

II-549 - CARACTERIZAÇÃO DAS ALGAS PLANCTÔNICAS DAS LAGOAS FACULTATIVAS DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE LIXIVIADOS NO ATERRO SANITÁRIO DE ANÁPOLIS (GO)

Maria Tereza Moraes Pereira Souza Lobo⁽¹⁾

Bióloga pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás (UCG). Especializando em Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos e Líquidos pela EEC/UFG.

Samara Monayna A. Vasconcelos Carrilho

Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Goiás. Mestranda em Engenharia do Meio Ambiente pela Universidade Federal de Goiás (UFG).

Eraldo Henriques de Carvalho

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Mestre e Doutor em Hidráulica e Saneamento pela EESC/USP. Professor Associado da EEC/UFG. Coordenador do curso de Especialização Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos e Líquidos da EEC/UFG.

Endereço⁽¹⁾: Rua 103 B, nº 85 Quadra F – 24 Lote 05 – Setor Sul – Goiânia – Goiás – CEP: 74.080 – 180 – Brasil – Tel: +55 (62) 3278-2176 - e-mail: mariatereza_lobo@yahoo.com.br

RESUMO

Em países de clima tropical como o Brasil, as lagoas de estabilização são muito utilizadas para o tratamento dos lixiviados de aterros sanitários. A presença de algas nas lagoas facultativas tem importante papel no tratamento do lixiviado, de forma que o estudo da estrutura e da dinâmica do fitoplâncton presente nessas lagoas é relevante para o entendimento do processo de tratamento. Atualmente existem poucas pesquisas acerca do assunto, neste sentido o presente estudo teve como objetivo caracterizar a comunidade fitoplanctônica das lagoas facultativas do sistema de tratamento de lixiviado do Aterro Sanitário de Anápolis (GO). O trabalho foi realizado durante quatro meses, de julho a outubro de 2012. Foram realizadas análises de pH, fósforo total, nitrogênio amoniacal Kjeldahl, DBO e DQO do afluente e do efluente das lagoas facultativas do sistema. Para esse último, também foram efetuadas análises de clorofila *a*, feofitina e densidade algal. Foi encontrada a presença de 35 *taxa* pertencentes a seis divisões, distribuídas em seis classes, sendo Chlorophyceae a mais representativa. As espécies mais abundantes, em ambas as lagoas, foram *Chlorella homosphaera* (dominante), *Chlorella sorokiniana* e *Chlorella vulgaris*, e ainda foram encontrados *Rhabdomonas intermedia*, *Synechocystis* sp e *Merismopedia tenuissima*. O índice de diversidade e equidade de Shanon–Wiener mostrou que as lagoas possuem baixa diversidade específica e alta equidade, respectivamente. Os valores observados pelo índice de dominância de Berger–Parker foram elevados. Não foi encontrada nenhuma espécie de cianobactéria tóxica com risco à saúde pública.

PALAVRAS-CHAVE Algas Planctônicas, Lagoas Facultativas, Tratamento de Lixiviados; Quantificação algal e *Chlorella* sp.

INTRODUÇÃO

O lixiviado proveniente de aterros sanitários apresenta altas concentrações de matéria orgânica, bem como quantidades consideráveis de substâncias inorgânicas que atingem os corpos d'água comprometendo sua qualidade e trazendo sérias consequências para a saúde pública (PROSAB, 2009).

Desta maneira é de suma importância realizar o tratamento de lixiviados de Aterros Sanitários. As lagoas de estabilização são largamente aplicadas no Brasil para o tratamento de efluente, principalmente devido às condições climáticas favoráveis e disponibilidade de área territorial. Vários fatores contribuem para tornar o tratamento em lagoas uma opção interessante para esse tipo de efluente, tais como: apresentam baixo custo de implantação e manutenção; podem operar em condições de flutuações das cargas aplicadas; conseguem remover compostos orgânicos, nitrogênio, fósforo e micro-organismos patogênicos (FRASCARI *et al.*, 2004).

A presença de algas nas lagoas facultativas contribui diretamente para oxigenação da massa líquida, modificação do pH e assimilação de nutrientes. Indiretamente, as algas contribuem para a volatilização da amônia e a precipitação dos fosfatos, proporcionando maior grau de depuração da água residuária (PROSAB, 2009).

Neste sentido, estudos sobre a estrutura e dinâmica do fitoplâncton são importantes por ser o grupo de organismos que respondem prontamente às mudanças que ocorrem no ambiente, funcionando como indicadores ecológicos e auxiliando no entendimento das interações existentes entre processos físicos e respostas biológicas (NOGUEIRA e MATSUMURA-TUNDISI, 1996).

O fitoplâncton também é composto por cianobactérias encontradas em ambientes eutrofizados como as lagoas de estabilização do tratamento dos lixiviados. Apesar do lixiviado tratado, na maioria dos casos, não ser lançado diretamente em corpos hídricos, cianobactérias podem alcançar os mananciais hídricos, acarretando mortandade da biota local e problemas na saúde humana por produzirem e liberarem para o meio líquido cianotoxinas.

Segundo Gomes (PROSAB, 2009) a comunidade fitoplânctônica de lagoas de lixiviado apresentou-se pouco diversa, sendo dominante o gênero *Chlamydomonas*, organismos de outros gêneros também foram encontrados, tais como *Chryptomonas*, *Navicula*, *Nitzschia* e *Phacus*.

Diante desses fatos, o presente estudo objetiva realizar a caracterização da comunidade fitoplanctônica do efluente tratado das lagoas facultativas do sistema de tratamento de lixiviado do Aterro Sanitário de Anápolis (GO), com a finalidade de conhecer a comunidade algal do sistema em questão, proporcionando a otimização do processo de tratamento, tendo em vista melhorar as condições operacionais em lagoas facultativas no lixiviado de modo geral.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado durante os meses de julho a outubro de 2012 no sistema de tratamento de lixiviados do Aterro Sanitário de Anápolis, localizado na zona rural a 16° 17'21"5S e 48° 53'75"2 O.

O sistema foi inaugurado em dezembro de 2010 e até abril de 2012 operou em série. A partir de 17 de abril de 2012, o sistema passou a operar em paralelo com dois módulos idênticos (módulos I e II), cada módulo constituído por uma lagoa anaeróbia seguida de uma lagoa facultativa (Figura 1).

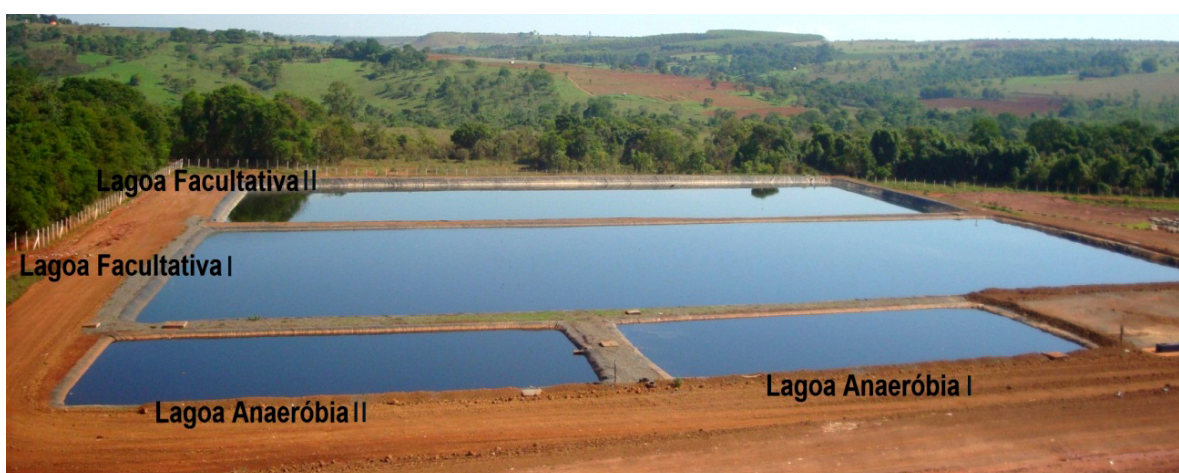


Figura 1: Sistema de tratamento de lixiviado do Aterro Sanitário de Anápolis (GO).

A vazão média de lixiviado em cada módulo foi de 0,95 L/s. Na tabela 1 encontram-se apresentadas as condições operacionais durante a pesquisa e os dados de projeto das lagoas facultativas.

Tabela 1: Características das lagoas facultativas do sistema de tratamento de lixiviados para final de plano e atual.

Parâmetros	Lagoas Facultativas
Área média – espelho d'água (m²)	7.800
Profundidade útil (m)	2,0
Volume útil (m³)	15.600
Tempo de detenção hidráulico final de plano (dias)	48
Tempo de detenção hidráulico atual (dias)	200
Taxa de aplicação superficial (kg DBO/ha.dia)	29

As amostras simples foram coletadas semanalmente para análise de parâmetros físico-químicos do afluente e efluente das lagoas facultativas do sistema, objetivando caracterizar o lixiviado e verificar sua influência na comunidade algal. O potencial hidrogeniônico (pH) foi aferido *in loco*. As demais variáveis, tais como o fósforo total, o nitrogênio amoniacal Kjeldahl, a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e a demanda química de oxigênio (DQO) foram realizadas de acordo com APHA (1998).

Para análises de clorofila *a* e feofitina, as amostras foram coletadas quinzenalmente, às 15 horas e com 40 cm de submersão. Estas, foram acondicionadas em garrafas plásticas escuras de 1 L em caixa térmica com gelo em temperatura média de 4°C e encaminhadas ao Laboratório de Saneamento da Universidade Federal de Goiás – UFG. O método utilizado foi o da extração com acetona 90% (APHA, 1998). As amostras foram filtradas em membranas de microfibras de vidro de 47 mm de diâmetro por meio de bomba de vácuo.

Para análise qualitativa do fitoplâncton as amostras foram coletadas em frascos plásticos transparentes de 250 mL. A identificação dos organismos ocorreu com base nas características morfológicas e morfométricas, por meio de observação em microscópio invertido e as fotografias geradas foram realizadas com a utilização da câmera fotográfica CS30 ligada ao *software* Cell D®.

Sempre que possível a identificação foi em nível infragenérico, com o auxílio de literatura especializada e atualizada. Sendo que, para Cyanophyceae utilizou-se Komárek e Agnostidis (2005) e Sant'Anna (2006), para Chlorophyceae utilizou-se Komárek e Fott (1983), para Euglenophyceae utilizou-se Plinski e Wolowski (2008) e para as demais classes Bicudo e Menezes (2006).

As amostras para a quantificação dos organismos foram conservadas em frascos de vidro âmbar de 250 mL e fixadas com solução de lugol acético (BICUDO, MENEZES, 2006). A contagem dos organismos foi estimada pelo método de Utermöhl (1958), obtendo-se a densidade dos indivíduos (ind.mL⁻¹) a partir de campos aleatoriamente distribuídos (Üehlinger, 1964), em microscópio invertido Olympus CKX41 sendo sorteadas abscissas e ordenadas a cada novo campo.

Devido à alta concentração dos organismos foram realizadas diluições de 1:3 e 1:4. A quantificação dos organismos foi realizada até alcançar, sempre que possível, 250 organismos (coloniais, filamentosos e unicelulares) da segunda espécie mais frequente, que se limitou a 10 a 15 campos. Para efeito de contagem, cada célula, colônia ou filamento foram considerados como sendo um organismo.

Com base na densidade de indivíduos, foi utilizado o programa DivEs - Diversidade de Espécies versão 2.0 para o cálculo do índice de diversidade de espécies e equidade de Shanon - Wiener (1948) e dominância segundo o índice de Berger-Parker (1970).

RESULTADOS

Na tabela 2 estão descritas as faixas de pH, de concentração de matéria orgânica e de nutriente encontradas para o afluente e o efluente das lagoas facultativas I e II.

Tabela 2: Variação das características físico-químicas do lixiviado tratado de entrada e saída das lagoas facultativas do sistema de tratamento de lixiviados do aterro sanitário de Anápolis (GO).

Parâmetro / Ponto/ Eficiência	Afluente da Lagoa facultativa I	Efluente Lagoa facultativa I	Eficiência %	Afluente da Lagoa facultativa II	Efluente da Lagoa facultativa II	Eficiência %
pH	7,7 a 7,9	8,0 a 8,5	-	7,9 a 8,2	8,6 a 8,8	-
DBO ₅ ^{20°C} (mg/L)	430 a 720	80 a 540	41	320 a 690	40 a 580	44
DQO (mg/L)	2.020 a 4.480	945 a 2.690	68	1.675 a 3.930	745 a 1.790	72
Fósforo total (mg/L)	2,8 a 9,0	2,7 a 4,6	42	3,2 a 8,8	1,4 a 7,3	56
NH ₃ (mg/L)	414 a 808	155 a 436	81	341 a 809	88 a 130	88

Os valores de pH observados nos efluentes foram maiores que os valores observados no afluente das lagoas facultativas do estudo em questão. Esses tenderam mais para a alcalinidade, desta forma podemos inferir que ocorre elevada atividade fotossintética nas mesmas, visto que neste processo há consumo de gás carbônico diluído na massa líquida acarretando o aumento de íons H⁺ no efluente.

O aumento do pH também auxilia na volatilização da amônia e precipitação de íons fosfatos. Fato que é corroborado pela eficiência de remoção de nitrogênio amoniacal (81% e 88% nas lagoas I e II, respectivamente) e de fósforo (42% e 53% nas lagoas I e II, respectivamente) no sistema em estudo. Esses nutrientes também são absorvidos pelas algas e cianobactérias na forma de compostos orgânicos complexos ou participam de uma série de reações químicas essenciais às atividades metabólicas (KÖNIG, 2000), o que implica na redução da concentração desses parâmetros no efluente tratado.

A presença de algas nas lagoas contribuem para a eficiência na remoção de matéria orgânica biodegradável (41% na lagoa facultativa I e 44% na lagoa facultativa II), pois as mesmas produzem oxigênio fotossintético necessário ao processo bacteriano aeróbio de oxidação da matéria orgânica (KÖNIG, 2000).

A clorofila *a* expressa indiretamente a biomassa algal, sendo considerada como a principal variável indicadora do estado trófico dos ambientes aquáticos. Segundo Reynolds (2006), as cianobactérias contribuem menos com esse pigmento, em relação às Clorophyta e especialmente às Euglenophyta.

Os valores de clorofila *a* da lagoa facultativa I variaram de 146,94 µg/L a 449, 68 µg/L, já a lagoa facultativa II geralmente apresentou valores mais altos devido sua maior quantidade algal, variando de 320,40 µg/L a 996,80 µg/L (Figuras 2 e 3).

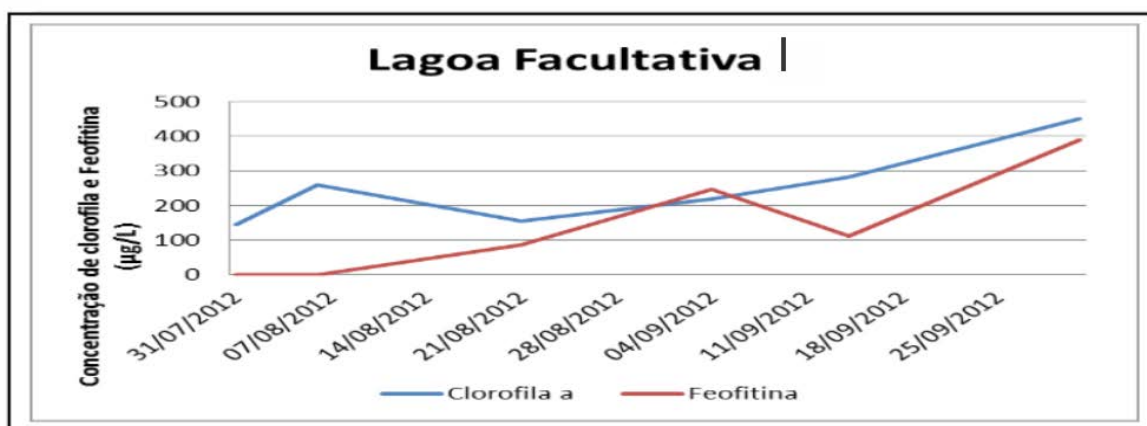


Figura 2: Concentração de clorofila *a* (µg/L) e feofitina (µg/L) na lagoa facultativa I do sistema de tratamento de lixo de Anápolis (GO).

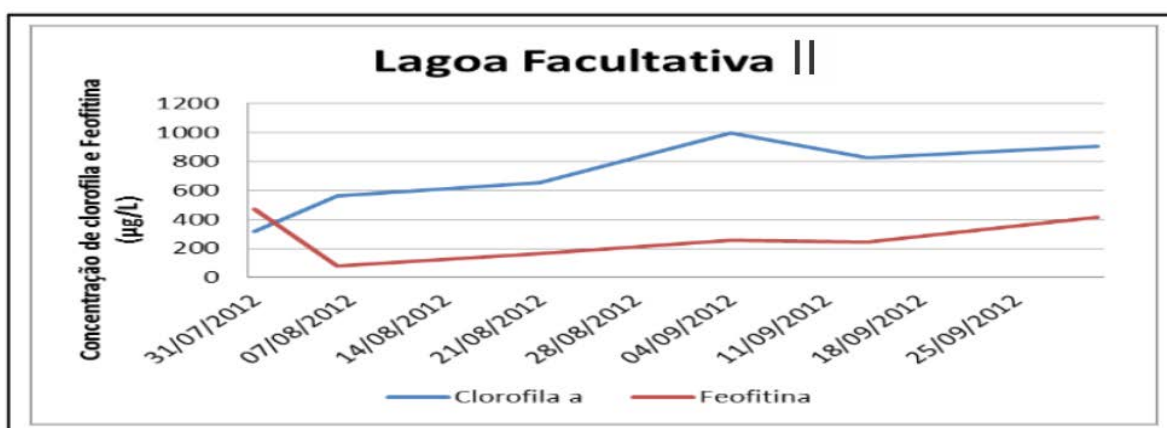


Figura 3: Concentração de clorofila *a* (µg/L) e feofitina (µg/L) na lagoa facultativa II do sistema de tratamento de lixo de Anápolis (GO).

Os valores de clorofila *a* encontrados na lagoa facultativa I foram abaixo dos observados por Varón (2003), que sugere normalmente valores entre 500 e 2000 µg/L, entretanto os valores obtidos na lagoa facultativa II, estiveram dentro dessa faixa durante a maior parte do estudo. Segundo ele, a concentração de clorofila *a* depende da carga orgânica e da temperatura.

De maneira geral, os valores de clorofila *a* observados em ambas as lagoas facultativas foram crescentes durante o período do estudo, fato que pode ser associado a eventos climáticos como o aumento da temperatura e incidência solar em determinados períodos do ano.

Durante a maior parte do estudo os valores de clorofila *a* foram superiores ao de feofitina, o que sugere que o estado fisiológico das algas e cianobactérias das amostras estavam em boas condições, visto que a feofitina é um produto da degradação da clorofila, e ocorre principalmente pelo processo de foto-oxidação (WETZEL, 2001).

A comunidade fitoplantônica nas lagoas facultativas foi composta por 34 *taxa* pertencentes a seis divisões, distribuídas em seis classes, sendo 7 Cyanophyceae, 1 Bacillariophyceae, 2 Chlamydomonadophyceae, 11 Chlorophyceae, 2 Cryptophyceae e 11 Euglenophyceae (Figura 4).

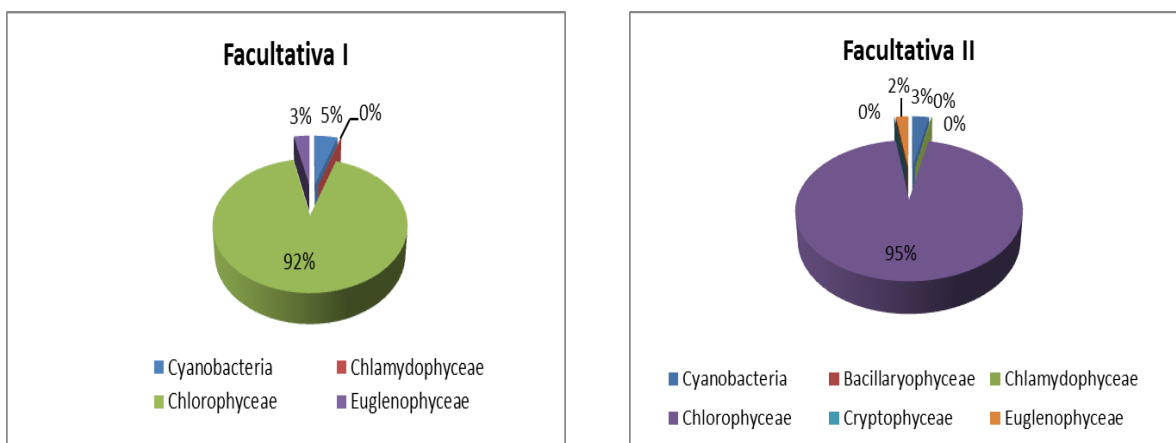


Figura 4: Distribuição da riqueza total de táxon (%) nas divisões de organismos fitoplanctônicos nas lagoas facultativas I e II do sistema de tratamento de lixiviado.

Foram encontrados 20 *taxa* na lagoa facultativa I e 32 *taxa* na lagoa facultativa II (Tabela 3). De acordo com de Domitrovic *et al* (1998), a riqueza de espécies é mais elevada em ambientes naturais (oligotróficos) do que ambientes eutróficos, como é o caso das lagoas de estabilização.

Tabela 3: Lista das espécies encontradas nas lagoas facultativas do sistema de tratamento de lixiviados do Aterro Sanitário de Anápolis (GO).

Táxon	Facultativa I	Facultativa II
Cyanophyceae		
<i>Aphanocapsa</i> sp.	X	X
<i>Gleiterinema</i> sp.		X
<i>Limnothrix</i> sp.	X	X
<i>Merismopedia</i> sp	X	X
<i>Romeria chlorina</i>	X	
<i>Romeria victoriae</i>	X	
<i>Synechocystis</i> sp.	X	X
Bacillariophyceae		
<i>Cyclotella</i> sp.		X
Chlamydomonadales		
<i>Chlamydomonas</i> sp1	X	X
<i>Chlamydomonas</i> sp2	X	X
Chlorophyceae		
<i>Chlorella homosphaera</i>	X	X
<i>Chlorella oocystoides</i>		X
<i>Chlorella sorokiniana</i>	X	X
<i>Chlorella vulgaris</i>	X	X
<i>Chlorogonium</i> sp.	X	X
<i>Chlorophyceae</i> sp.		X
<i>Collodictyon</i> sp.	X	X
<i>Dictyosphaerium</i> sp.		X
<i>Monoraphidium contortum</i>	X	X
<i>Oocystis</i> sp.	X	X
<i>Polytoma</i> sp.		X
Cryptophyceae		
<i>Chilomonas</i> sp.		X
<i>Cryptomonas</i> sp.		X
Euglenophyceae		
<i>Anisonema</i> sp.	X	X
<i>Astasia</i> sp.		X
<i>Euglena agilis</i>		X
<i>Euglena polymorpha</i>		X
<i>Euglena</i> sp1		X
<i>Heteronema</i> sp.		X
<i>Lepocinclis texta</i>		X
<i>Peranema trichophorum</i>	X	X
<i>Rhabdomonas incurcata</i>	X	X
<i>Rhabdomonas intermedia</i>	X	X
<i>Trachelomonas</i> sp.	X	X

A maior densidade de fitoplâncton registrada no estudo foi observada na lagoa facultativa II durante o mês de outubro ($3.970.751 \text{ ind. mL}^{-1}$).

O gênero *Chlorella* foi o mais abundante e dominante em ambas as lagoas facultativas, ocorrendo *Chlorella homosphaera*, *Chlorella oocystoides*, *Chlorella vulgaris* e *Chlorella sorokiniana*, sendo esta a espécie mais dominante (Figuras 5). Estes resultados se assemelham daqueles encontrados por Silva (2007), em estudo com lagoas de estabilização para tratamento de lixiviado, observou abundância de organismos do gênero *Chlorella*.

Os resultados observados por Lima (2010), em estudo do tratamento conjugado de águas residuárias e lixiviado de aterro sanitário verificou a predominância das divisões Chlorophyceae e Euglenophyceae, correspondendo aos mesmos organismos observados no presente estudo. Diferentemente de Fernandes (2009), em estudo nas lagoas de estabilização do sistema de tratamento de lixiviados em Santa Catarina que revelou a predominância de *Chlamydomonas*.

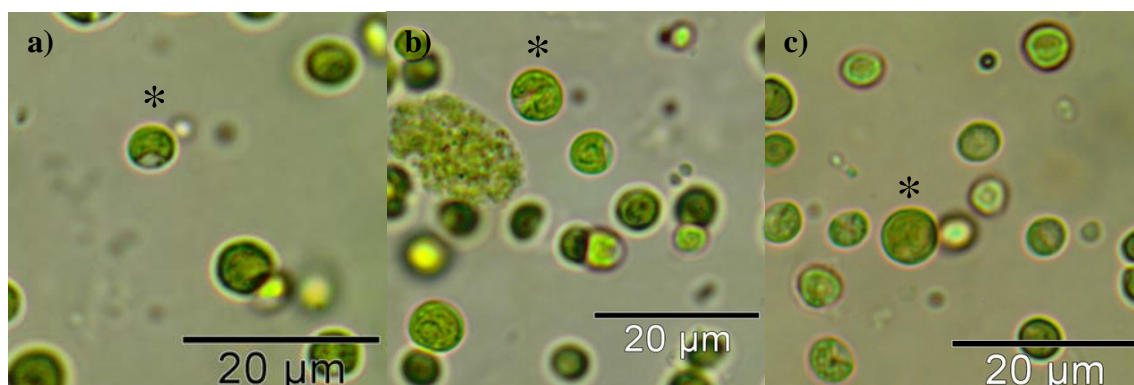
Segundo Rocha (2005), os gêneros *Chlamydomonas*, *Chlorella* e *Euglena* são recorrentes em sistemas de lagoas, indicando boas condições para o sistema. Contudo, durante todo o período de estudo, a proporção de indivíduos da divisão Chlorophyceae/Euglenophyceae foi de 20:1. Dessa forma, König (2000) observou que o gênero *Euglena* é sensível à alta concentração de nitrogênio amoniacal ($>140 \text{ mg/L}$) e ambientes onde o pH encontra-se acima de 8,3. Ainda segundo ele, nestas condições seu crescimento é seriamente prejudicado e em pH acima de 9,0 essa alga é completamente inibida. König *et al.*, (1987), pesquisando culturas de algas dos gêneros *Chlorella* e *Euglena* isolados de lagoas de estabilização, mostraram que o gênero *Chlorella* é mais tolerante.

O indivíduo mais predominante das Euglenophyceae foi *Rhabdomonas intermedia*. Na divisão Cyanobacteria, a ordem Chroococcales foi mais dominante e abundante representada pelo gênero *Merismopedia* (Figuras 6).

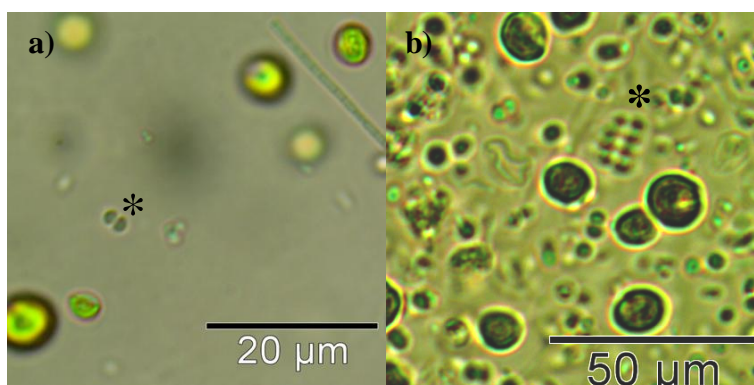
Os valores de diversidade específica na lagoa facultativa I variaram entre $0,36 \text{ bits.ind}^{-1}$ em 01 de outubro e $0,57 \text{ bits.ind}^{-1}$ em 14 de setembro de 2012.; os de equidade oscilaram entre 0,31 em 01 de outubro a 0,50 em 31 de agosto de 2012 ; os de dominância variaram de 0,16 em 21 de agosto a 0,82 em 01 de outubro de 2012 e a riqueza apresentou maior valor (18 *taxa*) em 14 de setembro.

Já os valores de diversidade específica na lagoa facultativa II variaram entre $0,35 \text{ bits.ind}^{-1}$ em 01 de outubro e $0,48 \text{ bits.ind}^{-1}$ em 14 de setembro de 2012; os de equidade foram de 0,26 em 01 de outubro a 0,39 em 14 de setembro de 2012; os de dominância variaram de 0,54 em 14 de setembro a 0,81 em 01 de outubro de 2012 e a riqueza apresentou maior valor (23 *taxa*) em 01 de outubro.

Os valores de diversidade em ambas as lagoas facultativas estudadas indicaram que as mesmas são pouco diversas, fenômeno já esperado em ambientes com alta concentração de matéria orgânica e nutrientes, especialmente nitrogênio amoniacal. Esse fato propicia o crescimento acelerado de determinadas espécies, em detrimento das demais.



Figuras 5: Fotografia da divisão Chlorophyceae encontrada no efluente das lagoas facultativas do sistema de tratamento de lixiviados estudado: a) *Chlorella vulgaris*; b) *Chlorella sorokiniana*; c) *Chlorella homosphaera*.



Figuras 6: Fotografia da divisão Cyanophyceae encontrada no efluente das lagoas facultativas do sistema de tratamento de lixiviados estudado: a) *Synechocystis* sp; b) *Merismopedia* sp.

Apesar de as lagoas facultativas caracterizarem ambientes hipertróficos, observou baixa ocorrência das demais divisões com relação às Chlorophyceae e Euglenophyceae. Não ocorreu a presença de cianobactérias capaz liberar cianotoxinas, fato que pode ser resultante do elevado pH encontrado do sistema, uma vez que as esses organismos são mais adaptados a ambientes menos alcalinos.

CONCLUSÕES

- As divisões preponderantes no sistema de tratamento estudado foram as Cyanophyceae, Chlorophyceae e Euglenophyceae, sendo essas duas últimas indicadoras de boas condições de desempenho do sistema.
- O gênero *Chlorella* foi dominante e abundante, provavelmente devido a sua capacidade de suportar ambientes com elevada concentração de matéria orgânica e de nitrogênio amoniacal, como é o caso dos lixiviados de aterro sanitário.
- Apesar da ocorrência de cianobactérias, não foi observada a presença de nenhum organismo capaz que causar danos ambientais, econômicos e para a saúde humana.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA – American Public Health Association. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20ed. Madrid: Ediciones Diaz de Santos S.A/ American Public Health Association; American Water Works Association/ Water Pollution Control Federation, 1998.
2. BICUDO, C. E. M.; MENEZES, M. Gênero de algas de águas continentais do Brasil. 2ª ed. São Carlos: Rima, 502p, 2006.
3. CARVALHO, M. C. et al. Manual de cianobactérias planctônicas : legislação, orientações para o monitoramento e aspectos ambientais. CETESB, 2013.
4. DOMITROVIC, Z.Y.; ASSELBORN, V. M. and CASCO, S. L. Variaciones espaciales y temporales del fitoplancton en un lago subtropical de argentina. *Rev. Brasil. Biol.* 3, 359-382, 1998.
5. FERNANDES, H. A dinâmica da biota em um sistema de lagoas de estabilização para tratamento de lixiviado de aterro sanitário. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós- graduação em Engenharia Ambiental. Florianópolis, 2009.
6. FRASCARI, D. et al. Long-term characterization, lagoon treatment and migration potential of landfill leachate: a case study in an active Italian landfill. *Chemosphere*, v. 54, n. 3, p. 335-343, 2004.
7. KOMÁREK, J.; ANAGNOSTIDIS, K. 2005. Cyanoprokaryota 2. Teil: Oscillatoriales. In: BÜDEL, B., et al *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Munique: Elsevier: Spektrum Akademischer Verlag, 759 p, 2005.
8. KOMÁREK, J; FOOT, B. Chlorophyceae (Grünalgen). *Ordinung: Chlorococcales*. In HUBER-PESTALOZZI, G. *Das Phytoplankton des Süßwassers: Systematik und Biologie*. Stuttgart: E. Schweizerbart'sche Verlagbuch – handlung, v. 7, n.1. 10444 p, 1983.

9. KÖNIG, A. Biología de las lagunas de estabilización: algas. In: MENDONÇA, S.R. (coord.). Sistemas de lagunas de estabilization: como utilizar aguas residuales tratadas em sistemas de regadio. Ed. McGrawHill, p. 44-67, 2000.
10. KÖNIG, A.; PEARSON, H. W. and SILVA, S. A. Ammonia toxicity to algal growth in waster stabilization ponds, p 115 -122, 1987.
11. LIMA, D. F. Tratamento conjugado de águas residuárias e lixiviado de aterro sanitário em lagoas de estabilização rasas [manuscrito]. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental), Centro de Ciências e Tecnologias, Universidade Estadual da Paraíba. CETESB, 2010.
12. NOGUEIRA, M. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. (1996). Limnologia de um sistema artificial raso (Represa do Monjolinho, São Carlos, SP): dinâmica das populações planctônicas. Acta Limnologica Brasiliensia, v. 8. n. 1. p. 149-168.
13. PROSAB - Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. Estudos de caracterização e tratabilidade de lixiviados de aterros sanitários para as condições brasileiras. Luciana Paulo Gomes (coordenadora). Rio de Janeiro: ABES, 2009.
14. PLINSKI, M. and WOŁOWSKI, K. Eugleniny Euglenophyta (Euglenoids). In M. Plinski (ed.), Flora of the Gdansk Gulf, Bałtyk, Baltic Sea i wo przyległych d(Poland) [Flora Zatoki Gdań (Bałtyk Południowy).] Gdansk. Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, 2008.
15. REYNOLDS, C. S. The Ecology of Phytoplankton. 1. ed. New York: Cambridge University Press, 535 p, 2006.
16. ROCHA, E. M. R. Desempenho de um sistema de lagoas de estabilização na redução da carga orgânica do percolado gerado no aterro da Muribeca (PE). Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005.
17. RODRIGUES, W.C. 2007. DivEs - Diversidade de Espécies - Guia do Usuário. Seropédica: Entomologistas do Brasil. 9p. Disponível em: <<http://www.ebras.bio.br/dives/>>. Acesso em 22 de março de 2013.
18. SANT'ANNA, C. L. et al. Identificação e contagem de cianobactérias planctônicas de águas continentais brasileiras. Rio de Janeiro: Interciência, 58p, 2006.
19. SILVA, J. D. Tratamento de lixiviados de aterro sanitário por lagoas de estabilização em série. Estudo em escala piloto. Tese (Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.
20. ÜEHLINGER, V. Étude statistique des methodes de dénombrement planctonique. Archives des Sciences, v. 17, p 121 – 223, 1964.
21. UTHERMÖL, H. Zur Vervollkommnung der quatitativen Phytoplankton-Methodik. Mitteilungen Internationale Vereinigung Theorestische und Angewandte Limnologie, v. 9, p. 1-38, 1958.
22. VÁRON, M. R. P. Waste stabilization ponds for wastewater treatment. ICT International Water and Sanitation Centre, 2003. Disponível em: < <http://www.irc.nl/page/8237>>. Acesso em 04 de abril de 2013.
23. VON SPERLING, M. Lagoas de estabilização: Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias. 2ª ed. Belo Horizonte: UFMG. v. 3, 196 p. 2002.
24. WETZEL, R. G. Limnology: Lake and rivers ecosystems. 3º ed. San Diego: Academic Press. 1006p, 2001.