



IDENTIFICAÇÃO DE ALGAS EM LAGOAS DE TRATAMENTO DE LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO E ESGOTO SANITÁRIO

Alinne Gurjão de Oliveira (alinnegurjao@gmail.com) – Universidade Federal da Paraíba, Cidade Universitária, s/n - Castelo Branco, João Pessoa - PB, 58051-900.

Elaine Gurjão de Oliveira (elaine_gurjao@hotmail.com) – Universidade Estadual da Paraíba.

Maria Virgínia da Conceição Albuquerque (virginia.albuquerque@yahoo.com.br) - Universidade Estadual da Paraíba.

Risoneide Borges da Silva (risoquimica@hotmail.com) - Universidade Estadual da Paraíba.

Valderi Duarte Leite (valderileite@uol.com.br) - Universidade Estadual da Paraíba.

Resumo: Lagoas de estabilização são sistemas de tratamento biológico, onde a estabilização da matéria orgânica é realizada pela biodegradação microbológica e/ou redução fotossintética das algas. Estas tem importante função no controle da eficiência do tratamento e da qualidade do efluente. Este trabalho teve o objetivo de conhecer a composição da comunidade fitoplanctônica no sistema piloto de Lagoas de Estabilização que tratam lixiviados de aterros sanitários e esgotos sanitários na região Nordeste do Brasil. Foram identificados 29 táxons na série de lagoas de estabilização, sendo que destes, 8 pertencentes a Cyanobacteria (28%), 4 a Chlamydomyceae (14%), 9 a Chlorophyceae (31%), 4 a Euglenophyceae (14%), 3 a Bacillariophyceae (10%), e 1 a Zignemaphyceae (3%).

Palavras-chave: algas, lagoas de estabilização, lixiviado, esgoto sanitário.



IDENTIFICATION OF ALGAE IN PONDS OF TREATMENT OF SANITARY LANDFILL LEACHATE AND SEWAGE SANITARY

Abstract: *Stabilization ponds are biological treatment systems where the stabilization of organic matter is performed by microbiological degradation and / or reduction of photosynthetic algae. This has an important role in controlling the treatment efficiency and the quality of the effluent. This study aimed to know the composition of the phytoplankton community in the pilot system stabilization ponds that treat leachates from landfills and sewage in the Northeast of Brazil. Identified 29 taxa in the series of stabilization ponds, and of these, 8 belonging to Cyanobacteria (28%), 4 to Chlamydomphyceae (14%) 9 to Chlorophyceae (31%), 4 to Euglenophyceae (14%), 3 to Bacillariophyceae (10%), and 1 to Zignemaphyceae (3%).*

Keywords: *algae, stabilization ponds, leachate, sewage.*

1. INTRODUÇÃO

Lagoas de estabilização são sistemas de tratamento biológico, onde a estabilização da matéria orgânica é realizada pela biodegradação microbiológica e/ou redução fotossintética das algas (JORDÃO & PESSOA, 2005). São amplamente utilizadas para o tratamento de águas residuárias, principalmente em países de clima tropical, que favorecem seu melhor desempenho, constituindo-se sistemas de fácil manutenção e baixo custo (MOZAHEB et al., 2010).

Segundo von Sperling & Oliveira (2010) a atividade mutualística entre algas e bactérias é importante para o tratamento de efluentes em lagoas de estabilização. À medida que as algas fornecem oxigênio ao meio aquático através da fotossíntese, as bactérias utilizam-no para a decomposição da matéria orgânica. Segundo Person (2005) as algas estão entre os microrganismos que controlam a eficiência do tratamento e a qualidade do efluente.

Como são amplamente utilizadas em estações de tratamento de esgotos em países tropicais, as lagoas de estabilização tem sido utilizadas quando pretende-se o tratamento conjunto de lixiviados de aterros sanitários e esgotos sanitários. Lixiviados podem conter grande quantidade de contaminantes orgânicos, medidos como demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅), amônia, hidrocarbonetos halogenados suspensos, metais pesados e sais inorgânicos, nitrogênio, fenóis e fósforo (AZIZ et al., 2010). A liberação de lixiviados no solo ou diretamente nos recursos hídricos pode causar danos irreparáveis ao meio ambiente, tornando-se indispensável o seu tratamento antes da disposição final.

Este trabalho teve o objetivo de conhecer a composição da comunidade fitoplanctônica no sistema piloto de Lagoas de Estabilização que tratam lixiviados de aterros sanitários e esgotos sanitários na região Nordeste do Brasil.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O sistema experimental foi projetado, construído e monitorado nas dependências físicas da Estação Experimental de Tratamentos Biológicos de Esgotos Sanitários (EXTRABES) da Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, Paraíba, nordeste do Brasil (7°13'11" sul, 35°52'31" oeste e 550 m acima do nível do mar).

O sistema experimental em escala piloto foi constituído por um reservatório de polietileno de 500 litros, onde era preparado o substrato afluente, e de quatro lagoas em série,



construídas em alvenaria com interconexões de tubos de PVC. A primeira lagoa possuía um registro de controle de fluxo do substrato, para alimentação do sistema experimental, ligado a uma bomba peristáltica.

A série de lagoas de estabilização rasas foi constituída por quatro lagoas, sendo uma lagoa facultativa (L1), seguida de três lagoas de maturação (L2, L3 e L4). As características físicas das lagoas são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Características físicas das lagoas de estabilização, tempo de detenção hidráulica e carga afluenta.

Lagoas	Comprimento (m)	Largura (m)	Profundidade (m)	Volume (m ³)	TDH (dias)	Carga afluenta (kgDBO ₅ /ha.d)
L1	2,05	1,00	0,50	1,00	3,7	320
L2	2,05	1,00	0,50	1,00	3,7	214
L3	2,05	1,00	0,50	1,00	3,7	177
L4	2,05	1,00	0,50	1,00	3,7	158

O substrato utilizado na alimentação das lagoas de estabilização rasas para o tratamento conjugado consistiu da mistura de esgoto sanitário (99%) mais lixiviado de aterro sanitário in natura (1%), sendo preparado diariamente o volume de substrato necessário para alimentação contínua da série de lagoas de estabilização.

Para a caracterização da comunidade fitoplanctônica, as amostras foram coletadas mensalmente, na coluna d'água, utilizando um coletor de profundidade. Em seguida, foram fixadas com formol a 4%. A identificação dos organismos foi feita em câmara de Utermöhl (adotando-se tempo decantação de 3 horas) e observadas em microscópio óptico invertido, através de transeptos, tantas vezes quanto foram necessárias para que fossem contados, no mínimo, 100 indivíduos da espécie dominante.

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

$$A = \frac{N \times 100}{n} \quad (1)$$

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).

$$F = \left(\frac{Pa}{P} \right) \times 100 \quad (2)$$

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%.

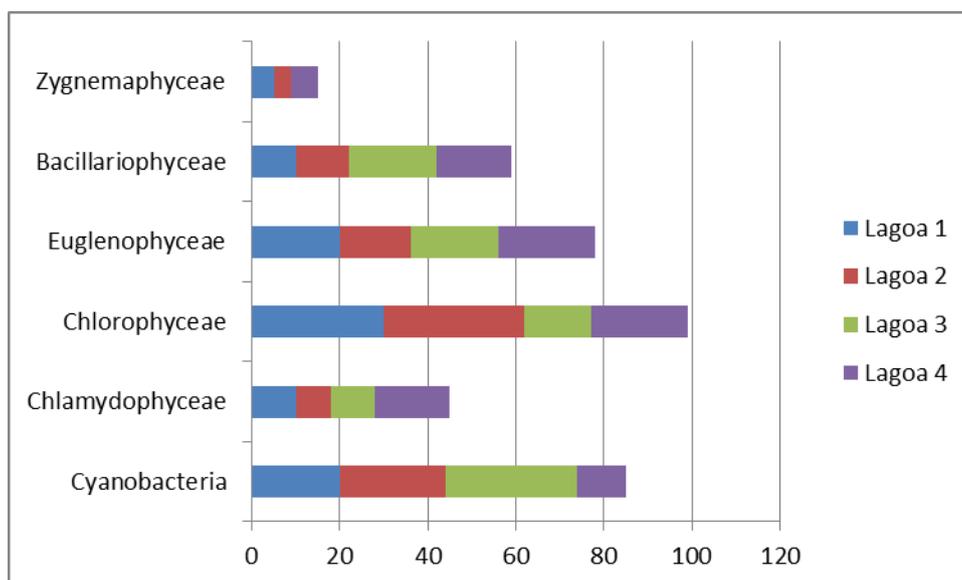
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em lagoas de estabilização, as microalgas constituem um dos mais diversificados grupos de microrganismos. Os tipos de microalgas encontrados nesses ambientes variam consideravelmente, mas de modo geral, as classes predominantes são: Cyanobacteria, Euglenophyceae, Chlorophyceae e Bacillariophyceae (LIMA, 2001; KONIG et al., 2002b).

Neste trabalho foram identificados 29 táxons na série de lagoas de estabilização, sendo que destes, 8 pertencentes a Cyanobacteria (28%), 4 a Chlamydomonadales (14%), 9 a Chlorophyceae (31%), 4 a Euglenophyceae (14%), 3 a Bacillariophyceae (10%), e 1 a Zygnemaphyceae (3%).

As distribuições de riquezas de táxons nas classes de organismos fitoplanctônicos para LF, LM1, LM2 e LM3 são apresentadas na Figura 1.

Figura 1: Distribuição da riqueza de táxons nas classes de organismos fitoplanctônicos, o tratamento conjugado de lixiviado e esgoto sanitário em lagoas de estabilização.



Observou-se o predomínio de Chlorophyceae, que estiveram presentes nas quatro lagoas do sistema. Seguidas pela Cyanobacteria, Euglenophyceae, Bacillariophyceae, Chlamydomonadales e Zygnemaphyceae, sendo estas presentes nas Lagoas 1, 2 e 4.

Dentre os 29 táxons encontrados, 13 foram identificados ao nível de espécie e 16 ao nível de gênero. Do total de táxons, 13 foram comuns às quatro lagoas (*Chlorella* sp., *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Synechocystis* sp., *Chlamydomonas* sp., *Pandorina morum*, *Monoraphidium arcuatum*, *Oocystis* sp., *Euglena* sp., *Lepocinclis* sp., *Phacus* sp., *Trachelomonas euchlora*, *Gomphonema*

parvulum, *Synura* sp.); 3 foram exclusivos da L2 (*Synechococcus elongatus*, *Scenedesmus accuminatus*, *Tetrastrum heteracanthum*); e 1 foi exclusivo da L3 (*Nitzschia* sp).

Chlorophyceae foi a Divisão com maior número de gêneros identificados (9). Apesar de apresentar o maior número de táxons, apenas dois gêneros estiveram presentes em todas as lagoas da série: *Chlorella* sp. e *Monoraphidium arcuatum* (Quadro 1). Miwa (2007) considera *Chlorella* sp. oportunistas, pois são capazes de tornar-se dominante em qualquer época do ano. Nesta pesquisa, o gênero esteve presente em pelo menos 70% das amostras coletadas.

Quadro 1: Frequência de ocorrência e composição das Clorofíceas observadas do monitoramento da massa líquida de lagoas de estabilização rasas tratando lixiviado de aterro sanitário e esgoto sanitário

Táxons	Frequência – Lagoas			
	L1	L2	L3	L4
CHLOROPHYCEAE				
<i>Chlorella</i> sp.	CT	CT	CT	CT
<i>Chlorococcum</i> sp.	ND	R	R	ND
<i>Closteriopsis acicularis</i>	R	R	ND	ND
<i>Monoraphidium arcuatum</i>	R	CM	ND	CM
<i>Monoraphidium</i> sp.	R	CM	ND	CM
<i>Oocystis</i> sp.	R	CM	R	R
<i>Scenedesmus accuminatus</i>	ND	R	ND	ND
<i>Scenedesmus linearis</i>	CM	CM	ND	R
<i>Tetrastrum heteracanthum</i>	ND	R	ND	ND

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

A Divisão Chlamydomphyceae apresentou 4 gêneros (*Chlamydomonas* sp., *Eudorina elegans*, *Pandorina morum* e *Pyrobotrys* sp.). Entre estes, o gênero *Chlamydomonas* sp. apresentou maior frequência e esteve presente nas quatro lagoas da série (Quadro 2). É um gênero flutuante em lagoas pouco profundas além de ser capaz de crescer na presença de altas cargas orgânicas e sobreviver, muitas vezes, em condições anaeróbicas (MENDONÇA, 2000). Segundo Palmer (1985) apud Fernandes (2009) está entre os cinco principais gêneros algais tolerantes à elevada poluição, incluindo tolerância à poluição por amônia.

Quadro 2: Frequência de ocorrência e composição das Clamidofíceas observadas do monitoramento da massa líquida de lagoas de estabilização rasas tratando lixiviado de aterro sanitário e esgoto sanitário

Táxons	Frequência – Lagoas			
	L1	L2	L3	L4
CHLAMYDOPHYCEAE				
<i>Chlamydomonas</i> sp.	CM	CM	CM	CM
<i>Eudorina elegans</i>	ND	R	R	R
<i>Pandorina morum</i>	CM	CM	CM	CM
<i>Pyrobotrys</i> sp.	CM	R	CM	R

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

Quatro gêneros pertencente à Euglenophyceae foram identificados e estiveram presentes nas quatro lagoas de estabilização. Dentre eles, *Euglena* sp., *Lepocinclis* sp. e *Phacus* sp., apresentaram frequências elevadas (Quadro 3). Estes gêneros estão presentes em ambiente hipereutrófico, como as lagoas de estabilização, e segundo Provasoli (1958) apud Miwa (2007) utilizam somente nitrogênio amoniacal como fonte de nitrogênio, portanto é mais dependente da

existência de nitrogênio amoniacal do que matéria orgânica, justificando a presença e frequência desses gêneros nas lagoas de estabilização tratando lixiviado de aterro sanitário e esgoto sanitário, em virtude das concentrações elevadas de nitrogênio amoniacal nesse ambiente.

Quadro 3: Frequência de ocorrência e composição das Euglenofíceas observadas do monitoramento da massa líquida de lagoas de estabilização rasas tratando lixiviado de aterro sanitário e esgoto sanitário.

Táxons	Frequência – Lagoas			
EUGLENOPHYCEAE	L1	L2	L3	L4
Euglena sp.	CT	CM	CM	CT
Lepocinclis sp.	CM	CM	CM	CM
Phacus sp.	CT	CM	CT	CT
Trachelomonas euchlora	CM	CM	R	CM

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

A Divisão Bacillariophyceae apresentou baixa diversidade, com três táxons identificados: Gomphonema parvulum, Navicula sp. e Nitzschia sp (Quadro 4). Bacillariophyceae são bastante sensíveis às variações na composição química da massa líquida (FERNANDES, 2009), fato que justifica a maior presença de organismos pertencentes a essa divisão nas duas últimas lagoas da série (L3 e L4). Entre os táxons, apenas a Gomphonema parvulum esteve presente nas quatro lagoas de estabilização.

Quadro 4: Frequência de ocorrência e composição das Bacilariofíceas observadas do monitoramento da massa líquida de lagoas de estabilização rasas tratando lixiviado de aterro sanitário e esgoto sanitário

Táxons	Frequência - Lagoas			
BACILLARIOPHYCEAE	L1	L2	L3	L4
Gomphonema parvulum	R	R	CM	CM
Navicula sp.	ND	CM	CM	CM
Nitzschia sp.	ND	ND	R	ND

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

A Divisão Zignemaphyceae apresentou menor diversidade e frequência de ocorrência nas lagoas de estabilização. Closterium sp. foi identificado nas lagoas 1, 2 e 4, com maior frequência observada (40%) na lagoa 4 (Quadro 5). Lima (2010) também observou a presença de Closterium sp. em sistema de lagoas de estabilização tratando lixiviado pré tratado e esgoto sanitário no interior da Paraíba.

Quadro 5: Frequência de ocorrência e composição das Zignemofíceas observadas do monitoramento da massa líquida de lagoas de estabilização rasas tratando lixiviado de aterro sanitário e esgoto sanitário

Táxons	Frequência – Lagoas			
ZYGNEMAPHYCEAE	L1	L2	L3	L4
Closterium sp.	R	R	ND	CM

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



Oito táxons foram identificados na Divisão Cyanobactéria. Entre estes, *Cylindrospermopsis raciborskii* foi o táxon que apresentou maior frequência (igual ou superior a 50%) e distribuição nas quatro lagoas da série Observou-se, entretanto, a maior concentração de cianobactérias nas três primeiras lagoas da série. Na lagoa de maturação foram identificados organismos pertencentes a apenas dois táxons: *Cylindrospermopsis raciborskii* (50%) e *Synechocystis* sp. (30%) (Quadro 6).

Quadro 6: Frequência de ocorrência e composição das Cianobactérias observadas do monitoramento da massa líquida de lagoas de estabilização rasas tratando lixiviado de aterro sanitário e esgoto sanitário

Táxons	Frequência - Lagoas			
	L1	L2	L3	L4
CYANOBACTERIA				
Anabaena sp.	ND	R	R	R
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	CT	CT	CM	CM
<i>Merismopedia elegans</i>	R	R	ND	ND
<i>Microcystis aeruginosa</i>	CM	CM	CM	ND
<i>Oscillatoria</i> sp.	CM	ND	R	ND
<i>Spirulina</i> sp.	CM	CM	R	ND
<i>Synechocystis</i> sp.	CM	R	CM	CM
<i>Synechococcus elongatus</i>	ND	R	ND	ND

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

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação à composição fitoplanctônica foram identificados 29 táxons incluídos em seis classes taxonômicas: Cyanobacteria, 8 spp; Chlamydomphyceae, 4 spp; Chlorophyceae, 9 spp; Euglenophyceae, 4 spp; Bacillariophyceae, 3 spp; e Zignemaphyceae, 1 spp. Do total de táxons identificados, 13 foram comuns às quatro lagoas, 3 foram exclusivos da L2 e 1 foi exclusivo da L3.

Agradecimentos

Os autores deste trabalho agradecem o apoio financeiro concedido em termos de rubrica de custeio e capital a FINEP e CNPq. Outrossim, agradecem também a CAPES pela concessão de bolsas de estudo, haja vista considerarem de fundamental importância para consolidação dos programas de pós-graduação e para formação de recursos humanos.

REFERÊNCIAS

AZIZ, S. Q.; AZIZ, H. A.; YUSOFF, M. S.; BASHIR, M. J. K.; UMAR, M. Leachate characterization in semi-aerobic and anaerobic sanitary landfills: A comparative study. **Journal of Environmental Management**, v. 91, p. 2608 - 2614, 2010.



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.

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A.; **Tratamento de esgotos domésticos**, 4º ed., SEGRAC, Rio de Janeiro - RJ, 2005, 932 p.

KONIG, A.; CEBALLOS, B. S. O.; ALMEIDA, M. V. A. Observações sobre a população algal em efluentes de lagoas de estabilização em escala real no estado da Paraíba – Brasil. In: XXVIII Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria e Ambiental. **Anais...**Cancún, México, 2002.

LIMA, D.F. **Tratamento Conjugado de Águas Residuárias e Lixiviado de Aterro Sanitário em Lagoas de Estabilização Rasas.** Campina Grande – PB. 95f. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental), Universidade Estadual da Paraíba.

LIMA, M. G. S. **Estudo da variação cíclica diária de fósforo sedimentável numa lagoa facultativa primária profunda, provida de chicanas do tipo vai e vem.** Campina Grande – PB. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal da Paraíba – PB.

LOBO, E.; LEIGHTON, G. Estruturas comunitárias de las fitocenosis planctônicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de La zona central de Chile. *Ver. Biol. Mar.*, v. 22, n. 1, p. 1 - 29, 1986.

MENDONÇA, S. R. Lagunas de estabilizacion. In: MENDONÇA, S. R. **Sistemas de lagunas de estabilizacion – como utilizar águas residuales tratadas en sistema de regadio.** McGraw-Hill, Colombia, 2000. 370p.

MIWA, A. C. P. **Avaliação do funcionamento do sistema de tratamento de esgoto de Cajati, Vale do Ribeira de Iguape (SP) em diferentes épocas do ano.** São Carlos – SP. 212f. 2007. Tese (Doutorado em Hidráulica e Saneamento), Escola de Engenharia de São Carlos, USP.

MOZAHEB, S. A., GHANEIAN, M. T., GHANIZADEH, G. H., FALLAHZADEH, M., Evaluation of the Stabilization Ponds Performance for Municipal Wastewater Treatment in Yazd – Iran, Middle-East, **Journal of Scientific Research**, v.6, n. 1, p. 76 - 82, 2010.

PEARSON, H., **Microbial Interactions in facultative and maturation ponds.** In: MARA, D.; HORAN, N. J. *The Hand Book of Water and Wastewater Microbiology.* Academic Press, London - UK., 2005, p. 449-458.

PROVASOLI, L. Nutrition and ecology of protozoa and algae. **Rev. Microb**, v. 12, p. 279-308, 1958.

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