

## II-246 - ASPECTOS QUALITATIVOS DO FITOPLÂNCTON DE LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO RASAS NO TRATAMENTO CONJUGADO DE ESGOTO COM LIXIVIADO

### **Diego de Farias Lima<sup>(1)</sup>**

Graduado em Química Industrial pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

### **Valderi Duarte Leite**

Graduado em Engenharia Química pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Doutor em Engenharia Civil pela Universidade de São Paulo (USP).

### **Howard Willian Pearson**

Graduado em Botânica pela Universidade de Londres. Doutor em Microbiologia do Meio Ambiente pela Universidade de Londres.

### **Silvana Câmara Torquato**

Graduada em Biologia pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) e Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Doutoranda em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

### **Wilton Silva Lopes**

Graduado em Química Industrial pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Doutor em Química pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Pós-Doutor em Saneamento pela Universidade de São Paulo (USP).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Ana Vilar, 919 - Cruzeiro – Campina Grande - PB - CEP: 58415625 - Brasil e-mail: [diegolima\\_dl@hotmail.com](mailto:diegolima_dl@hotmail.com)

## **RESUMO**

Este trabalho tem como objetivo avaliar a variação qualitativa da comunidade fitoplanctônica em um sistema de lagoas de estabilização rasas tratando substrato que compreende uma mistura de esgoto e lixiviado em diferentes proporções. Ele foi realizado nas dependências da Estação Experimental de Tratamentos Biológicos de Esgoto Sanitário – EXTRABES. O sistema experimental consistiu de um tanque de armazenamento de esgoto doméstico oriundo do sistema de esgotamento sanitário da cidade de Campina Grande, PB. De um reservatório de lixiviado “pós stripping” coletado no aterro sanitário metropolitano da cidade de João Pessoa, PB e pré-tratado por um processo de stripping de amônia em um sistema de lagoas rasas. De um depósito para armazenamento do substrato, que compreende a mistura em suas devidas proporções de lixiviado e esgoto doméstico. De quatro lagoas de estabilização rasas operadas em série. De bombas dosadoras e de outros dispositivos complementares. A caracterização da comunidade fitoplanctônica levou a identificação de 44 táxons genéricos e infra-genéricos incluídos em 6 classes taxonômicas tendo as Chlorophyceae o maior número de representantes. Em relação à riqueza específica, houve um grande incremento no número de táxons ao longo das lagoas de estabilização, tendo na primeira lagoa comportado apenas 12 táxons e a última 29. Foi observado que a variação na concentração de lixiviado e consequentemente da carga orgânica aplicada no substrato do sistema provocou variação no número de táxon e nas classes presente em cada lagoa do sistema.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fitoplâncton, Tratamento Conjugado, Lagoas de Estabilização.

## **INTRODUÇÃO**

O uso de lagoas de estabilização para o tratamento de esgoto doméstico em países de clima tropicais é bastante empregado, devido ao seu baixo custo e simplicidade de operação, aliado a relativa eficiência na remoção de material carbonáceo. Nas lagoas, o tratamento das águas residuárias ocorre no interior das massas líquidas por um processo biológico de simbiose existente entre as massas fitoplanctônica e bacteriana, no qual as algas produzem oxigênio a partir da captura do dióxido de carbono (fotossíntese) e, as bactérias, fazem uso do oxigênio para consumirem a matéria orgânica das águas residuárias (respiração).

São inúmeras as classes de fitoplâncton encontrados em sistemas de lagoas estabilização, entretanto, de acordo com Mara & Pearson (1986) os táxons mais comumente encontrados estão geralmente incluídos nas classes das Chlorophyceae e Euglenophyceae, e em menor proporção, nas classes das Chrysophyceae e Cyanobactéria.

Lin et al. (2007) verificaram que *Chlorella pyrenoidosa*, *Chlamydomonas snowiae* e *Chlorella pyrenoidosa* isoladas em uma lagoa com uma série de diluições de lixiviado do aterro sanitário Li Keng em Guangzhou na China, tiveram seu crescimento condicionado às altas concentrações de lixiviado, estando a inibição ligada as altas concentrações de amônia (nitrogênio amoniacal > 670 mg/L).

Lixiviados são definidos como os efluentes aquosos gerados como consequência de percolação de águas pluviais através dos resíduos, dos processos bioquímicos das células e do teor de água inerentes nos próprios resíduos. Lixiviados podem conter grandes quantidades de matéria orgânica (biodegradável, mas também refratária à biodegradação), onde os constituintes húmicos são um importante grupo, assim como nitrogênio amoniacal, metais pesados, sais orgânicos e inorgânicos. (RENOU et al., 2008).

Variações na composição do lixiviado e na quantidade de poluentes removidos dos resíduos de aterros são frequentemente atribuídas a volumes de água que se infiltram no aterro, e diretamente relacionadas com os processos naturais que ocorrem dentro do mesmo (KULIKOWSKA e KLIMIUK, 2008).

De uma maneira geral os lixiviados de aterros têm altos valores de DQO e nitrogênio amoniacal ( $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ). Para o  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  podem ser encontrados valores que superam as 1000 mg/L (AMARAL et al., 2008; LIANG, Z. e LIU, J., 2008; YAHMED et al. 2009).

Os altos valores das concentrações de nitrogênio amoniacal encontrado no lixiviado nos levam a imaginar alguns empecilhos para o seu tratamento, principalmente devido à toxicidade à biota presente na maioria dos processos de tratamento biológicos empregados na atualidade. As altas concentrações de ( $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ) podem afetar também a relação DBO:N:P, tornando esta relação não adequada ao tratamento biológico (ATHAYDE JÚNIOR et al., 2002).

Este trabalho teve como objetivo avaliar a variação qualitativa da comunidade fitoplanctônica em um sistema de lagoas de estabilização rasas tratando substrato que compreende uma mistura de esgoto e lixiviado em diferentes proporções.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho experimental foi realizado nas dependências da Estação Experimental de Tratamentos Biológicos de Esgoto Sanitário – EXTRABES, localizado na cidade de Campina Grande – PB (550m acima do nível do mar).

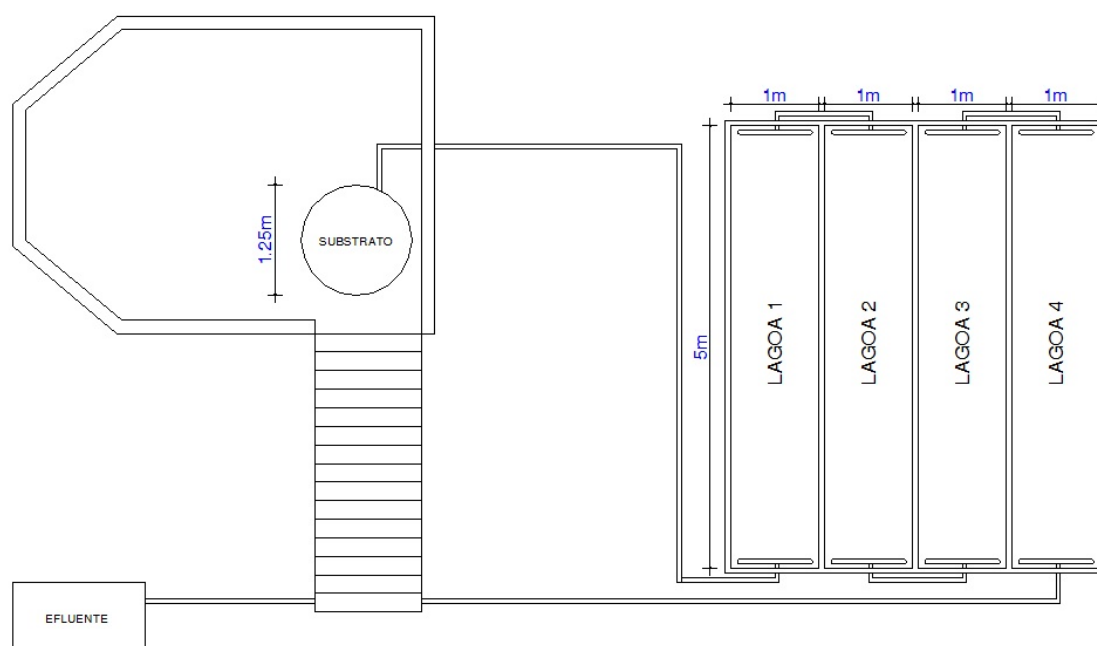
O sistema experimental consistiu de um tanque de armazenamento de águas residuárias domésticas aduzida diretamente do emissário leste do sistema de esgotamento sanitário da cidade de Campina Grande, PB. De um reservatório de lixiviado “pós stripping” coletado no aterro sanitário metropolitano da cidade de João Pessoa, PB e pré-tratado por um processo de stripping de amônia em um sistema de lagoas rasas. De um depósito para armazenamento do substrato, que compreende a mistura em suas devidas proporções de lixiviado e esgoto doméstico. De quatro lagoas de estabilização rasas operadas em série. De bombas dosadoras e de outros dispositivos complementares.

As lagoas foram construídas em alvenaria de concreto, cimento e ferro e são interconectadas através de tubos de PVC rígido de diâmetro de 32 mm.

Na Tabela 1 são apresentados os dados das características físicas das quatro lagoas de estabilização que compõem o sistema e na Figura 1 apresenta-se a planta baixa da parte física do sistema experimental.

**Tabela 1: Parâmetros físicos aplicados as lagoas.**

Lagoas	Comprimento (m)	Largura (m)	Altura (m)	Volume (m <sup>3</sup> )
Lagoa 1	5	1	0,50	2,50
Lagoa 2	5	1	0,45	2,25
Lagoa 3	5	1	0,40	2,00
Lagoa 4	5	1	0,35	1,75



**Figura 1: Esquema do sistema experimental.**

O monitoramento do sistema foi dividido em duas fases, essa divisão foi feita de acordo com o substrato utilizado em cada fase. A Fase 1, teve como substrato uma mistura de esgoto e lixiviado numa proporção de 1%, a vazão dessa mistura foi de 450 L/d. Na Fase 2, permaneceu-se a vazão utilizada na Fase 1 (450 L/d), havendo a mudança apenas na proporção da mistura de esgoto com lixiviado, que nesta fase se deu a 2%. Na Tabela 2 têm-se as vazões, os tempos de detenção hidráulica (TDH) e as cargas aplicadas no sistema em cada fase de monitoramento.

**Tabela 2 Parâmetros operacionais aplicados as lagoas de estabilização nas três diferentes fases de monitoração.**

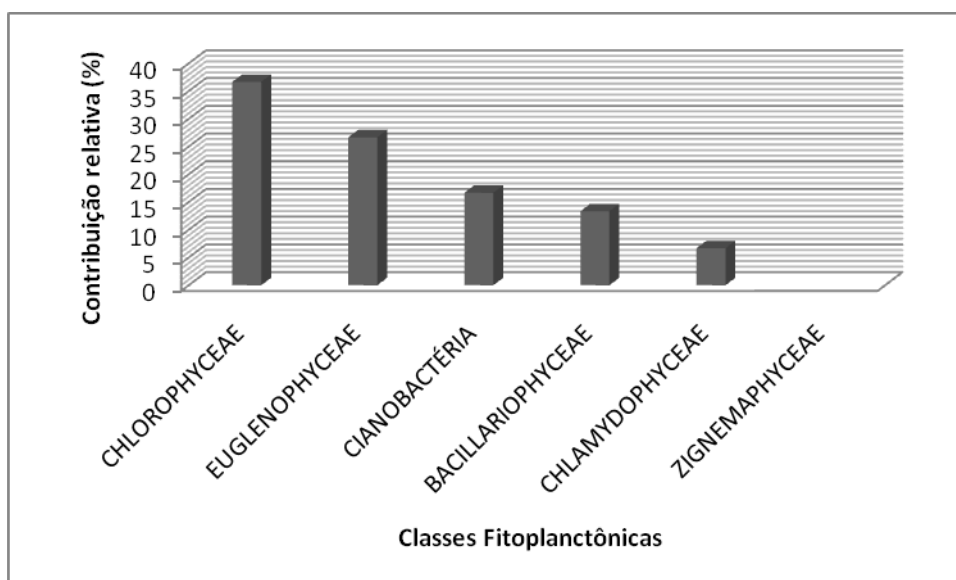
Fases	Q (L/d)	TDH (d)	$\lambda$ (kgDQO/ha.dia)
Fase 1	450	18,8	92,6
Fase 2	450	18,8	98,0

Para as análises qualitativa e quantitativa do fitoplâncton foram coletadas amostras em toda a coluna da massa líquida das lagoas em quatro pontos distintos de cada lagoa, as amostras dos quatro pontos coletados foram posteriormente misturadas e retirada uma alíquota que foi acondicionada em frascos de polietileno de 300ml e preservadas com formol a 4% neutralizado com bórax.

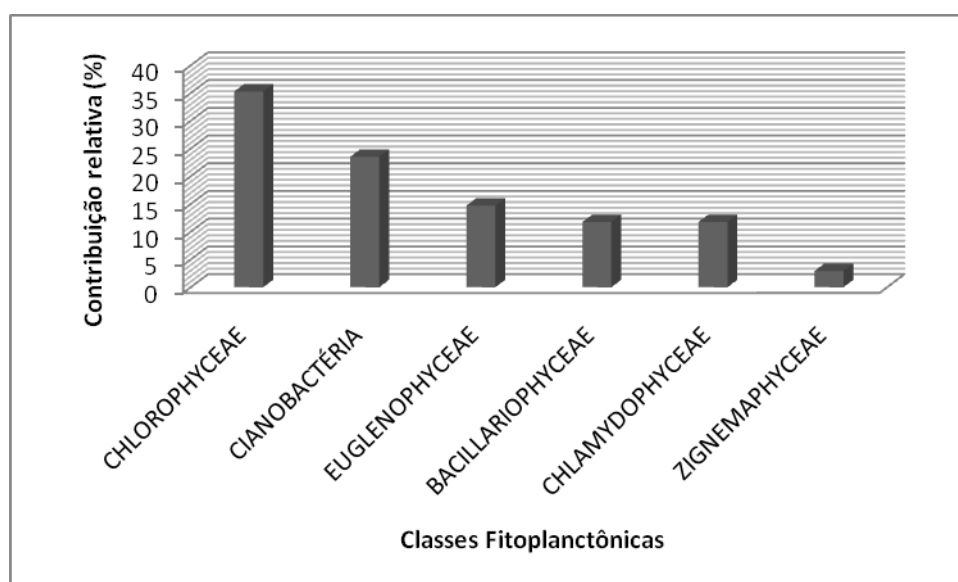
A identificação dos organismos foi feita utilizando microscópio binocular Olympus CBA, em até 400 vezes de aumento. O sistema de classificação para classes e gêneros seguiu as indicações de Bicudo & Menezes (2006), para as espécies foram utilizadas chaves de identificação específicas de cada grupo.

## RESULTADOS

A caracterização da composição florística da comunidade fitoplanctônica levou a identificação de 44 táxons genéricos e infra-genéricos incluídos em 6 classes taxonômicas da seguinte forma: Chlorophyceae 15 spp. (34,1%), Euglenophyceae 9 spp. (20,5%), Cianobactéria 9 spp. (20,5%), Bacillariophyceae 6 spp. (13,6%), Chlamydomonadophyceae 4 spp. (9,1%) e Zignemaphyceae 1 spp. (2,3%). Na Figura 2 e 3 tem-se a contribuição relativa em termos percentuais das classes fitoplanctônicas para as Fases 1 e 2.



**Figura 2: Contribuição relativa (%) das classes de algas fitoplanctônicas para a riqueza específica total da comunidade na Fase 1.**



**Figura 3: Contribuição relativa (%) das classes de algas fitoplanctônicas para a riqueza específica total da comunidade na Fase 2.**

Nas Fases 1 e 2 a maior contribuição no número de táxon foi da classe das Chlorophyceae, com 36% na Fase 1 (Figura 2) e 35% na Fase 2 (Figura 3), vale ainda ressaltar que na Fase 2 as Cianobactérias tiveram a segunda maior contribuição (23%) superando as Euglenophyceae que foi a segunda classe mais representativa da Fase 1.

Os táxons encontrados em lagoas podem sofrer grandes variações em virtude da carga orgânica superficial aplicada, da disponibilidade de luz, das variações sazonais, bem como da concentração de substâncias inibidoras como a amônia. SSANYU e SCHAGERL, (2010), analisando as lagoas de Gaba e Walukuba, que tem profundidade média de 1m, encontraram 37 e 31 táxons respectivamente, distribuída entre seis 6 classes taxonômicas da seguinte forma: Chlorophyceae spp. (52%), Euglenophyceae spp. (16%), Cianobactéria spp. (17%), Bacillariophyceae spp. (18%) nas lagoas de Gaba, e Chlorophyceae spp. (39%), Euglenophyceae spp. (19%), Cianobactéria spp. (13%), Bacillariophyceae spp. (19%) e Chrysophyceae (6%) em Walukuba. As

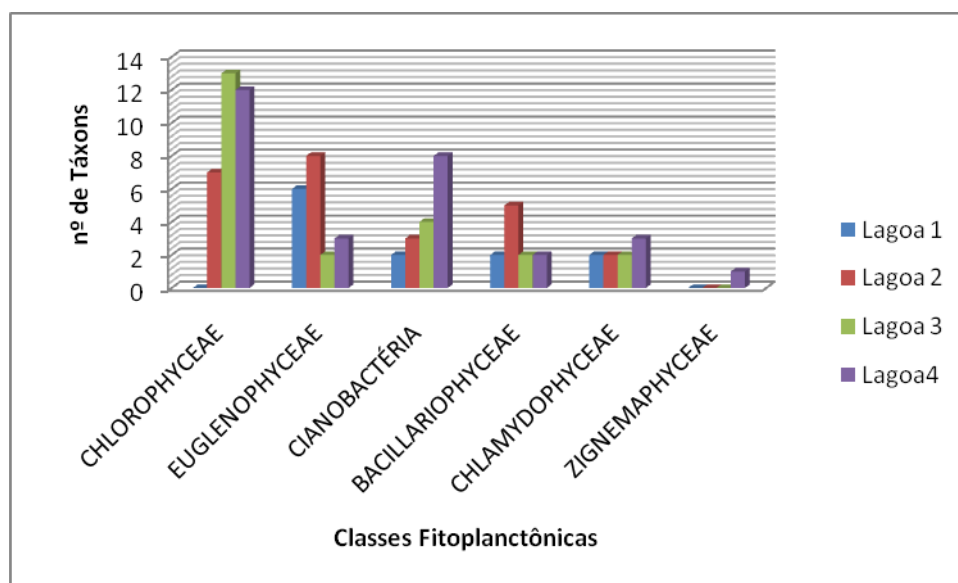
espécies dominantes entre as Cianobactéria foram *Anaphanocapis* spp, *Microcystis* spp and *planktonlyngbya* limnetica, entre as agas verdes foram *Ankistrodesmus falcatus*, *Scenedesmus* spp and *Monoraphidium* spp.

Em relação à riqueza específica, houve um grande incremento no número de táxons ao longo das lagoas de estabilização, tendo na primeira lagoa comportado apenas 12 táxons e a última 29. A classe Euglenophyceae foi a mais representativa nas lagoas 1 e 2 e a classe Chlorophyceae nas lagoas 3 e 4. Contudo, vale destacar a importância de cianobactérias no estudo, sobretudo na última lagoa, onde contribuíram 8 táxons. Entre as cianobactérias, a espécie *Planktothrix agardhii* foi a de maior frequência, sendo observada em 75,0% das amostras (Figura 4).

Diatomáceas (classe Bacillariophyceae) foram observadas em todas as amostras, exceto na Fase 2 da terceira lagoa, apresentando maior riqueza na segunda lagoa, onde foram representadas por cinco espécies. Destas apenas *Gomphonema parvulum* (75,0% de frequência) foi comum a todas as lagoas de estabilização (Tabela 3).

A classe Chlamydomonadophyceae foi a quinta mais representativa em termos de riqueza específica, sendo representada por 4 táxons, dos quais apenas *Pandorina morum* (87,5% de frequência) foi comum a todas as lagoas, enquanto a classe Zignemaphyceae foi representada por um único táxon, *Closterium* sp., encontrado unicamente na última lagoa (Tabela 3).

Vale salientar também que apesar de ter sido o grupo taxonômico com maior riqueza numérica de táxons, indivíduos da classe Chlorophyceae não foram observados em nenhuma das amostragens na primeira lagoa de estabilização, haja vista sua intolerância a forte carga orgânica da mesma. Entre as clorofíceas, as espécies *Chlorococcum* sp., *Coelastrum microporum*, *Dictyosphaerium pulchellum*, *Micractinium pusillum*, *Monoraphidium arcuatum*, *Scenedesmus bijugatus* e *Scenedesmus linearis*, foram as mais identificadas, apresentando frequência igual ou superior a 50% das amostras. Ao passo que entre as euglenofíceas, *Euglena archeoplastidiata* (75,0% de frequência) e *Euglena clavata* (87,5% de frequência), foram as mais frequentes, sendo encontradas em todas as lagoas.



**Figura 4: Riqueza específica das classes de algas fitoplantônicas do sistema nas Fases 1 e 2.**

Do total de táxons registrados, 30 spp. foram verificados na Fase 1 e 34 spp. na Fase 2, apresentando 20 táxons em comum. Em ambas, a Chlorophyceae contribuiu com maior riqueza de espécies (11 e 12 táxons, respectivamente), sendo dois táxons exclusivos à primeira lagoa de estabilização, seis à segunda, três à terceira e oito a quarta (Tabela 3).

Tabela 3 Inventário taxonômico das espécies de algas fitoplanctônicas identificadas no sistema nas Fases 1 e 2.

Espécies	Lagoa 1		Lagoa 2		Lagoa 3		Lagoa 4	
	F. 1	F. 2	F. 1	F. 2	F. 1	F. 2	F. 1	F. 2
<b>CYANOPHYCEAE</b>								
<i>Aphanocapsa incerta</i>								1
<i>Chroococcus turgidus</i>						1	1	1
<i>Chroococcus</i> sp.								1
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>				1				1
<i>Oscillatoria tenuis</i>								1
<i>Oscillatoria</i> sp.		1	1			1		1
<i>Planktothrix agardhii</i>			1	1	1	1	1	1
<i>Pseudoanabaena galeata</i>					1	1		1
<i>Pseudoanabaena limnetica</i>	1							
<b>CHLOROPHYCEAE</b>								
<i>Chlorella vulgaris</i>				1		1		1
<i>Chlorococcum</i> sp.				1	1	1		1
<i>Coelastrum microporum</i>				1	1	1		1
<i>Coelastrum reticulatum</i>						1		1
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>					1	1	1	1
<i>Micractinium pusillum</i>				1	1	1	1	1
<i>Monoraphidium arcuatum</i>				1	1	1	1	1
<i>Monoraphidium</i> sp.					1			
<i>Oocystis borgei</i>								1
<i>Oocystis lacustris</i>							1	1
<i>Scenedesmus acuminatus</i>						1		1
<i>Scenedesmus bijugatus</i>				1	1	1	1	1
<i>Scenedesmus linearis</i>				1	1	1	1	1
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>					1			
<i>Tetrastrum staurogeniaeforme</i>					1			
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>								
<i>Achnanthes exigua</i>				1				
<i>Cyclotella meneghiniana</i>				1				
<i>Fragilaria capucina</i>	1				1			1
<i>Gomphonema parvulum</i>	1	1	1	1	1		1	
<i>Navicula</i> sp.			1					
<i>Nitzschia</i> sp.			1					
<b>EUGLENOPHYCEAE</b>								
<i>Euglena acus</i>	1	1	1					
<i>Euglena archeoplastidiata</i>	1	1	1	1	1		1	
<i>Euglena caudata</i>			1					
<i>Euglena clavata</i>	1	1	1	1	1	1		1
<i>Euglena</i> sp.	1		1					
<i>Lepocinclis</i> sp.			1					
<i>Phacus curvicauda</i>	1	1	1					
<i>Phacus tortus</i>	1		1					
<i>Trachelomonas</i> sp.								1
<b>CHLAMYDOPHYCEAE</b>								
<i>Chlamydomonas</i> sp.								1

<i>Eudorina elegans</i>			1		1	1	1	
<i>Pandorina morum</i>		1	1	1	1	1	1	1
<i>Pandorina</i> sp.		1						
ZIGNEMAPHYCEAE								
<i>Closterium</i> sp.								1
TOTAL	9	8	15	15	18	17	12	26

## CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

A caracterização da composição florística da comunidade fitoplanctônica levou a identificação de 44 táxons genéricos e infra-genéricos incluídos em 6 classes taxonômicas da seguinte forma: Chlorophyceae 15 spp., Euglenophyceae 9 spp., Cyanophyceae 9 spp., Bacillariophyceae 6 spp., Chlamydomphyceae 4 spp. e Zignemaphyceae 1 spp.

Em relação à riqueza específica, houve um grande incremento no número de táxons ao longo das lagoas de estabilização, tendo na primeira lagoa comportado apenas 12 táxons e a última 29. A classe Euglenophyceae foi a mais representativa nas lagoas 1 e 2 e a classe Chlorophyceae nas lagoas 3 e 4.

Foi observado que variação na concentração de lixiviado e consequentemente da carga orgânica aplicada ao substrato do sistema provocou variação no número de táxon e nas classes presente em cada lagoa do sistema.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMARAL, M. C. S.; FERREIRA, C. F. A.; LANGE, L. C.; AQUINO, S. F. Avaliação da biodegradabilidade anaeróbia de lixiviados de aterro sanitários. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 13, n. 1, p. 38-45, 2008.
2. ATHAYDE JÚNIOR, G. B.; CARVALHO, C. M.; LEITE, V. D.; LOPES, W. S.; SILVA, S. A.; SOUSA, J. T. Uso de Lagoas de Estabilização para Tratamento Conjugado de Percolado e Águas Residuárias Domésticas. VI Simpósio Italo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Vitória – ES, 2002.
3. BICUDO, C. E. De M.; MENEZES, M. Gêneros de Algas de águas continentais do Brasil. São Carlos: RiMa, 2006.
4. LIANG, Z.; LIU, J. Landfill leachate treatment with a novel process: Anaerobic ammonium oxidation (Anammox) combined with soil infiltration system. Journal of Hazardous Materials. n. 151, p. 202–212, 2008.
5. LIN, L.; CHAN, G.Y.S.; LAN, C.Y. Use of ammoniacal nitrogen tolerant microalgae in landfill leachate treatment. Waste Management, n. 27, p. 1376–1382, 2007.
6. MARA, D.D.; PEARSON, H.W. Artificial fresh water environmental: waste stabilization ponds. Biotechnology, v. 8, p. 177-206, 1986.
7. RENOU, S.; GIVAUDAN, J. G.; POULAIN, S.; DIRASSOUYAN, F.; MOULIN, P. Landfill leachate treatment: Review and opportunity. Journal of Hazardous Materials. n. 150, p. 468–493, 2008.
8. SSANYU, G. A. e SCHAGERL M. Phytoplankton productivity in newly dug fish ponds within Lake Victoria wetlands (Uganda). African Journal of Environmental Science and Technology, Vol. 4(5), 2010.
9. YAHMED, A. B.; TRABELSI, I.; MURANO, F.; DHAIFALLAH, T.; BOUSSELMI, L.; GHRABI, A. Microbial characterization during aerobic biological treatment of landfill leachate (Tunisia). Desalination. n. 246, p. 378–388, 2009.