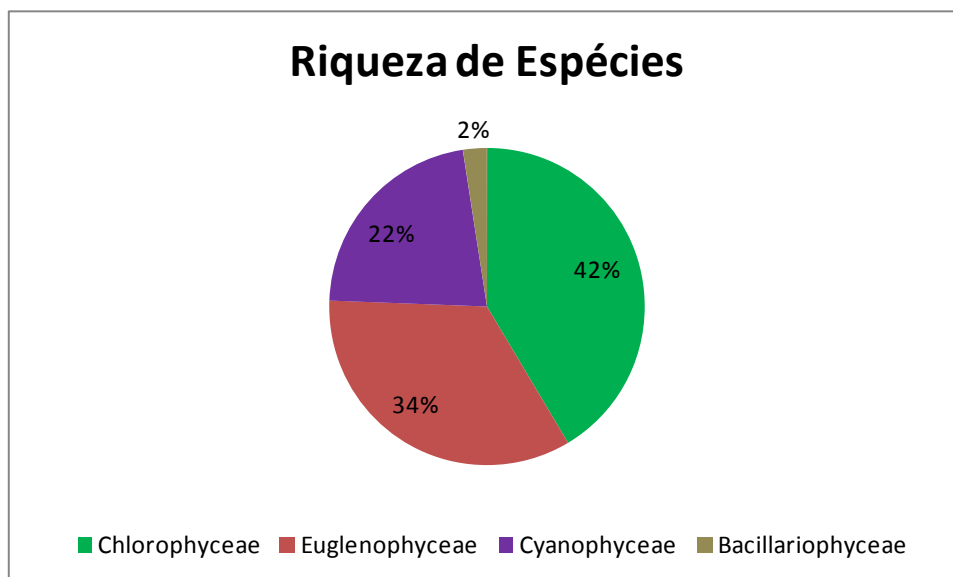


Figura 3: Riqueza de espécies encontradas na lagoa de maturação do módulo A da ETE de Trindade.

Alguns trabalhos que estudaram a comunidade fitoplantônica em lagoas de estabilização registram que a classe com maior diversidade de espécies é a Chlorophyceae, seguida geralmente pela Euglenophyceae ou Cyanophyceae. Martins (2003) identificou 19 táxon na ETE Parque Atheneu (GO), sendo 11 Chlorophyceae, 5 Cyanophyceae e 3 Euglenophyceae; Granado (2004) identificou 33 espécies na ETE de Novo Horizonte (SP), com 15 Chlorophyceae, 12 Cyanophyceae, 4 Euglenophyceae e 2 Bacillariophyceae; Casali (2008) identificou 145 táxons nas ETEs de Piraquera-Açu e Jacupiranga(SP), sendo 83 Chlorophyceae, 31 Cyanophyceae, 14 Criptophyceae, 9 Bacillariophyceae e 7 Euglenophyceae.

Vasconcelos e Pereira (2001) avaliaram a diversidade das cianobactérias em lagoas facultativa e de maturação (Esmoriz, norte de Portugal), e constataram que a lagoa de maturação suportou maior densidade de cianobactérias, devido aos parâmetros morfométricos e altas taxas de nutrientes. *Microcystis aeruginosa* e *Planktothrix mougeotii* foram as espécies dominantes. Outras espécies também tiveram importâncias significativas como *Pseudanabaena mucicola* e *Phormidium bohneri*. Em relação a estas espécies, na ETE de Trindade, apenas os gêneros *Planktothrix* e *Pseudanabaena* foram registrados na lagoa de maturação.

Banco de imagens da comunidade fitoplantônica

A Figura 4 mostra alguns dos táxons identificados na lagoa de maturação do módulo A da ETE de Trindade.

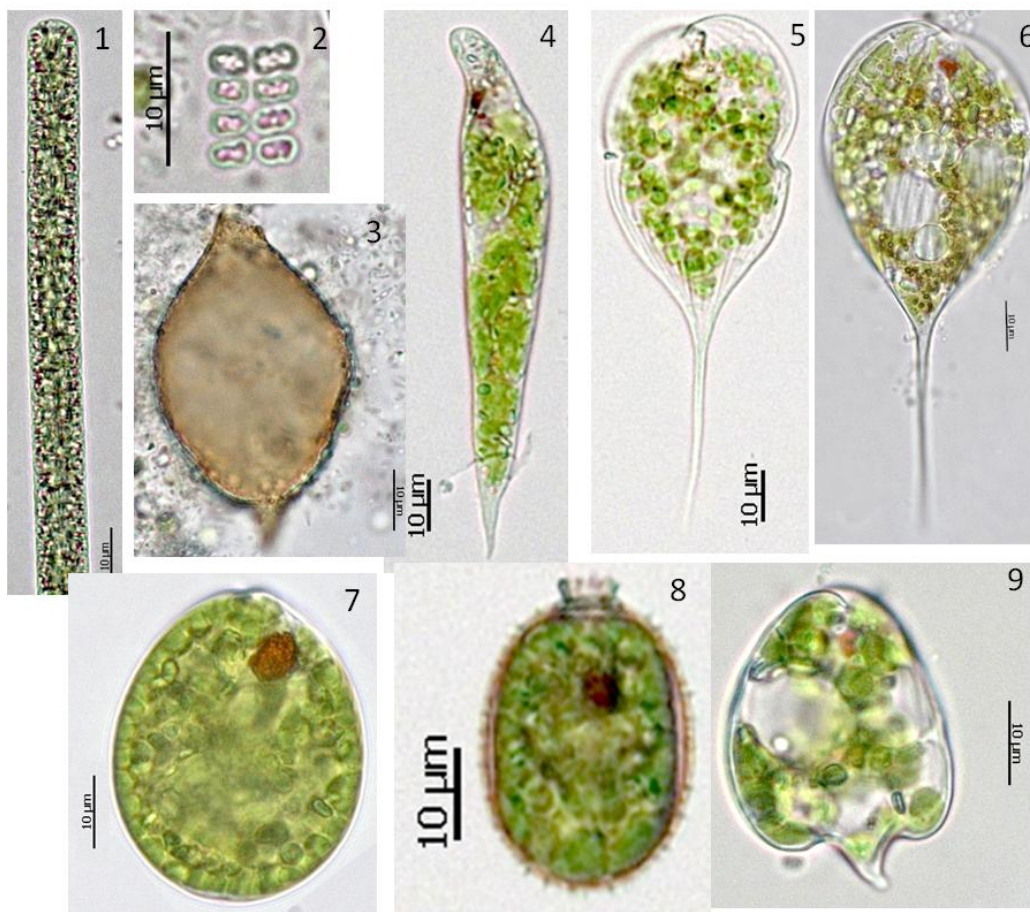


Figura 4 – 1) *Planktothrix isoetrix*; 2) *Merismopedia punctata*; 3) *Strombomonas verrucosa* var. *zmiewika*; 4) *Euglena* sp; 5) *Phacus longicauda* var. *insecta*; 6) *Phacus longicauda* var. *longicauda*; 7) *Phacus salina*; 8) *Trachelomonas hispida*; 9) *Phacus heimii*;

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

As variáveis que podem ter influenciado na diversidade das algas das amostras de água coletadas na lagoa de maturação foram: temperatura, oxigênio dissolvido, ortofosfato amônia condutividade e profundidade.

A lagoa de maturação apresentou maior riqueza de espécies fitoplanctônicas das classes Chlorophyceae e Euglenophyceae, e menor riqueza de Cyanophyceae e Bacillariophyceae.

Foram identificados 40 táxons na lagoa de maturação sendo 8 de Cyanophyceae, 17 de Chlorophyceae, 14 de Euglenophyceae e uma de Bacillariophyceae.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 20. ed. Madrid: Ediciones Diaz de Santos S.A/American Public Health Association; American Water Works Association/Water Pollution Control Federation, 1998.
2. BITTON, G. Wastewater Microbiology. 3. ed. New York: Wiley, 2005. 765 p.
3. CASALI, S. P. Variabilidade temporal da comunidade fitoplânctonica em lagoas facultativas de dois sistemas de tratamento de esgotos com diferentes configurações (Baixo Ribeira de Iguape, SP). Dissertação de Mestrado - Escola de Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008. 106 p.
4. GRANADO, D. C. Variação nictermais e sazonais na estrutura da comunidade fitoplanctônica num sistema de lagoas de estabilização (Novo Horizonte). Dissertação de Mestrado - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004. 128 p.
5. KIM, J. T.; BOO, S. M. The relationships of green Euglenoids to environmental variables in Jeonjucheon, Korea. Korean Journal Limnology, v. 34, n. 2, p. 81-89, 2001.
6. LAU, P.S.; TAM, N.S.Y.; WONG, Y.S. Effect of Algal Density on Nutrient Removal Primary Settled Wastewater. Environmental Pollution v. 89, p 59-66, 1995.
7. LEE, R. E. Phycology. 4. ed. New York: Cambridge University Press, 2008. 547 p.
8. MARTINS, N. R. Dinâmica de algas e aspectos limnológicos em um sistema de lagoas de estabilização de esgotos sanitários em Goiânia-Goiás. Dissertação de Mestrado - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás, Goiania, 2003. 176 p.
9. METCALF; EDDY. Ingeniería Sanitaria: tratamiento, evacuación y reutilización de aguas residuales. Tradução de Juan de Dios Trillo Montsoriu; Nilo Lletjós Masó e Eloisa Estruch Soto. 2. ed. Maracaibo: Labor.S.A., 1985. 969 p.
10. REYNOLDS, C. S. The Ecology of Phytoplankton. 1. ed. New York: Cambridge University Press, 2006. 535 p.
11. ROSOWSKI, J. R. Photosynthetic Euglenoids. In: WEHR, J. D.; SHEATH, R. G. Freshwater Algae of North America. [S.l.]: Academic Press, 2003. Cap. 10, p. 383-422.
12. SILVA, S. A.; OLIVEIRA, R. D. Manual de análises físico-químicas de águas de abastecimento e residuais. Campina Grande: O Autor, 2001. 266 p.
13. SOLDATELLI, V. F.; SCHWARZBOLD, A. Comunidade fitoplanctônica em lagoas de maturação, Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. IHERINGIA, Sér. Bot., v. 65, n. 1, p. 75-86, 2010.
14. TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Limnologia. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 632 p.
15. VASCONCELOS, V. M.; PEREIRA, E. Cyanobacteria diversity and toxicity in a wastewater treatment plant (Portugal). Water Research, v. 35, n. 5, p. 1354-1357, 2001.
16. VON SPERLING, M. Lagoas de Estabilização. 2. ed. Belo Horizonte: UFMG, v. 3, 2002. 196 p.