



FITOPLÂNCTON EM LAGOAS DE POLIMENTO NO PÓS TRATAMENTO DE EFLUENTE DE REATOR ANAERÓBIO

DOI: 10.19177/rgsa.v9e32020424-437

Maria Virgínia da Conceição Albuquerque¹
Amanda Barbosa da Silva Cartaxo²
Tatiana Gomes de Pontes³
Wilton Silva Lopes⁴
Valderi Duarte Leite⁵
José Tavares de Sousa⁶

RESUMO

Considerada uma variável indicadora do estado trófico de ambientes aquáticos e uma ferramenta útil na avaliação de impacto de contaminantes orgânicos e inorgânicos, o presente trabalho objetivou verificar a ocorrência e frequência da comunidade fitoplanctônica em lagoas de polimento (em escala experimental) de fluxo contínuo e semi-contínuo utilizadas nos pós tratamento de efluentes de reatores anaeróbios. A pesquisa foi executada na Estação Experimental de Tratamentos Biológicos de Esgotos Sanitários (EXTRABES). O sistema foi constituído por um Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente com Manta de Lodo (Upflow Anaerobic Sludge Blanket - UASB), um tanque de equalização e uma lagoa de transbordo responsáveis por alimentar quatro lagoas. Foram identificados 20 táxons distribuídos em cinco classes taxonômicas: Cyanophyceae (7 táxons), Chlorophyceae (5 táxons), Bacillariophyceae (4 táxons), Euglenophyceae (2 táxons) e Zygnemaphyceae (2 táxons). Observou-se o predomínio de Chlorophyceae, que esteve constante nas quatro lagoas do sistema, seguidas pela Cyanobacteria, Euglenophyceae, Bacillariophyceae e Zygnemaphyceae. Baseando-se na composição das espécies de cianobactérias encontradas, apresentam históricos na produção de metabólitos e são descritas na literatura como produtoras de toxinas nocivas ao homem e ao meio ambiente.

Palavras-chave: Lagoas de estabilização. Microalgas. Cianobactérias.

¹ Bióloga, Especialista em Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável. Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental (UEPB). <http://orcid.org/0000-0001-5060-5840> E-mail: virginia.albuquerque@yahoo.com.br

² Tecnóloga em Produção Sucoalcooleira, Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental (UEPB). E-mail: amandauepb@gmail.com

³ Químico Industrial, Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental (UEPB). E-mail: tatiana_tatianapontes@hotmail.com

⁴ Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental (UEPB). E-mail: wiltonuepb@gmail.com

⁵ Professor Doutor, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (UEPB). E-mail: mangabeiraleite@gmail.com

⁶ Professor Doutor, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (UEPB). E-mail: tavaresuepb@gmail.com

PHYTOPLANKTON IN POLISHING PONDS AFTER ANAEROBIC REACTOR EFFLUENT TREATMENT

ABSTRACT

Considered a variable indicative of the trophic state of aquatic environments and a useful tool in the evaluation of the impact of organic and inorganic contaminants, this work aimed to verify the occurrence and frequency of the phytoplankton community in continuous and semi - flow polishing lagoons - continuous use in post-treatment of effluents from anaerobic reactors. The research was carried out at the Experimental Station of Biological Treatment of Sanitary Sewers (EXTRABES). The system consisted of an Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB), an equalization tank and a transshipment pond responsible for feeding the four ponds. Twenty taxa were identified in five taxonomic classes: Cyanophyceae (7 taxa), Chlorophyceae (5 taxa), Bacillariophyceae (4 taxa), Euglenophyceae (2 taxa) and Zygnemaphyceae (2 taxa). The predominance of Chlorophyceae was observed, which was constant in the four lagoons of the system, followed by Cyanobacteria, Euglenophyceae, Bacillariophyceae and Zignemaphyceae. Based on the composition of the species of cyanobacteria found, they present histories in the production of metabolites and are described in the literature as producers of toxins harmful to humans and the environment.



Keywords: Stabilization ponds. Microalgae. Cyanobacteria.

1 INTRODUÇÃO

Lagoas de polimento é o termo utilizado para as unidades de pós-tratamento de efluentes de reatores UASB, pois estas têm ainda a função de remoção complementar de matéria orgânica. Estas lagoas podem ser dimensionadas como lagoas de maturação devido à elevada remoção de DBO que ocorre nos reatores anaeróbios. Por serem projetadas com baixas profundidades, a atividade fotossintética é intensa, o que as torna mais eficientes na remoção de patógenos e também de nutrientes, principalmente nitrogênio (SOUSA, 2007).

Para os organismos fitoplanctônicos, algumas condições do ambiente aquático são fundamentais para garantir a sua viabilidade. As características destas comunidades nas lagoas de polimento dependem de fatores como a penetração da

luz, a temperatura e os movimentos na coluna d'água. Contudo, características ópticas, a disponibilidade de nutrientes e a temperatura, são parâmetros relevantes, pois repercutem diretamente sobre estes microorganismos e de forma indireta sobre a viscosidade da água.

Segundo von Sperling e Oliveira (2010) as algas basicamente controlam a eficiência do tratamento e a qualidade do efluente, assim, esse sistema deve ser projetado para otimizar a concentração e a diversidade de espécies das algas presentes. As principais classes de algas encontradas em lagoas de estabilização são: Cyanophyceae, Chlorophyceae, Bacillaryophyceae, Euglenophyceae e Zygnemaphyceae, variando suas espécies em cada tipo de lagoa e ambiente.

A classe Chlorophyceae caracteriza-se por apresentar elevada riqueza de táxons, em relação às demais classes, sendo sua ocorrência notadamente observada principalmente em águas continentais brasileiras, sistemas eutrofizados e ambientes com matéria orgânica. Segundo Miwa (2007) as Euglenophyceae utilizam somente nitrogênio amoniacal como fonte de nitrogênio, portanto é mais dependente da existência de nitrogênio amoniacal do que matéria orgânica, que justifica a presença e frequência desses gêneros nas lagoas de estabilização tratando esgoto sanitário, em virtude das concentrações elevadas de nitrogênio amoniacal nesse ambiente. As Cyanophyceae são tolerantes à poluição orgânica e os principais gêneros encontrados nas lagoas de estabilização são: *Oscillatoria*, *Phormidium*, *Microcystis* e *Anabaena*. Enquanto as Bacillariophyceae apresentam elevada taxa fotossintética mesmo sobre intensidades luminosas mais baixas, otimizando seu crescimento em épocas de menor incidência de radiação solar, além disso, elas são mais adaptadas a crescer em baixas temperaturas do que outros grupos de fitoplâncton (SOLDATELLI e SCHWARZBOLD, 2010; RIEDIGER et al., 2014).

Assim, considerada uma variável indicadora do estado trófico de ambientes aquáticos e uma ferramenta útil na avaliação de impacto de contaminantes orgânicos e inorgânicos, o presente trabalho objetivou verificar a ocorrência e frequência da comunidade fitoplanctônica em lagoas de polimento (em escala experimental) de fluxo contínuo e semi-contínuo utilizadas no pós tratamento de efluentes de reatores anaeróbios, cujos efluentes finais, em escala real, são, em geral, descarregados no ambiente, afetando corpos hídricos utilizados como fonte de água para consumo humano.

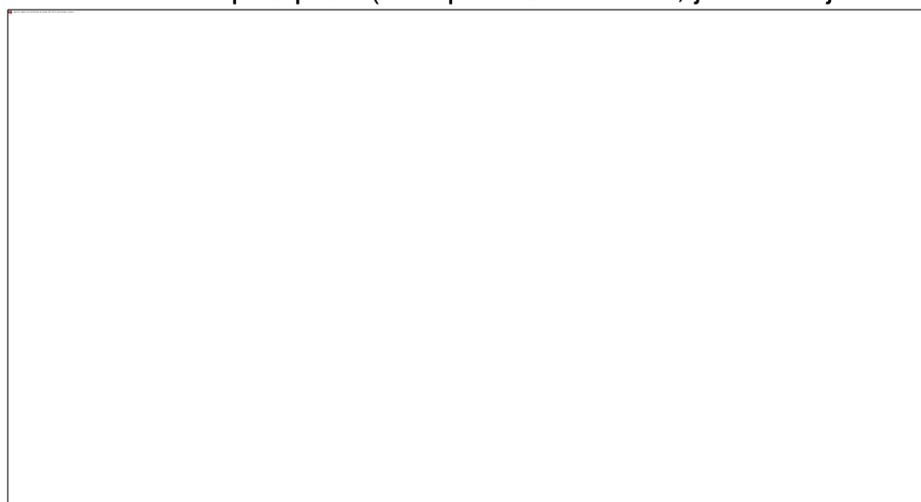
2 MATERIAL E MÉTODOS

Local de estudo: o trabalho foi realizado na Estação Experimental de Tratamento Biológico de Esgotos Sanitários (EXTRABES), localizada na cidade de Campina Grande /PB (07° 14' 22" S e 35° 53'05" W) e monitorado no período de janeiro a julho de 2015.

Sistema experimental: foi constituído de um reator UASB (construído em fibra de vidro; volume de 450 L, tempo de detenção hidráulica (TDH) de oito horas) e quatro lagoas de polimento, sendo duas com fluxo contínuo e duas em regime semi-contínuo (Figura 1). O esgoto bruto (EB) que alimentava o reator UASB provinha do interceptor leste do sistema de esgotamento sanitário da Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba (CAGEPA) em Campina Grande/PB, que passa pelas dependências da EXTRABES e era aduzido para uma caixa de alimentação de 1.000 litros, seguindo com fluxo contínuo, por gravidade até o reator UASB. O efluente desse reator era direcionado para um tanque de equalização (TE) que seguia por gravidade para lagoas de fluxo contínuo (LC₅₇ e LC₄₅) e para uma lagoa de transbordo (LT), com capacidade de 430 litros e TDH de 2,4 dias e alimentava as duas lagoas que funcionavam em sistemas semi-contínuo (LB₄₅ e LB₅₇) (Figura 1).



Figura 1- Diagrama do sistema experimental de tratamento do esgoto com lagoas de polimento utilizado na pesquisa (Campina Grande/PB, janeiro a julho de 2015)



Fonte: PONTES (2016).

As quatro lagoas foram construídas em alvenaria e suas características são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Características das lagoas de polimento

Lagoas		Profundidade (cm)	Área (m ²)	Volume (L)	TDH (dias)	Vazão (L/dia)	TAS*
LC ₅₇	contínua	57	2	1140	12	95	53.7
LB ₅₇	semicontínua	57	1.76	1000	10	100	60.8
LB ₄₅	semicontínua	45	1.76	792	10	79	48
LC ₄₅	contínua	45	1.76	792	12	66	42.4

*TAS: Taxa de Aplicação Superficial (kgDQOfha⁻¹dia⁻¹)

Para as análises qualitativa do fitoplâncton foram feitas coletas em três pontos no plano horizontal das lagoas (início, meio e fim) e em diferentes profundidades: em LC₅₇ e LB₅₇ foram identificadas algas e cianobactérias em amostras coletadas a 10 cm e 50 cm de profundidade e em LB₄₅ e LC₄₅ em 10 cm e 40 cm. Para isso, foram usados coletores de coluna em PVC, perfeitamente limpos que eram introduzidos fechados e abertos em cada uma das profundidades escolhidas, as quais foram medidas numa régua graduada gravada no tubo. As amostras foram condicionadas em garrafas PET novas de 500ml cobertas com papel de alumínio para evitar sua exposição à luz. Em cada garrafa foi adicionado 4 ml de solução de Lugol (I₂+KI) 4% para preservação do fitoplâncton e, em seguida, realizada sua identificação. A identificação dos foi feita com microscópio binocular Olympus CBA, aumento x 400. A classificação para classes e gêneros seguiu Bicudo & Menezes (2006).

A abundancia relativa (A) de cada táxon foi calculada a partir da contagem direta dos organismos e os resultados transformados em porcentagens, segundo a Equação 1:

$$A = \frac{N \times 100}{n}$$

Onde:

A: abundância relativa.

N: número de indivíduos dos táxons identificados.

n: número total de indivíduos na amostra.

A frequência de ocorrência (F) foi expressa em porcentagem, levando-se em consideração o número de amostras analisadas (Equação 2).

$$F = \left(\frac{Pa}{P} \right) \times 100$$

Onde:

Pa: número de amostras em que o táxon ocorreu.

P: número total de amostras analisadas.

A frequência de ocorrência das espécies foi avaliada baseada na classificação de Lobo e Leighton (1986), considerando constante quando superior a 50%, comum de 10% a 50%, e rara até 10%.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

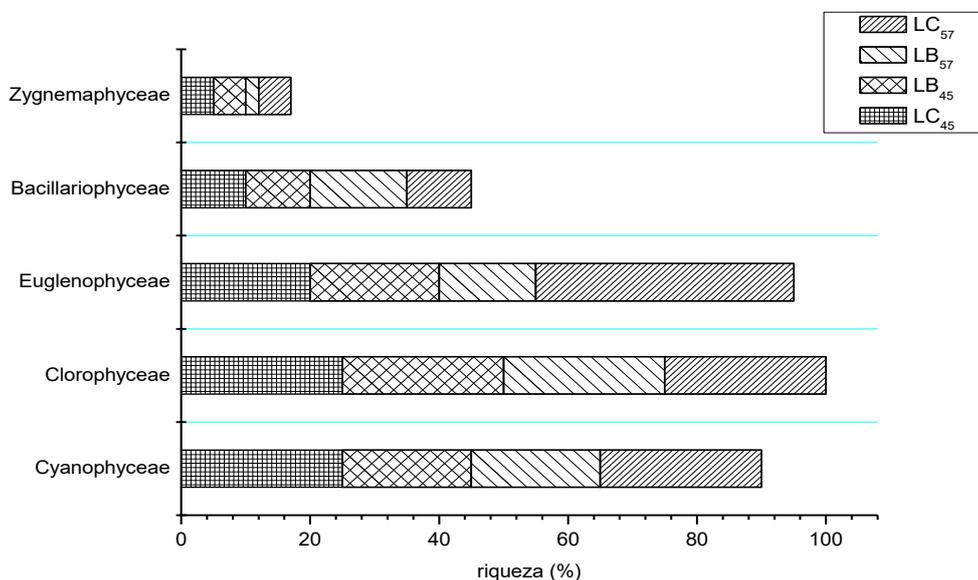
Segundo Zhang et al. (2010), Chi et al. (2011) e Olgúin (2012), a composição química dos efluentes de tratamento anaeróbio de esgoto é adequada para o crescimento algal. Os compostos nitrogenados são convertidos em amônio, fonte importante de nitrogênio para as microalgas (KASSAB et al., 2010). Outra vantagem, quanto ao uso de efluente anaeróbio para o crescimento de microalgas, é a presença de CO₂ na forma de bicarbonato, além de ácidos orgânicos que são utilizados no crescimento heterotrófico/mixotrófico de algumas microalgas (LARSDOTTER, 2006).

No estudo, a comunidade fitoplanctônica foi composta por 20 táxons distribuídos em cinco classes taxonômicas, sendo 7 pertencente a Cyanophyceae (35%), 5 a Chlorophyceae (25%), 4 a Bacillariophyceae (20%), 2 a Euglenophyceae (10%) e 2 a Zygnemaphyceae (10%).

Seis dos 20 táxons, foram identificados a nível de espécie (*Cylindropermopsis raciborskii*, *Monoraphidium arcuatum*, *Monoraphidium minutum*, *Phacus longicauda*, *Nitzschia palea*, e *Phacus tortus*) e quatorze em nível de gênero (*Gomphonema sp*, *Navícula sp*, *Cymbella sp*, *Scenedesmus sp*, *Chlorococcum sp*, *Chlorella sp*, *Cosmarium sp*, *Closterium sp*, *Phormidium sp*, *Lyngbya sp*, *Gleiterinema sp*, *Microcystis sp*, *Oscillatoria sp* e *Planktothrix sp*).

Observou-se o predomínio de Chlorophyceae, que estiveram presentes nas quatro lagoas do sistema, seguidas pela Cyanobacteria, Euglenophyceae, Bacillariophyceae e Zignemaphyceae.

Figura 2. Distribuição da riqueza de táxons nas classes de organismos fitoplanctônicos em lagoas de polimento



As Chlorophyceae normalmente são registradas como uma classe importante na composição da comunidade fitoplanctônica. Esse grupo apresenta grande capacidade de se desenvolver em grande variedade de habitats. Normalmente são registradas em ambientes com diferentes graus de trofia, mas em maior número em ambientes eutrófico.

No estudo, o gênero *Chlorella sp* foi dominante e frequente em todas lagoas (Quadro 1). Segundo Marcon (2005) nas lagoas de estabilização, se verifica a predominância de algas verdes (Chlorophyta), destacando-se as microalgas do gênero *Chlorella sp*, que são microorganismos unicelulares, clorofilados, sem flagelos e com grande habilidade de realizar fotossíntese.

Scenedesmus sp foi o gênero comum nas lagoas LB₅₇, LB₄₅ e LC₄₅ (Quadro 1). Estes gêneros caracterizam-se por serem algas de superfície, podendo produzir odor e sabor de capim nas águas e vivem bem em meios com alto teor mineral e efluentes contaminados (D'AQUINO e SCHROEDER, 2009). O seu tamanho pode variar entre 3 a 31 μm segundo a espécie (GONZÁLEZ et al., 2010). São pequenas e não móveis, com colônias constituídas por células alinhadas em uma placa plana e suas colônias são geralmente compostas de 4-8 células (CHAICHALERM, 2012).

Torna-se relevante constatar que a *Chlorella* e *Scenedesmus* apresentam teores de carboidratos elevados (principalmente amido). Os carboidratos a partir de microalgas podem ser hidrolisados e convertidos em glicose, que é um substrato muito significativo para microrganismos heterotróficos (como leveduras, bactérias e fungos), para a produção de biocombustíveis.

Quadro 1: Composição e frequência de ocorrência das Clorophyceae observadas do monitoramento da massa líquida de lagoas de polimento

Táxons	Frequência nas lagoas			
	LC ₅₇	LB ₅₇	LB ₄₅	LC ₄₅
<i>Monoraphidium arcuatum</i>	CT	CM	CT	CT
<i>Monoraphidium minutum</i>	CT	CT	CT	CM
<i>Scenedesmus sp</i>	R	CM	CM	CM
<i>Chlorococcum sp</i>	CT	CT	CM	R
<i>Chlorella sp</i>	CT	CT	CT	CT

* CT: Constante; CM: Comum; R: Raro; ND: Não Detectado

A classe Cyanophyceae é resistente à poluição, a ambientes anaeróbios e efluentes com alta carga orgânica. A presença de cerca de 35% no estudo pode estar relacionada à elevada turbidez, que desfavorece o grupo das Cyanophyceae, principalmente daquelas fixadoras de N₂ (ESCORIHUELA et al., 2007).

Segundo Santana et al. (2006) as cianobactérias têm capacidade de produzir acinetos que funcionam como esporos de resistência em condições adversas, permitindo a sobrevivência da célula por longos períodos; podem formar vacúolos gasosos denominados de aerótopos, que permitem a migração vertical na coluna d'água, podendo buscar a profundidade em que tanto a intensidade luminosa quanto a concentração de nutrientes são favoráveis; toleram grandes variações de temperatura; são capazes de armazenar fósforo na forma de grãos de polifosfatos no citoplasma e podem ser tóxicas a outros organismos.

As lagoas de fluxo semi-contínuo apresentaram maiores frequências de cianobactérias, resultado favorecido pela lagoa de transbordo (LT) pela redução de sólidos totais e subsequentemente redução destes no efluente das lagoas de polimento com alimentação semi-contínua. As espécies filamentosas de cianobactérias (*Cylindropermopsis raciborkii*, *Phormidium sp*, *Lynblya sp*,

Gleiterinema sp, *Oscillatoria sp* e *Planktothrix sp*) mostraram competitividade com as demais espécies fitoplanctônicas.

Para Dias et al. (2014) em condições limitadas de nitrogênio, mas com outros nutrientes disponíveis, o crescimento e a reprodução das cianobactérias são possibilitados, o que favorece a floração de tais espécies em diversos tipos de ambientes. Provavelmente, o sucesso competitivo das cianobactérias encontradas, principalmente da espécie filamentosa dominante (*Planktothrix sp*) (Quadro 2) em relação a outras espécies, está baseado em estratégias fisiológicas, adaptativas e ecológicas das mesmas, e fortalecido devido ao fornecimento das condições adequadas ao seu desenvolvimento.

Planktothrix sp é uma espécie que apresenta tricomas solitários que permanecem na coluna d'água. A presença de aerótopos confere sua flutuabilidade. Adaptada a baixas intensidades luminosas e, pela alta turbidez que ela mesma pode ocasionar e suprimir o crescimento de outras espécies fitoplanctônicas por limitar a entrada de luz na coluna d'água (AQUINO, 2011).

Quadro 2: Composição e frequência de ocorrência das Cyanophyceae observadas do monitoramento da massa líquida de lagoas de polimento

Táxons	Frequência nas lagoas			
Cyanophyceae				LC₄₅
<i>Microcystis sp</i>	CT	CM	CM	CM
<i>Planktothrix sp</i>	CT	CT	CT	CT
<i>Oscillatoria sp</i>	CM	CT	CM	CT
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	CM	CT	CT	CM
<i>Phormidium sp</i>	CM	CM	R	CM
<i>Gleiterinema sp</i>	CM	CM	CM	CM
<i>Lyngbya sp</i>	ND	CM	CM	R

* CT: Constante; CM: Comum; R: Raro; ND: Não Detectado

A classe Euglenophyceae tem preferência por altos teores de amônia, sendo favorecida em condições de alta demanda bioquímica de oxigênio, e com elevada carga de matéria orgânica, podendo ser indicadora biológica da poluição orgânica da água, os gêneros flagelados pigmentados como *Euglena*, *Lepocinclis*, *Phacus* e *Trachelomonas*, destacam-se quanto à presença em biótopos rasos e ricos em

matéria orgânica, como açudes, reservatórios, rios e lagos e lagoas de estabilização (RIEDIGER et al., 2014). Houve presença constante da espécie *Phacus longicauda* em todas as lagoas estudadas (Quadro3).

Quadro 3: Composição e frequência de ocorrência das Euglenophyceae observadas do monitoramento da massa líquida de lagoas de polimento

Táxons	Frequência nas lagoas			
	LC ₅₇	LB ₅₇	LB ₄₅	LC ₄₅
Euglenophyceae				
<i>Phacus longicauda</i>	CT	CT	CT	CT
<i>Phacus tortus</i>	R	CM	CT	CT

* CT: Constante; CM: Comum; R: Raro; ND: Não Detectado

De acordo com Vercellino (2001), as Bacillariophyceae (diatomáceas) respondem a baixa concentração de fósforo conferindo-lhes vantagens competitivas perante aos demais grupos algais.

No estudo, quatro táxons foram identificados: *Gomphonema sp*, *Navicula sp*, *Nitzschia palea* e *Cymbella sp* (Quadro 4). Estas espécies são bastante sensíveis às variações na composição química da massa líquida. Possuem como pigmento a clorofila a, c1 e c2, xantofilas e carotenoides e a parede celular é composta por sílica (FERNANDES, 2009). Todavia, apenas a *Nitzschia palea* esteve frequente nas quatro lagoas de polimento.

Quadro 4: Composição e frequência de ocorrência das Baccilariophyceae observadas do monitoramento da massa líquida de lagoas de polimento

Táxons	Frequência nas lagoas			
	LC ₅₇	LB ₅₇	LB ₄₅	LC ₄₅
Baccilariophyceae				
<i>Gomphonema sp</i>	CM	R	R	R
<i>Navícula sp</i>	R	CM	CM	CM
<i>Nitzschia palea</i>	CM	CM	CT	CM
<i>Cymbella sp</i>	ND	ND	R	R

* CT: Constante; CM: Comum; R: Raro; ND: Não Detectado

A divisão Zignemaphyceae apresentou baixa diversidade (20%) e frequência de ocorrência nas lagoas (Quadro 5), principalmente pela relação dos representantes

dessa classe com águas ácidas (COESEL e KRIENITZ, 2008). Por sua vez, *Cosmarium sp* pode ocorrer em águas mais claras e em ambientes com situações eutróficas (BICUDO e UNGARETTI, 1986), o que é o caso das lagoas de polimento. Este gênero foi evidenciado na LC₅₇ conforme Quadro 5.

Quadro 5: Composição e frequência de ocorrência das Zygnemaphyceae observadas do monitoramento da massa líquida de lagoas de polimento

Táxons	Frequência nas lagoas			
	LC ₅₇	LB ₅₇	LB ₄₅	LC ₄₅
Zygnemaphyceae				
<i>Cosmarium sp</i>	CM	ND	R	R
<i>Closterium sp</i>	R	ND	ND	ND

* CT: Constante; CM: Comum; R: Raro; ND: Não Detectado

4 CONCLUSÃO

O tratamento de esgotos domésticos em reatores UASBs seguido de lagoa de polimento é uma alternativa sustentável capaz de preservar as vantagens de simplicidade operacional e baixos custos de operação e manutenção.

A comunidade fitoplanctônica favorece as condições ambientais nos ambientes aquáticos. Sua capacidade de sintetizar matéria orgânica, rápido desenvolvimento, multiplicação e súbito desaparecimento, são aspectos dinâmicos que indicam a qualidade do meio em que estão presentes. Além disso, atuam sobre as condições físico-químicas, modificando a cor, a turbidez, a oxigenação, a alcalinidade e outras propriedades das águas em que habitam.

Especificamente no tratamento de esgotos, o fitoplâncton contribui por serem dotadas de pigmentos fotossintéticos denominados clorofila, portanto produz oxigênio, o que corresponde a sua principal função nas lagoas de estabilização, influenciando diretamente na realização dos processos de decomposição aeróbia.

No estudo, foram identificados 20 táxons distribuídos em cinco classes taxonômicas: Cyanophyceae (7 táxons), Chlorophyceae (5 táxons), Bacillariophyceae (4 táxons), Euglenophyceae (2 táxons) e Zygnemaphyceae (2 táxons). Verificou-se o predomínio de Chlorophyceae, que esteve constante nas quatro lagoas do sistema, seguidas pela Cyanobacteria, Euglenophyceae, Bacillariophyceae e

Zignemaphyceae. A microalga *Chlorella sp* foi a espécie mais representativa entre as microalgas, enquanto *Planktrothrix sp* foi a cianobactéria dominante.

É importante ressaltar que apesar de não terem sido realizadas análises de detecção de cianotoxinas, as presenças marcantes de espécies de cianobactérias durante todo período estudado são descritas na literatura como produtoras de toxinas. O lançamento dos efluentes dessas lagoas no ambiente gera grandes riscos à saúde pública e ambiental. Logo, a descarga destes organismos nos corpos d'água representa importante potencial tóxico da água afetando seus múltiplos usos.

REFERÊNCIAS

AQUINO, E. P.; OLIVEIRA, E. C. C.; FERNANDES, U. L. & LACERDA, S. R. Fitoplâncton de uma lagoa de estabilização no nordeste do Brasil. **Braz. J. Aquat. Sci. Technol.** 15(1):71-77. 2011

BICUDO, C.E.M. ; MENEZES, M. **Gêneros de Algas de Águas Continentais do Brasil – chave para identificação e descrições.** 2. ed. São Carlos: Rima Editora. 2006. 502 p.

BICUDO, C.E.M.; UNGARETTI, I. Desmídias (Zignemaphyceae) da lagoa-represa da Águas Belas, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, n. 46, p. 285-307, 1986.



CHAICHALERM, S. Culture of microalgal strains isolated from natural habitats in Thailand in various enriched media. **Applied Energy**, v. 89, n. 1, p. 296-302, 2012.

CHI, Z.; ZHENG, Y.; JIANG, A.; CHEN, S. Lipid production by culturing oleaginous yeast and algae with food waste and municipal wastewater in an integrated process. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, p. 442-453. 2011.

COESEL, P.F.M. & KRIENITZ, L Diversity and geographic distribution of desmids and other coccoid green algae. **Biodiversity and Conservation**, n.17, p. 381– 392, 2008.

D'AQUINO, C. A.; SCHROEDER, L. **Proposta de sistema de baixo custo para cultivo de microalgas.** Departamento acadêmico de Química e Biologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba. 2009.

DIAS, D.F.C.; POSSMOSER-NASCIMENTO, T.E.; RODRIGUES, V.A.J.; VON SPERLING, M. Overall performance evaluation of shallow maturation ponds in seriestreating UASB reactor effluent: Ten years of intensive monitoring of asystem in Brazil. **Ecological Engineering**, n.71, p.206-214, 2014.

FERNANDES, H. A dinâmica da biota em um sistema de lagoas de estabilização rasas para tratamento de lixiviado de aterro sanitário. Florianópolis – SC. 186f. 2009.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade Federal de Santa Catarina.

GONZÁLEZ, A. A. C.; BICUDO, C. E. D. M. Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. Algas, 30: Chlorophyceae (família Scenedesmaceae). **Hoehnea**: Instituto de Botânica. 37 . 2010.

KASSAB, G.; HALALSHEH, M.; KLAPWIJK, A.; FAYYAD, M.; VAN LIER, J.B. Sequential anaerobic-aerobic treatment for domestic wastewater – A review. **Bioresource Technology**, 101: 3299-3310. 2010.

LARSDOTTER, K. Wastewater treatment with microalgae – a literature review. **VATTEN**, 62: 31-38. 2006.

LOBO, E. & LEIGHTON, G. Estructuras comunitarias de las fitocenosis planctonicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile. **Rev. Biol. Mar.**, 22(1): 1-29. 1986.

MARCON, A. E. Remoção de coliformes fecais com microalgas (Chlorella) imobilizadas em matriz de Alginato de cálcio. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Sanitária) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN. 62f. 2005.

MIWA, A. C. P.; FREIRE, R. H. F.; CALIJURI, M. C. Dinâmica de Nitrogênio em um Sistema de Lagoas de Estabilização na Região do Vale do Ribeira (São Paulo – Brasil). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.12, n. 2, p. 169-180, 2007.

OLGUÍN, E.J. Dual purpose microalgae-bacteria-based systems that treat wastewater and produce biodiesel and chemical products within a Biorefinery. **Biotechnology Advances**, 30: 1031-1046. 2012.

RIEDIGER, W.; BUENO, N.C.; JATI, S.; SEBASTIEN, N.Y. Fitoplâncton de lagoas de estabilização da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) no oeste do Paraná, Brasil: classes Chlorophyceae e Euglenophyceae. **Iheringia Série Botânica**, v.69, n.2, p.329-340, 2014.

SANT'ANNA, C.L.; AZEVEDO, M.T.P.; AGUJARO, L.F.; CARVALHO, M.C.; CARVALHO, L.R. & SOUZA, R.C.R. Identificação e contagem de cianobactérias planctônicas de águas continentais brasileiras. Ed. Interciência, Rio de Janeiro. 58p, 2006.

SOLDATELLI, V.F.; SCHWARZBOLD, A. Comunidade fitoplanctônica em lagoas de maturação, Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia Série Botânica**, v.65, n.1, p.75-86, 2010.

VERCELLINO, L.S. Sucessão da comunidade de algas perifíticas em dois reservatórios do Parque das Fontes do Ipiranga. São Paulo, SP. UNESP 80f. (Dissertação). 2001.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade da água e ao tratamento de esgotos, v.1, 3ª Ed. Belo Horizonte, 452 p. 2005

VON SPERLING, M.; OLIVEIRA, C.M. Avaliação da influência do tempo de detenção hidráulica e da taxa de aplicação superficial na composição da comunidade fitoplanctônica presente em lagoas de polimento e a influência dessa comunidade nas condições ambientais (pH, OD e amônia) das lagoas. **Revista AIDIS**, v.3, n.1, p.11-21, 2010.

ZHANG, C.M.; MAO, Z.G.; WANG, X.; ZHANG, J.H.; SUN, F.B.; TANG, L. Effective ethanol production by reutilizing waste distillage anaerobic digestion effluent in an integrated fermentation process coupled with both ethanol and methane fermentations. **Bioprocess Biosystems Engineering**, 33: p. 1067-1075. 2010

