

**II-243 - CARACTERIZAÇÃO DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA NO PÓS-TRATAMENTO CONJUGADO EM LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO.****Silvana Câmara Torquato<sup>(1)</sup>**

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).

**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).

**Diego de Farias Lima**

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

**Howard Willian Pearson**

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

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Malaquias de Souza do Ó, 195, Mirante – Campina Grande - PB - CEP: 58407-563 - Brasil  
e-mail: [silvana.torquato@hotmail.com](mailto:silvana.torquato@hotmail.com)

**RESUMO**

Este trabalho teve como objetivo caracterizar a comunidade fitoplanctônica em um sistema de pós-tratamento conjugado de esgoto e lixiviado em lagoas de estabilização, bem como avaliar se adição do lixiviado alterou a comunidade fitoplanctônica previstas em outros trabalhos. O lixiviado foi diluído em águas residuárias domésticas, como forma de atenuar os problemas do tratamento de lixiviado em sistemas biológicos. Tal diluição objetivou a adequação das características do lixiviado à passividade de tratamento biológico. Em virtude da elevada carga orgânica inicial, tal mistura (lixiviado + esgoto sanitário doméstico), foi submetida a um tratamento em reator UASB, cujo efluente alimentou as lagoas de estabilização. O trabalho foi realizado na EXTRABES- UEPB, consistindo de quatro lagoas em série, sendo uma lagoa facultativa (LF), com duas entradas de afluentes, seguida de três lagoas de maturação, (LM<sub>1</sub>, LM<sub>2</sub> e LM<sub>3</sub>). Para a caracterização da comunidade fitoplanctônica foi realizado um estudo qualitativo e quantitativo das quatro lagoas de estabilização. As espécies de fitoplâncton encontradas neste trabalho foram: *Lepocinclis sp.*, *Phacus curvicauda*, *Lepocinclis salina*, *Euglena caudata*, *Chlamydomonas sp.* e *Pandorina morum*, *Chlorella sp.*, *Cylindrospermopsis raciborskii* e *Planktothrix agardhii*. As maiores densidades, abundância e frequência da comunidade fitoplanctônica foram registradas para a classe Euglenophyceae. O desenvolvimento da comunidade fitoplanctônica, mostrou que o processo de tratamento não foi afetado pela alta toxicidade do lixiviado. A diluição inicial do lixiviado em esgotos domésticos contribuiu para tal diminuição de toxicidade.

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

**INTRODUÇÃO**

As algas desempenham um papel importante durante o tratamento do esgoto doméstico em lagoas de maturação ou o tratamento de águas residuárias em lagoas facultativas, melhorando a remoção de nutrientes, metais pesados e patógenos e fornecendo O<sub>2</sub> às bactérias para mineralizar poluentes orgânicos, utilizando o CO<sub>2</sub> liberado da respiração bacteriana.

Recentes estudos têm demonstrado que as algas podem suportar a degradação aeróbica de diversos contaminantes perigosos (MUNÕZ et al., 2004; SAFONOVA et al., 2004). Como as algas são bastante sensível, cuidados especiais devem ser tomadas para melhorar a atividade microbiana.

Vários fatores, tais como a intensidade da luz, a quantidade de amônia, a toxicidade e, principalmente, a carga orgânica aplicada à superfície do lago, tem influência sobre o desenvolvimento da população de algas nas lagoas (ATHAYDE *et al.*, 2000). Eles são os microrganismos responsáveis para a produção de oxigênio molecular, um vital elemento para as bactérias que participam da oxidação bioquímica da matéria orgânica.

A presença de algas em níveis adequados assegura as condições aeróbias na lagoa. Quando há um desequilíbrio ecológico, existe um risco de condições anaeróbias, trazendo como consequência a redução da eficiência do sistema.

De fato, as algas produzem cerca de 15 vezes mais oxigênio do que consomem conduzindo a um saldo positivo no sistema. Devido à necessidade de energia luminosa, a maior quantidade de algas situa-se próximo à superfície da lagoa, local de alta produção de oxigênio. Quanto mais próximo do fundo da lagoa, mais a energia luminosa diminui, reduzindo, em decorrência, a concentração de algas. Na camada superficial, com menos de 50cm, situa-se a faixa de maior intensidade luminosa, com o restante da lagoa praticamente escura.

Cerca de 15.000 espécies de algas foram registradas na natureza, somente algumas delas são funcionalmente úteis em lagoas de estabilização. Os principais nutrientes que limitam as taxas de crescimento das algas são: carbono inorgânico, nitrogênio inorgânico e formas assimiláveis de fósforo. Os nutrientes limitantes têm um papel importante na distribuição vertical do fitoplâncton e suas progressões periódicas. Em ambientes eutrofizados ou oligotróficos existe um favorecimento à dominância de espécies que têm um crescimento que sucedem a dominância de espécies com alta produtividade e alto crescimento em biomassa.

Em estudos realizados por Shanthala (2009) constatou-se que o número total de algas identificadas foram 71 espécies pertencentes a Cyanophyceae, Chlorophyceae, Euglenophyceae, Bacillariophyceae e Desmidiaceae. Os gêneros *Chlorella* e *Scenedesmus* foram as formas dominantes entre os gêneros de algas ao longo do estudo, enquanto *Ankistrodesmus* e *Euglenofíceas* foram encontrados para ser as formas de subdominante.

Segundo Muñoz e Guieysse (2006), *Chlorella* é uma alga muito resistente às condições de alta concentração de  $N-NH_3$ , tendo inclusive a capacidade de remover poluentes recalcitrantes como fenóis e manter taxas elevadas de crescimento, e utiliza preferencialmente a amônia em relação aos nitratos.

Shanthala (2009) expõe que a densidade de *Cyanophyceae* foi maior do que *Chlorophyceae* e *Euglenophyceae* por causa de sua tolerância à alta taxa de poluição.

Embora evidenciado a importância das algas nos sistemas de tratamento de esgotos e lixiviado por lagoas de estabilização, poucos são os estudos ecológicos sobre estes ecossistemas gerados no interior destas lagoas. A crescente preocupação com a presença de microalgas produtoras de toxinas, em especial as cianobactérias, em corpos d'água evidenciou a importância do estudo da comunidade fitoplanctônica estabelecida nestes sistemas de tratamento. Neste sentido, a identificação do fitoplâncton não tem mais apenas o caráter de servir como bioindicador das condições do tratamento, mas também como prevenção de futuros problemas de saúde pública ao se lançar estes efluentes em um corpo hídrico (GONÇALVES, 2008).

A partir do significado ecológico das espécies que compõem a comunidade fitoplanctônica de um ambiente é possível diagnosticar quais as condições ambientais predominam naquele habitat. No caso dos sistemas de tratamento, é possível correlacionar a comunidade fitoplanctônica presente com a qualidade da água.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo caracterizar a comunidade fitoplanctônica em um sistema de pós-tratamento conjugado de esgoto e lixiviado em lagoas de estabilização, bem como avaliar se a adição do lixiviado alterou a comunidade fitoplanctônica previstas em outros trabalhos. O lixiviado foi diluído em águas residuárias domésticas, como forma de atenuar os problemas do tratamento de lixiviado em sistemas biológicos. Tal diluição objetivou a adequação das características do lixiviado à passividade de tratamento biológico. Em virtude da elevada carga orgânica inicial, tal mistura (lixiviado + esgoto sanitário doméstico), foi submetida a um tratamento em reator UASB, cujo efluente alimentou as lagoas de estabilização.

## MATERIAL E MÉTODOS

O sistema experimental foi instalado e monitorado nas dependências físicas da Estação Experimental de Tratamento biológico de Esgotos Sanitários (EXTRABES) da Universidade Estadual da Paraíba, na cidade de Campina Grande-PB, consistindo de quatro lagoas em série, sendo uma lagoa facultativa (LF), com duas entradas de afluentes, seguida de três lagoas de maturação, (LM<sub>1</sub>, LM<sub>2</sub> e LM<sub>3</sub>) (Figura 1).



**Figura 1** Sistema experimental de lagoas de estabilização.

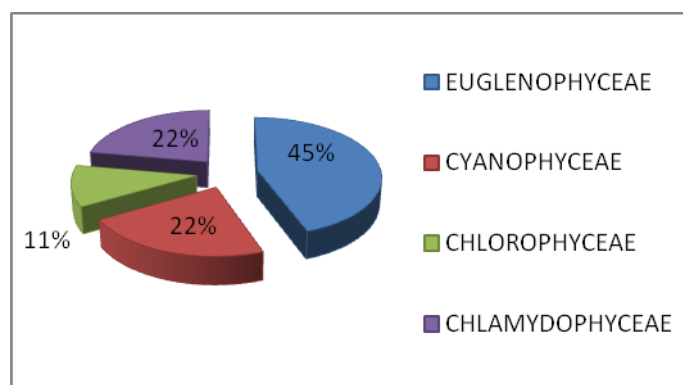
Os resíduos líquidos utilizados como substrato correspondem a uma mistura combinada de esgoto doméstico e lixiviado. Este sistema foi utilizado para o pós-tratamento do substrato (mistura de lixiviado e esgoto doméstico) proveniente do reator UASB.

Para estudo qualitativo, as amostras foram coletadas através de um amostrador de coluna. E posteriormente acondicionadas em frascos de polietileno de 300ml e preservadas com formol a 4%, com 3 repetições de cada lagoa. A identificação dos organismos foi feita utilizando microscópio binocular Olympus CBA, em até 400 vezes de aumento, equipado com câmara clara e aparelho fotográfico. O sistema de classificação para classes e gêneros seguiu as indicações de Bicudo e Menezes (2006) e para as espécies foram utilizadas chaves de identificação específicas de cada grupo.

A contagem do fitoplâncton foi realizada em microscópio invertido com aumento de 400 vezes pelo método da sedimentação de Utermöhl (1958). Através de transectos horizontais e verticais, tantos quanto foram necessários para que fossem contados, no mínimo, 100 indivíduos da espécie mais freqüente, de modo que o erro fosse inferior a 20% e o coeficiente de confiança acima de 95%. O tempo de sedimentação foi de três horas para cada centímetro de altura da câmara. Os resultados foram expressos em densidade (ind.ml<sup>-1</sup>).

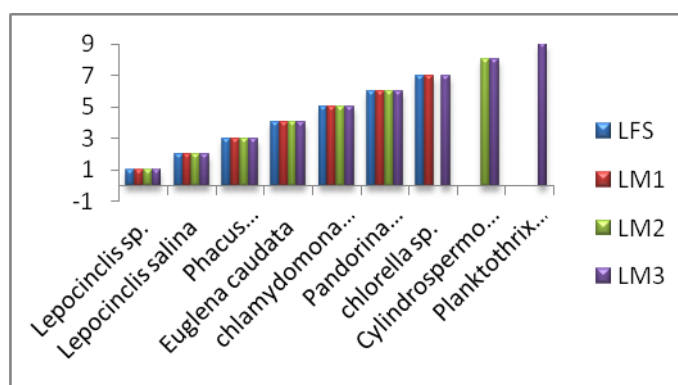
## RESULTADOS

A riqueza específica da comunidade fitoplanctônica durante o estudo totalizou 9 táxons genéricos e infragenéricos, pertencentes 4 classes taxonômicas, distribuídos em 8 gêneros. A classe Euglenophyceae contribuiu com o maior número de espécies, representando 45% das espécies registradas (*Euglena caudata*, *Lepocinclis salina*, *Lepocinclis sp*, *Phacus curvicauda*), 22% a Chlamydomonadophyceae (*Chlamydomonas sp* e *Pandorina morum*), 11% a Chlorophyceae (*Chlorella sp.*); e 22% a Cyanophyceae, (*Cylindrospermopsis raciborskii* e *Planktothrix agardhii*) (Figura 2).



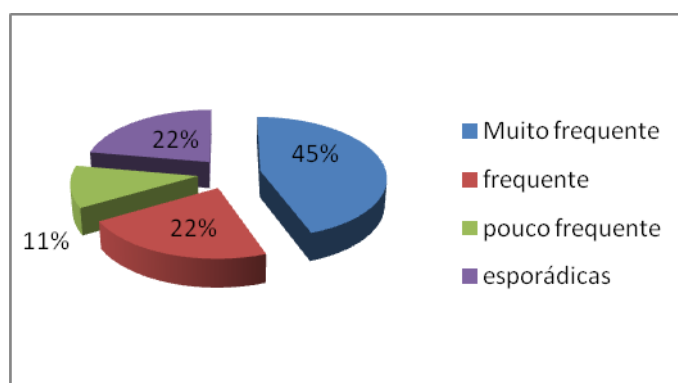
**Figura 2** Composição da comunidade fitoplanctônica em lagoas de estabilização.

Ocorreu um total de 6 espécies comuns em todas as lagoas (*Euglena caudata*, *Lepocinclis salina*, *Lepocinclis sp*, *Phacus curvicauda*, *Chlamydomonas sp* e *Pandorina morum*); 1 espécie comum nas LF, LM2 E LM3 (*Chlorella sp*), e 1 espécie comum na lagoa LM2 e LM3 (*Cylindrospermopsis raciborskii*); e 1 espécie na lagoa LM3 (*Planktothrix agardhii*), sendo esta evidenciada apenas na última lagoas da série. Na Figura 3 é registrada a quantidade de táxons em cada lagoa, em que se evidenciou 7 táxons na LF, 7 táxons na LM1, 7 na LM2 e 9 táxons na LM3.



**Figura 3** Táxons da comunidade fitoplanctônica distribuídos ao longo da série de lagoas.

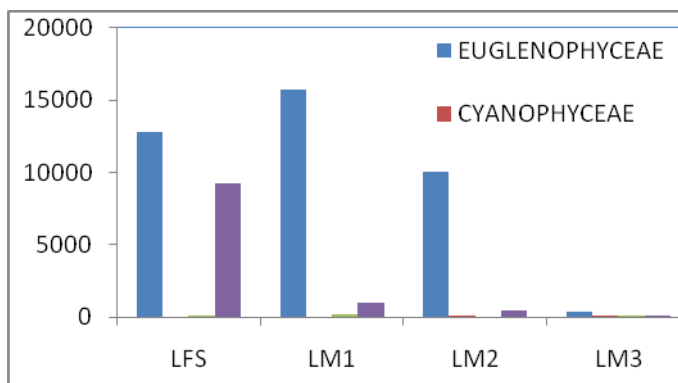
A frequência de ocorrência está ilustrada na Figura 4, em que 45% das espécies foram classificadas com muito freqüente, 22% como freqüente, 22% como pouco freqüente e 11% como esporádicas. As espécies registradas foram *Lepocinclis sp* e para *Phacus curvicauda* com 100% de ocorrência, *Lepocinclis salina* e *Euglena caudata* com 83%, *Chlamydomonas sp* e *Pandorina morum* com 67% de frequência, *Chlorella sp* 33% e *Cylindrospermopsis raciborskii* e *Planktothrix agardhii* com 17%.



**Figura 4** Frequência de ocorrência das espécies da comunidade fitoplanctônica em lagoas de estabilização.

As maiores densidades da comunidade fitoplanctônica foram registradas para a classe Euglenophyceae (*Lepocinclis sp.* com 96027 ind.mL<sup>-1</sup>, *Phacus curvicauda* com 15724 ind.mL<sup>-1</sup>, *Euglena caudata* com 2519 ind.mL<sup>-1</sup>, *Lepocinclis salina* com 2356 ind.mL<sup>-1</sup>), a classe Chlamydomonadeae (*Chlamydomonas sp.* com 30542 ind.mL<sup>-1</sup> e *Pandorina morum* com 1475 ind.mL<sup>-1</sup>), a classe Chlorophyceae (*Chlorella sp.* com 629 ind.mL<sup>-1</sup>) e a Cyanophyceae (*Cylindrospermopsis raciborskii* com 83 ind.mL<sup>-1</sup> e *Planktothrix agardhii* com 119 ind.mL<sup>-1</sup>).

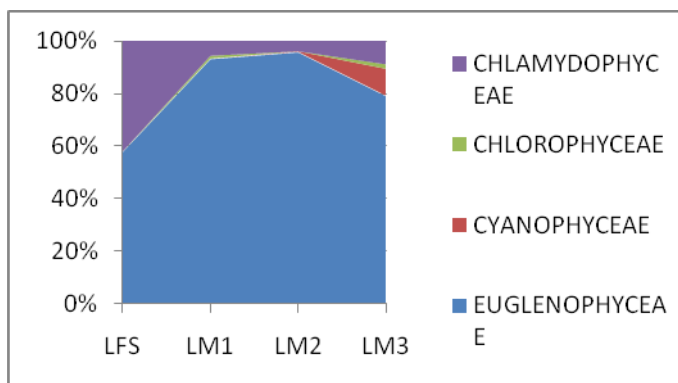
Euglenophyceae registrou as maiores densidades na LM1, LF e LM2, respectivamente. As Chlamydomonadeae obtiveram densidade inferior as Euglenophyceae em toda a série de lagoas, tendo maior densidade na LF. Com relação às Chlorophyceae e Cyanophyceae, ambas obtiveram valores de densidades baixos, sendo Chlorophyceae, melhor representada na LM1, e Cyanophyceae na LM3 (Figura 5).



**Figura 5** Densidade das classes da comunidade fitoplanctônica em lagoas de estabilização.

Para as diretrizes da resolução 357/2005 do CONAMA, que estabelece que a densidade de cianobactérias em efluentes não devem ultrapassar 20000, 50000, 100.000 ind.mL<sup>-1</sup>, para águas doces da classe 1, 2 e 3, respectivamente, o efluente da série de lagoas de estabilização atendeu aos padrões de lançamento de cianobactérias, para água doces das três classes acima supracitadas.

A abundância relativa da microbiota da comunidade fitoplanctônica ao longo do período em estudo é divulgada na Figura 6, sendo as espécies da Classe Euglenophyceae as mais abundantes (58%, 93%, 96% e 79%) em LF, LM1 e LM2 e LM3, respectivamente seguidas pelas espécies da Classe de Chlamydomonadeae (42%, 5,6%, 3,9% e 8,8%), respectivamente. Verificaram-se as Chlorophyceae (0,1%, 1%, 0% e 1,5%) na LF, LMB e LM, respectivamente e as Cianobactérias (0%, 0%, 0,2% e 10%) na LF, LM1, LM2, LM3 respectivamente, tendo estas duas últimas classes abundâncias relativas significativamente baixas.



**Figura 6** A abundância relativa da microbiota da comunidade fitoplanctônica.

As cianobactérias estiveram mais abundantes nas LM2 e LM3, em que o pH esteve fortemente alcalino. A temperatura esteve dentro da faixa de variação, não influenciando no desenvolvimento das algas, as quais se desenvolvem com êxito em temperaturas em torno de 20-25°C, acima de 35°C, a atividade fotossintética das algas decresce;



Como observado, as algas Euglenophyceae foram as mais freqüentes e abundantes na série de lagoas de estabilização, seguida de Chlamydomphyceae. Nas lagoas, a cor esverdeada provenientes das algas verdes (*Chlamydomonas*, *Euglenas* e *Chlorellas*) indica boas condições, além das algas azul-verdes, que aparecem nas situações de pH baixos. Uma sobrecarga nesta unidade promoveria um rápido desenvolvimento de bactérias e algas, que exercem uma demanda de oxigênio nem sempre suportada pela ação fotossintética das algas ou pela transferência pelo vento. Tal fenômeno pode resultar em morte das algas, que flutuam como manchas de algas mortas e geram uma depleção de oxigênio. Eventualmente, toda a lagoa poderá se tornar anaeróbia. A perda de algas com o efluente é uma preocupação constante, pois contribui para o aumento da concentração de sólidos e DBO<sub>5</sub>.

A distribuição e abundância de espécies estão relacionadas com dois fatores principais: a tolerância às condições ambientais e às interações ecológicas existentes entre os microorganismos.

Segundo Branco (1978), nas lagoas onde são lançados esgotos, a massa líquida adquire uma turbidez esverdeada, dada pela presença das algas. De forma geral, próximo à entrada, predominam gêneros de flagelados pigmentados tais como *Euglena*, *Lepocinclis*, *Chlamydomonas* e *Phacus*; nas regiões finais da lagoa, onde a matéria orgânica já se encontra degradada, passam a dominar as algas verdes (clorofíceas) como: *Chlorella*, *Chlorococcum*, *Micractinium*, *Golenkinia* e *Actinastrum*; e cianobactéria: *Microcystis*.

Entre os táxons citados pelo autor, foi registrada nesta pesquisa a presença de: *Euglena*, *Phacus*, *Lepocinclis*, *Chlamydomonas* e *Chorella*. Esta predominância, de Euglenophyta no início da lagoa e Cyanophyta no final foi observada neste estudo, no entanto *Chorella* obtiveram sua maior freqüência na LM3.

Neste trabalho tivemos a predominância de gêneros flagelados como as: *Euglena*, *Chlamydomonas*, *Lepocinclis*, e *Phacus*, os dois primeiros gêneros são normalmente os primeiros a aparecer na lagoa, tendendo a ser dominantes nos períodos frios, e possuindo flagelos, o que lhes conferem a capacidade de locomoção. O gênero *Euglena* tem grande capacidade de adaptação a diferentes condições climáticas.

Na lista de táxons genéricos e infra-genéricos identificados são ressaltadas as espécies encontradas neste trabalho as quais são: da classe Euglenophyceae, representadas por *Euglena caudata*, *Lepocinclis salina*, *Lepocinclis sp*, *Phacus curvicauda*; as da classe Chlamydomphyceae, representadas pela *Chlamydomonas sp* e *Pandorina morum*, as Chlorophyceae representadas pela *Chlorella sp.*; e as Cyanophyceae, sendo as *Cylindrospermopsis raciborskii* e *Planktothrix agardhii*.

## CONCLUSÕES

As espécies de fitoplâncton encontradas neste trabalho foram: *Lepocinclis sp*, *Phacus curvicauda*, *Lepocinclis salina*, *Euglena caudata*, *Chlamydomonas sp* e *Pandorina morum*, *Chlorella sp.*, *Cylindrospermopsis raciborskii* e *Planktothrix agardhii*. As maiores densidades, abundância e freqüência da comunidade fitoplanctônica foram registradas para a classe Euglenophyceae. O desenvolvimento da comunidade fitoplanctônica, mostrou que o processo de tratamento não foi afetado pela alta toxicidade do lixiviado. A diluição inicial do lixiviado em esgotos domésticos contribuiu para tal diminuição de toxicidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ATHAYDE, S.T.S.; PEARSON, H.W.; SILVA, S.A.; MARA, D.D.; Athayde Júnior, G.B.; Oliveira, R. (2000) Algological Study in Waste Stabilization Ponds. In: **1st IWA Conferencia Latino americana en Lagunas de Estabilización y Reuso**. Santiago de Cali, Colômbia.
2. BICUDO, C. E. De M; MENEZES, M. **Gêneros de Algas de águas continentais do Brasil**. São Carlos: RiMa, 2006.
3. BRANCO, S.M. **Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária**. São Paulo: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 1978.
4. CONAMA 357/05. **Conselho Nacional de Meio Ambiente**. Nº 357 de 17 de março de 2005.
5. GONÇALVES E. A. P. **Caracterização da comunidade fitoplanctônica e fatores ambientais correlacionados em lagoa de estabilização**. Dissertação de mestrado - Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco, RECIFE –PE. 2008.

6. MUNÕZ, R., KOŁŁNER, C., GUIEYSSE, B., MATTIASSON, B. Photosynthetically oxygenated salicylate biodegradation in a continuous stirred tank photobioreactor. *Biotechnol. Bioeng.* 2004, 87 (6), 797–803.
7. MUNÕZ, R., ALVAREZ, T., MUNÕZ, A., TERRAZAS, E., GUIEYSSE, B., MATTIASSON, B. Sequential removal of heavymetals ions and organic pollutants using an algal–bacterial consortium. *Chemosphere* 2006, 63, 903–911.
8. SHANTHALA M.; SHANKAR P. H. ; HOSETTI B. B. Diversity of phytoplanktons in a waste stabilization pond at Shimoga Town, Karnataka State, India. *Environ Monit Assess* (2009) 151:437–443
9. SAFONOVA, E., KVITKO, K.V., IANKEVITCH, M.I., SURGKO, L.F., AFRI, I.A., REISSER, W.. Biotreatment of industrial wastewater by selected algal–bacterial consortia. *Eng. Life Sci.*, 2004, 347–353.
10. UTERMOHL, H. Zur vervollkommer der quantitativen phytoplankton methodik. *Mitt it Verein. Theor. Angew. Limnol*, 9: 1-38. 1958.