



### III-108 - ANÁLISE DA DINÂMICA FITOPLANCTÔNICA EM LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO PARA TRATAMENTO DE LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO

**Heloísa Fernandes<sup>(1)</sup>**

Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Santa Catarina. Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina.

**Elisa Ferreira Pacheco**

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina.

**Cláudia Lavina Martins**

Graduada em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina. Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina. Doutoranda em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina.

**Rejane Helena Ribeiro da Costa**

Professora Titular do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina. LABEFLU – Laboratório de Efluentes Líquidos e Gasosos.

**Armando Borges de Castilhos Jr.**

Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina. LARESO – Laboratório de Pesquisas em Resíduos Sólidos.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Professor Milton Sullivan, 164. Apto 02 - Florianópolis - SC - CEP: 88040-620 - Brasil - Tel: (48) 3236-2555 - e-mail: [heloisafe@gmail.com](mailto:heloisafe@gmail.com)

#### RESUMO

O lixiviado gerado pela degradação dos resíduos em aterros sanitários apresenta elevada concentração de matéria orgânica e inorgânica, nutrientes e patógenos. Este resíduo, quando não tratado adequadamente, compromete a qualidade dos corpos d'água, devido ao alto potencial poluidor, acarretando sérias conseqüências para a saúde pública. Sistemas utilizando lagoas de estabilização para o tratamento desses efluentes constituem uma alternativa atraente devido à simples implantação, manutenção e baixo custo, além de boa eficiência de remoção de patógenos e poluentes orgânicos. O presente estudo foi realizado em duas lagoas aeróbias (L2 e L3) componentes de uma estação piloto para tratamento de lixiviado de aterro sanitário, o qual compreende três lagoas de estabilização em série: lagoa 1 (L1), lagoa 2 (L2) e lagoa 3 (L3). Objetivando investigar a dinâmica fitoplanctônica durante o processo biológico de tratamento de lixiviado e a correlação destes com os algumas variáveis físico-químicas, as lagoas foram monitoradas semanalmente, durante os meses de fevereiro a maio de 2008, em três diferentes horários ao longo do dia (10, 14 e 18 horas). Amostras foram coletadas no ponto central de cada lagoa e submetidas às análises de identificação taxonômica do fitoplâncton em amostras frescas e às análises quantitativas em amostras fixadas com lugol acético. As variáveis físico-químicas avaliadas foram: temperatura (°C), pH, OD (mg/L), ORP (mV), condutividade (mS/cm), DQO solúvel (mg/L), DBO (mg/L), amônia (mg/L), sólidos suspensos (mg/L) e clorofila *a* (µg/L). A avaliação da comunidade planctônica apresentou baixa riqueza de espécies, com predominância do gênero *Chlamydomonas* (densidade relativa acima de 50% e freqüência de 100%). Para as variáveis monitoradas, foram verificadas oscilações horárias, refletindo na qualidade do efluente de cada lagoa.

**PALAVRAS-CHAVE:** Dinâmica Fitoplanctônica, Lixiviado, Lagoas de Estabilização, Tratamento.

#### INTRODUÇÃO

O lixiviado gerado pela degradação dos resíduos em aterros sanitários apresenta elevada concentração de matéria orgânica e inorgânica nas suas formas dissolvidas e coloidais. Devido à elevada concentração de matéria orgânica (cerca de 60 vezes superior às encontradas em esgoto doméstico), este resíduo quando não tratado, compromete a qualidade das águas superficiais e principalmente subterrâneas. O elevado potencial poluidor deste resíduo é decorrente da grande variabilidade quanto à sua composição química, que, por sua vez, depende de vários fatores como as características dos resíduos dispostos no aterro, a idade do aterro, as condições geológicas locais e eventos climáticos diversos (CASTILHOS Jr., 2006).



No Brasil, processos de tratamento utilizando lagoas de estabilização constituem uma alternativa atraente devido à disponibilidade territorial, baixo custo, além de boa eficiência de remoção de patógenos e poluentes orgânicos, bem como sua implantação e manutenção torna-se viável em países tropicais. As lagoas de estabilização funcionam através de processos naturais por meio de fenômenos físico-químicos e biológicos, onde a remoção da carga orgânica ocorre pela ação de diferentes microrganismos (bactérias, fungos, algas e vermes) capazes de realizar a autodepuração do sistema sob determinadas condições (VON SPERLING, 2002).

Independente do tipo de afluente, em sistemas de tratamento biológico, o processo requer o controle do meio de forma a garantir o crescimento ótimo dos microrganismos envolvidos, bem como a conversão da matéria orgânica dissolvida e coloidal ou inorgânica (ex: N, P, S, K, Ca e Mg) em constituintes celulares e/ou em diferentes gases (WISZNIOWSKI, 2006). Assim, o conhecimento dos microrganismos envolvidos nos processos biológicos de depuração do lixiviado, bem como de sua microbiologia e ecologia, torna-se relevante para o controle e eficiência do tratamento, uma vez que permite avaliar as relações destes com o ambiente e com outros organismos. Além disso, a identificação e o conhecimento de sua fisiologia possibilitam elucidar o papel de cada um em diferentes etapas do tratamento, assim como garante o máximo rendimento do sistema, bem como a individualização destes para um determinado efluente (PEARSON, 2005).

Sistemas de lagoas de estabilização se apresentam como ecossistemas artificiais eutrofizados onde a proliferação de diversos grupos de microalgas torna-se recorrente. A diversidade e densidade dos microrganismos estão diretamente relacionadas com sua carga orgânica e disponibilidade de nutrientes, além de sujeitos à ação de fatores climatológicos (precipitação, ventos e radiação solar), apresentando mecanismos de circulação horizontal e vertical específicos (ARAUJO et al., 2006).

Em lagoas facultativas, as algas exercem papel fundamental, mantendo o ambiente aerado, uma vez que produzem uma maior quantidade de oxigênio do que são capazes de consumir, suprimindo a necessidade de oxigênio dos microorganismos e permitindo assim a ocorrência de processos de degradação aeróbia da matéria carbonácea pelo bacterioplâncton. Concentrações elevadas de algas ( $10^4$  a  $10^6$  indivíduos/mL) constituem fonte de N e P na forma orgânica no efluente das lagoas facultativas, acarretando em diferenças nas características microbiológicas e físico-químicas do efluente, de acordo com as condições operacionais do sistema. Através das variáveis físico-químicas e biológicas, torna-se possível mensurar a qualidade da água assim como auxiliar no diagnóstico do tratamento, garantindo um melhor controle e monitoramento (DOMITROVIC et al., 1998).

Este trabalho objetiva avaliar a influência dos parâmetros físico-químicos na composição qualitativa e quantitativa da comunidade fitoplânctônica, em uma lagoa de estabilização utilizada para tratamento de lixiviado de aterro sanitário.

## MATERIAIS E MÉTODOS

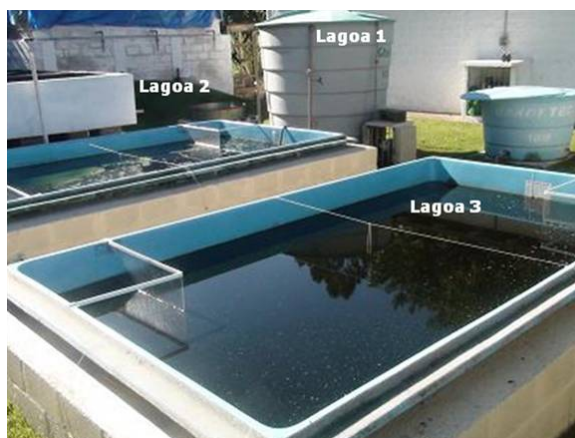
O lixiviado bruto utilizado na alimentação do sistema piloto provinha do aterro sanitário de Biguaçu/SC, o qual está em atividade desde 1991, recebendo resíduos de 37 municípios catarinenses, totalizando em média 14 mil ton/mês de lixo (FINKLER, 2002). O lixiviado era retirado do tanque de equalização do aterro sanitário, e transportado ao sistema experimental por um caminhão-tanque, onde ficava armazenado em reservatórios de fibra de vidro, vedado, com capacidade de 5.000 litros.

O sistema piloto de tratamento utilizado neste estudo localiza-se no Laboratório Experimental de Efluentes Líquidos e Gasosos da Universidade Federal de Santa Catarina – Florianópolis, constituído por três lagoas de estabilização (L1, L2 e L3) em série, construídas em fibra de vidro, interligadas entre si por canalização de PVC, tendo sido objeto desse estudo apenas as lagoas 2 e 3 (L2 e L3). Apresentando formato retangular, com dimensões de 4,36m x 2,40m, estas unidades foram dimensionadas para funcionar com profundidade de 0,8m (L2) e 0,6m (L3), vazão de alimentação do sistema de 200L/dia e tempo de detenção de 42 dias (L2) e 31 dias (L3). Na Figura 1 é apresentado o sistema de lagoas estudado.

Os estudos com o sistema de lagoas iniciaram-se maio de 2007, porém neste trabalho são apresentados os resultados de amostras coletadas semanalmente, nos meses de janeiro a maio de 2008, referentes às estações de Verão e Outono, buscando-se avaliar a colonização dos grupos fitoplânctônicos e sua relação com os parâmetros físico-químicos ao longo de um dia. As coletas de amostras foram efetuadas no ponto central das



lagoas, em 3 diferentes profundidades, sendo para L2 determinados 0,1m, 0,4m e 0,7m da superfície e para L3 0,1m, 0,3m e 0,5m da superfície. Os horários das coletas foram 10, 14 e 18 horas.



**Figura 1: Lagoas de estabilização piloto para tratamento biológico de lixiviado de aterro sanitário.**

Foram determinadas as seguintes variáveis físico-químicas: oxigênio dissolvido (OD) em mg/L; temperatura (°C); pH; potencial redox (ORP) em mV, condutividade (mS/cm), clorofila *a* (µg/L), sólidos suspensos (SST), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO<sub>5</sub>) e amônia em mg/L. As variáveis OD, pH, ORP, condutividade e temperatura foram medidas, *in situ*, através de uma sonda multiparâmetros (YSI-6600) nos pontos determinados. Para a variável Clorofila *a* (µg/L) foi utilizada metodologia descrita por Nush (1980). As demais variáveis: sólidos suspensos (mg/L), DBO<sub>5</sub> (mg/L), DQO solúvel (mg/L) e amônia (mg/L) foram realizadas de acordo com APHA (2005), sendo DBO<sub>5</sub> (mg/L), DQO solúvel (mg/L) e amônia (mg/L) realizadas em amostras do lixiviado bruto e nos pontos de saída da L2 (SL2) e saída de L3 (SL3).

Para as análises da comunidade fitoplanctônica, as amostras foram preservadas com solução de lugol acético (1:100) e mantidas em ambiente com iluminação reduzida e baixa temperatura, conforme descrito por Bicudo e Bicudo (1970). A identificação procedeu-se até o nível de gênero, com auxílio de microscópio óptico (Olympus – BX41) e microscópio invertido (Bioval – XDS-1), utilizando-se chaves de identificação de Bicudo e Bicudo (1970). A quantificação dos grupos dominantes foi realizada em Câmara de Sedgewick-Rafter (50x20x1mm) segundo Agujaro et al. (2006), para o volume de 1mL, utilizando-se microscópio óptico com aumento de 200X. Para o cálculo da densidade relativa, foi utilizada equação descrita por Odum (1983).

## RESULTADOS

Os valores médios e o desvio-padrão obtidos nas análises das variáveis físico-químicas DQO solúvel, DBO e Amônia, monitoradas no lixiviado bruto, bem como nos pontos de saída da lagoa 2 (SL2) e saída da lagoa 3 (SL3) são apresentadas na Tabela 1. Observa-se pela análise da tabela, que os valores de maior remoção referem-se às variáveis DBO e Amônia (82% para ambos) e menor remoção obtida para a variável DQO (61%). Na avaliação do efluente bruto, observa-se que o sistema recebe elevada carga orgânica e amoniacal, sendo a remoção de DBO principalmente realizada por L3 enquanto que de amônia foi principalmente realizada em L2. Contudo, houve baixa remoção (estabilização) na remoção de DQO solúvel quando avaliados os valores médios do efluente de L2 e L3.

**Tabela 1: Valores de média ± desvio padrão, obtidos no lixiviado bruto e nos pontos de saída das L2 (SL2) e L3 (SL3), para as variáveis DQO solúvel, DBO e Amônia.**

Variáveis (n=20)	Ponto Amostral (Média ± Desvio Padrão)		
	Bruto	SL2	SL3
DQO solúvel	2949±1185	1312±598	1157±634
DBO	1564±745	1072±758	288±319
Amônia	920±219	275±156	165±70



Para as variáveis físico-químicas monitoradas *in situ*: Temperatura, pH, OD, Condutividade e ORP, os resultados (média ± desvio padrão) são apresentados nas Tabelas 2 e 3, referentes às L2 e L3, respectivamente. Os dados encontram-se categorizados pela profundidade (m) e horários de coleta.

**Tabela 2: Valores de média ± desvio padrão obtidos, para as variáveis monitoradas *in situ*, na L2.**

Variáveis	Profundidad e Coleta (m)	10horas	14horas	18horas
T (°C)	0,1	22,6±3,7	25,0±4,1	25,1±3,9
	0,4	22,6±3,5	23,1±3,1	23,2±3,1
	0,7	23,0±2,9	22,9±2,6	23,0±2,6
pH	0,1	9,25±0,18	9,22±0,18	9,25±0,16
	0,4	9,19±0,18	9,15±0,12	9,13±0,10
	0,7	9,01±0,19	9,07±0,14	9,12±0,08
OD (mg/L)	0,1	1,0±0,6	1,9±1,6	2,0±2,1
	0,4	0,5±0,2	0,9±0,3	0,8±0,4
	0,7	0,5±0,1	0,7±0,3	0,5±0,2
Condutividad e (mS/cm)	0,1	9,1±2,8	9,4±2,9	9,6±3,2
	0,4	14,1±3,0	15,5±1,9	15,3±2,0
	0,7	16,7±2,4	17,1±1,5	16,8±1,3
ORP (mV)	0,1	-86±89	-80±119	-98±131
	0,4	-179±101	-187±64	-175±87
	0,7	-199±95	-214±34	-230±53

**Tabela 3: Valores de média ± desvio padrão obtidos, para as variáveis monitoradas *in situ*, na L3.**

Variáveis	Profundidad e Coleta (m)	10horas	14horas	18horas
T (°C)	0,1	22,7±3,4	24,6±3,3	25,3±3,9
	0,3	22,2±3,0	22,6±2,8	23,2±3,0
	0,5	22,4±3,1	22,4±2,8	22,6±3,2
pH	0,1	9,3±0,15	9,25±0,16	9,29±0,14
	0,3	9,25±0,18	9,2±0,15	9,22±0,13
	0,5	9,08±0,31	9,06±0,29	9,15±0,18
OD (mg/L)	0,1	1,1±0,7	1,4±0,7	2,2±2,0
	0,3	0,6±0,5	0,8±0,2	1,0±0,7
	0,5	0,5±0,4	0,6±0,2	0,7±0,7
Condutividad e (mS/cm)	0,1	9,4±1,7	10,0±1,4	9,5±1,5
	0,3	10,6±1,1	10,7±1,1	10,6±1,1
	0,5	12,1±1,8	11,7±1,2	11,3±0,9
ORP (mV)	0,1	-82±115	-95±81	-13±102
	0,3	-133±113	-161±71	-144±101
	0,5	-173±97	-186±69	-197±90

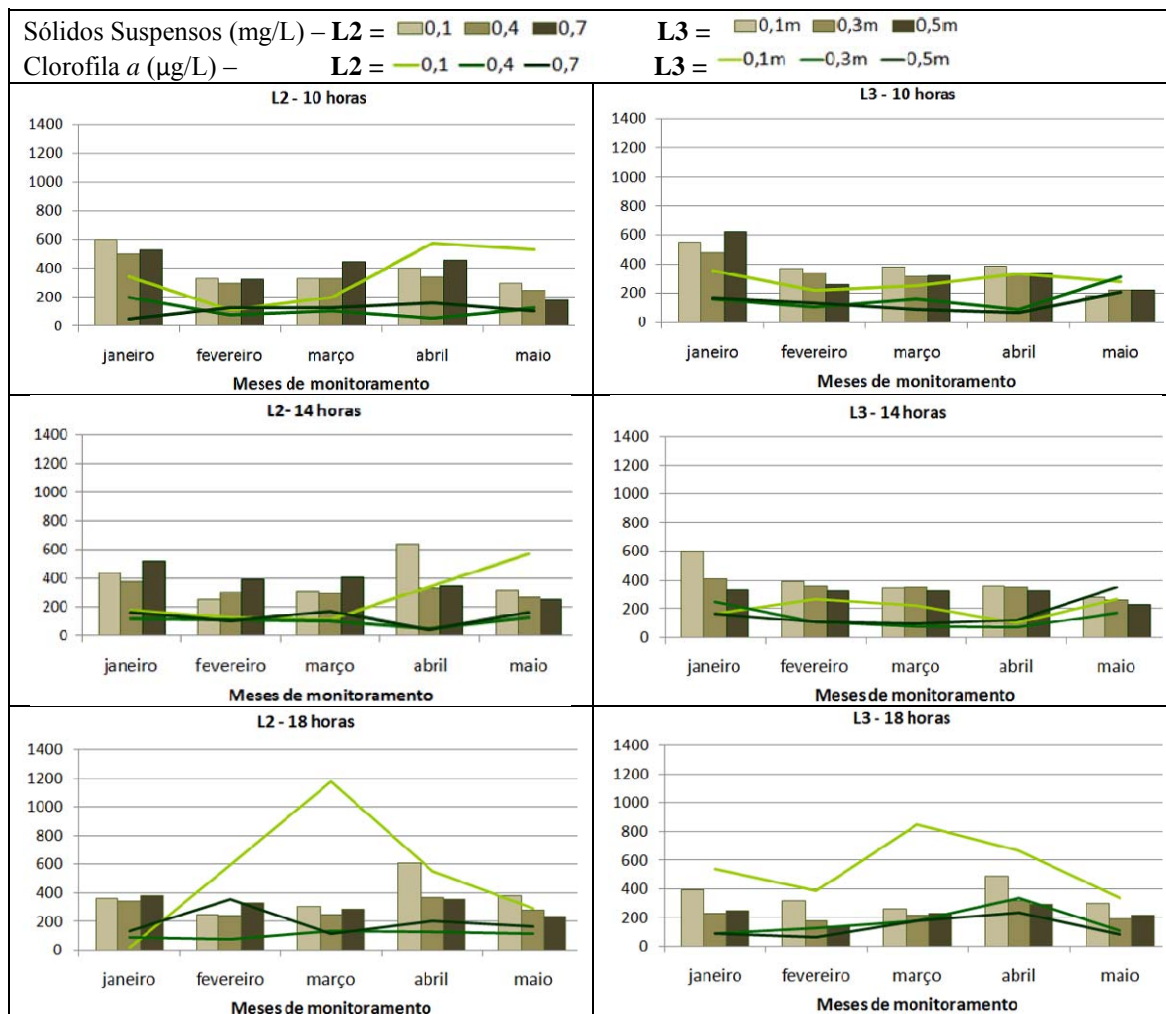
Pela análise das Tabelas 2 e 3 observa-se que houve uma tendência de aumento gradativo entre os estratos (no sentido superfície → fundo) para os valores encontrados de Condutividade e ORP, bem como comportamento inverso, ou seja, decréscimo com o aumento da profundidade, nos valores obtidos para temperatura, pH e OD em L2 e em L3.

A temperatura apresentou-se mais homogênea distribuída no período das 10 horas, entretanto observa-se maior amplitude entre a superfície e os demais estratos nos períodos das 14 e 18 horas. O pH apresentou baixa amplitude de variação entre os estratos ao longo do dia, com valores sempre elevados ( $\geq 9,0$ ) para todos os períodos. Valores elevados de pH são relacionados aos processos fotossintéticos (diminuição de  $\text{CO}_2$  no meio e aumento de íons hidroxila) justificando deste forma os maiores valores na superfície quando comparado aos estratos mais profundos. Valores de OD também foram mais elevados na superfície e com tendência crescente ao longo do dia, uma vez que o OD provém, principalmente, da atividade fotossintética em lagoas de estabilização onde não há aeração artificial.



Quanto aos dados de condutividade e ORP, estes se apresentaram com baixa amplitude de variação ao longo do dia, refletindo, no caso da condutividade maiores valores de íons em solução nos estratos mais profundos e no caso do ORP, valores mais negativos uma vez que a redução do conteúdo orgânico reflete um aumento do ORP.

Os resultados das variáveis sólidos em suspensão e clorofila *a* estes são apresentados na Figura 2, de acordo com os valores médios obtidos ao longo dos meses de monitoramento, categorizados pelos horários de coleta (10, 14 e 18 horas) para L2 e L3.



**Figura 2: Valores médios obtidos ao longo dos meses de monitoramento, em L2 e L3, para sólidos em suspensão (mg/L) e clorofila *a* (µg/L), categorizados por horários de coleta (10, 14 e 18 horas).**

Através da análise da Figura 2 observa-se para a variável sólidos suspensos, em L2, menores valores médios para o estrato intermediário, na maioria dos meses de monitoramento. O valor de sólidos suspensos é diretamente proporcional à biomassa algal bem como biomassa bacteriana, o que corresponderia à ocorrência de maiores valores no estrato superior (onde preferencialmente encontravam-se as algas), assim como o elevado valor desta variável no estrato mais profundo (onde são preferencialmente encontrados os microrganismos). Para L3, no entanto, observou-se tendência decrescente para os valores médios em todos os estratos monitorados (talvez devido à menor profundidade desta lagoa) bem como considerável amplitude de variação, ao longo do dia, quando observados os estratos superior e profundo.

Para a variável clorofila *a* foram observados valores mais elevados na superfície tanto para L2 quanto para L3, bem como tendência à homogeneização dos valores médios entre os estratos intermediários e profundos em todos os horários de coleta. Tal fato deve-se, uma vez que a superfície representa o local de maior incidência luminosa, portanto onde preferencialmente localizam-se os grupos fotossintetizantes. Através destes dados, pode-se mensurar a biomassa fitoplantônica, a qual corresponde a cerca de cem vezes a concentração de



clorofila *a* encontrada. Entre os meses de fevereiro a abril, valores máximos desta variável foram também verificadas, tanto em L2 quanto em L3, devido à grande ocorrência de florações algais, sendo os horários das 18 horas preferencialmente registrados os *blooms* fitoplanctônicos, demonstrando a elevada capacidade de proliferação da biomassa algal presente nessas unidades de tratamento, bem como a relação inversa entre os horários de alta radiação com o aumento da biomassa fitoplanctônica. Tal fato pode ser melhor compreendido quando analisados os dados de radiação solar média registrada nos meses de monitoramento (dados fornecidos pela Estação Meteorológica da EPAGRI – Estação São José, Grande Florianópolis), os quais mostraram-se pouco variáveis entre as estações monitoradas (Verão e Outono), estando os valores médios em  $199\text{W/m}^2$  no Verão e  $183\text{W/m}^2$  nos dois primeiros meses de Outono). No entanto, valores mínimos foram registrados nos meses de maior incidência fitoplanctônica, bem como registrada grande incidência de *blooms* algais também neste período, determinando a radiação neste sistema como um fator de discreta influência.

No contexto taxonômico, a comunidade fitoplânctônica nas lagoas apresentou baixa diversidade, sendo no período monitorado, composta por 3 *taxa*, entre gêneros e espécies, sendo 2 da classe Chlorophyceae e 1 Cryptophyceae. As Chlorophyceae representaram o grupo com maior número de indivíduos, resultando na dominância de organismos do gênero *Chlamydomonas*, talvez pelo fato destas serem mais bem adaptadas às condições extremas de contaminação, como é o caso do sistema em estudo, levando assim a exclusão dos demais grupos.

Organismos da classe Cryptophyceae, representados pelo gênero *Cryptomonas* foram também recorrentes em todo período de monitoramento. De acordo com Lee (1999), as Divisões presentes no sistema (Chlorophyta e Chryptophyta) estão diretamente relacionadas a ambientes de águas estancadas, altamente poluídas ou mesmo ricas em matéria orgânica em decomposição. Além disso, estes grupos são capazes de migrar pela coluna d'água, uma vez que se apresentam como algas flageladas, dotadas de fototactismo.

A variação do número total de indivíduos obtidos pela análise quantitativa da biomassa algal, utilizando Câmara de Sedgewick-Rafter e contagem microscópica, para as lagoas L2 e L3, são apresentados na Figura 3. Observa-se desta forma, que houve variação dos grupos fitoplanctônicos na coluna d'água, durante os diferentes horários monitorados. Assim, foi registrado um maior número de células/mL na superfície (0,1m), em todos os períodos de estudados, tanto em L2 quanto em L3.

No entanto, comportamentos diferenciados podem ser observados para cada lagoa, tendo sido registrada em L2 maior incidência fitoplanctônica no horário das 18 horas, enquanto que para L3, o de maior incidência algal corresponde ao período das 10 horas. Esta incidência elevada de algas em L2, no período mais tardio, pode ter resultado do metabolismo da alga de maior abundância (*Chlamydomonas* sp.), a qual apresenta-se como um organismo químio-autotrófico, podendo utilizar ácidos orgânicos para o seu crescimento, mesmo na ausência de luz (LEE, 1999).

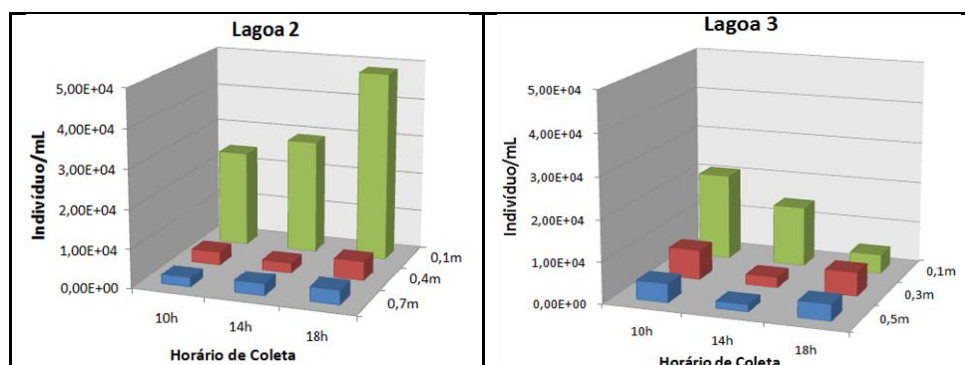


Figura 3: Contagem das células algais totais em L2 e L3, ao longo do dia.

Quanto à redução fitoplanctônica em L3 ao longo do dia, esta pode ser justificada pela sua menor profundidade, que desfavoreceria a permanência do fitoplâncton após o período de maior incidência de radiação solar, correspondente ao horário das 14 horas. Já em L2, por esta ser mais profunda, e pelo fato dos gêneros fitoplanctônicos serem dotados de motilidade, garantiria a migração destas na coluna d'água, para o estrato mais profundo, evitando assim a fotoinibição celular.

A densidade relativa apresentou valores maiores de 50% para o gênero *Chlamydomonas*, em todos os períodos amostrais (10, 14 e 18 horas), para ambas as unidades experimentais, conforme apresentado nas Figuras 4 e 5.



Este fato justifica-se uma vez que este gênero abrange organismos que apresentam adaptações seletivas, tal como a motilidade (biflagelados com excelente movimentação na coluna d'água, de acordo com a necessidade de luz e nutrientes), e é formado por indivíduos relatados comuns em ambientes altamente eutróficos ou em corpos d'água com elevado nível de nutrientes (nitrato, amônia e fosfato) (HOECK et al., 1995), tal como as lagoas em estudo.

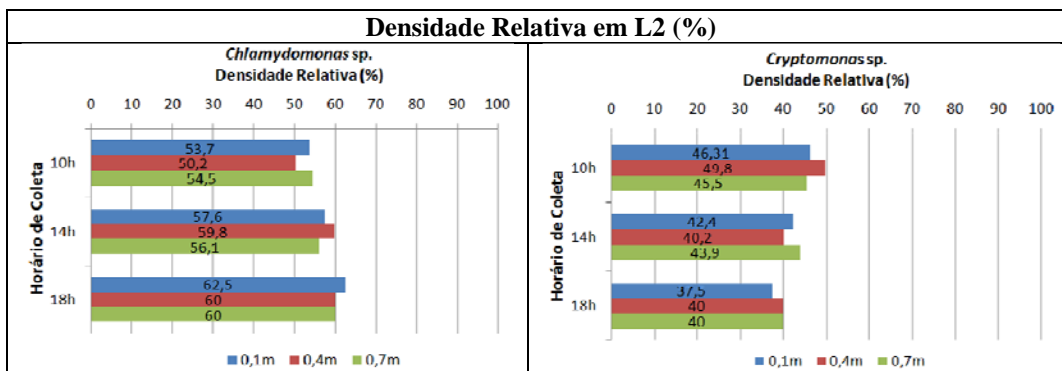


Figura 4: Densidade Relativa (%) dos gêneros encontrados em L2 ao longo do dia, categorizados pela profundidade amostral (0,1m, 0,4m e 0,7m).

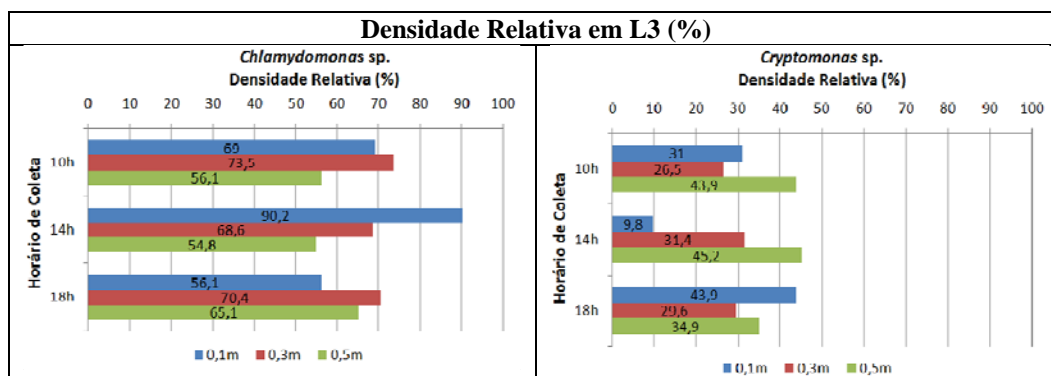


Figura 5: Densidade Relativa (%) dos gêneros encontrados em L3 ao longo do dia, categorizados pela profundidade amostral (0,1m, 0,3m e 0,5m).

Além disso, sistemas formados por as águas altamente poluídas, ao contrário das não poluídas, tendem a apresentar pequeno número de espécies, as quais, estando livres de concorrentes e dispondo de grandes quantidades de alimentos no meio, tendem a reproduzir-se rapidamente, desenvolvendo um grande número de indivíduos (BRANCO, 1986). A este fato, acrescenta-se ainda que a diversidade de espécies em uma lagoa deve-se a uma série de fatores, dentre os quais a carga orgânica aplicada e as condições climáticas locais. Assim, de maneira geral, quanto menor a diversidade e maior a abundância de organismos, pior a qualidade do efluente produzido, indicando que no meio líquido existem elevadas concentrações de substratos orgânicos (nível sapróbio) que induzem ao crescimento acelerado de determinadas espécies (ARAUJO, 2006).

O crescimento acentuado das espécies fitoplancônicas na L2 resultou em florações (*blooms* algais) nos períodos de janeiro a março, uma vez que as algas envolvidas comportavam-se como as únicas capazes de produzir um volume necessário de material, distribuída por volume de água. Segundo Lee (1999) florações estão muito relacionadas com altas temperaturas, sendo mais comuns em períodos do final do verão, onde a temperatura torna-se bastante elevada.

## CONCLUSÕES

Através da análise dos resultados obtidos para as condições operacionais do sistema de lagoas de estabilização em série estudado, as seguintes conclusões foram obtidas:

1. Para as variáveis DQO, DBO e amônia, estas, apresentaram maior redução quando avaliados, comparativamente, os valores do efluente bruto em relação à L2, principalmente para a variável amônia. Contudo, a L3 também apresentou eficiência satisfatória, porém maior redução foi observada para os



valores médios de DBO. No entanto, o sistema ainda necessita de tratamentos complementares para melhoria da qualidade do efluente final, conforme as condições exigidas pela Legislação Ambiental (CONAMA 357/2005) quanto ao seu lançamento em corpos d'água.

2. Observou-se um comportamento com tendência ao aumento nas concentrações de clorofila *a*, ao longo do dia, bem como de OD, na superfície e ao longo dos períodos monitorados.
3. A clorofila *a*, mostrou um comportamento com tendência à diminuição no sentido superfície→fundo, para ambas as unidades experimentais. No entanto, esta distribuição apresentou variações ao longo dos meses devido às modificações na incidência de radiação solar, bem como um padrão de homogeneização quando analisada L3 e maior estratificação quando analisada L2.
4. A análise dos principais grupos fitoplanctônicos apresentou um sistema de baixa diversidade, com predomínio de poucos grupos algais, os quais foram abundantes em todo sistema. A riqueza de espécies apresentou-se também baixa e em igual número para L2 e L3. Assim, recorrentes na L2 e L3 estavam os fitoflagelados dos gêneros *Chlamydomonas* e *Cryptomonas* em todos os períodos estudados. Esta baixa diversidade é esperada em ambientes com alta carga poluidora, indicando que no meio líquido existem elevadas concentrações de substratos orgânicos que induzem ao crescimento acelerado de determinadas espécies, em detrimento das demais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGUJARO, L. F.; SANT'ANNA, C. L.; AZEVEDO, M. T. P.; CARVALHO, M. C.; CARVALHO, L. R.; SOUZA, R. C. R. Manual ilustrado para Identificação e Contagem de Cianobactérias Planctônicas de Águas Continentais Brasileiras. Rio de Janeiro: Interciência; São Paulo: Sociedade Brasileira de Ficologia – SBFic, 2006.
2. APHA. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 21th Ed. Washington: American Public Health Association, 2005.
3. ARAUJO, I. S.; ALVES, R. G. C. M.; OLIVEIRA, J. L. R.; BELLI, F. P.; COSTA, R. H. R. Avaliação de lagoa facultativa aerada e lagoa de maturação tratando dejetos suínos com aplicação de diferentes cargas de DQO e NH<sub>3</sub>. In: XXX Congreso de la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria e Ambiental (AIDIS), Punta del Este, 2006.
4. BICUDO, C. E. M; BICUDO, R. M. T. Algas de águas Continentais Brasileiras - Chave Ilustrada para Identificação de Gêneros. Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências. São Paulo. 1970. 227p.
5. BRANCO, S. M. Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária. 3 ed., CETESB, São Paulo, SP, 1986. 616 p.
6. CASTILHOS Jr., A. B. de. Gerenciamento de resíduos sólidos urbanos com ênfase na proteção de corpos d'água: prevenção, geração e tratamento de lixiviados de aterro sanitário/ Coodenador: Castilhos JR, A. B. Projeto PROSAB. Rio de Janeiro: ABES, 2006.
7. DOMITROVIC, Y. Z.; ASSELBORN, V. M.; CASCO, S. L. Variaciones espaciales y temporales del fitoplancton en un lago subtropical da Argentina. Revista Brasileira de Biologia. v. 58, n. 3, p. 359-382, 1998.
8. FINKLER, R. Avaliação do efeito tóxico de líquidos percolados sobre o sistema reprodutivo de *Daphnia magna*. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
9. HOEK, C. VAN den; MANN, D. G; JAHNS, H. M. Algae: an introduction to psycology. Cambridge: Cambridge University Press, 1995. 623p.
10. LEE, R. E. Phycology. 3rd. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1999. 614p.
11. NUSH, E. A. Comparison of different methods for chlorophyll and phaeopigment determination. Archive. Hydrobiological. Beith. Stuttgart, 14: 14-36, 1980.
12. PEARSON, H. Microbiology of waste stabilization ponds. In: SHILTON, A. Pond treatment technology. London, UK, 2005. 479 p.
13. ODUM, E. P. Ecologia. Ed. Guanabara, Rio de Janeiro, RJ, 1983. 434p.
14. VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Belo Horizonte: UFMG. 2002. 243p.
15. WISZNIOWSKI, J.; ROBERT, D.; SURMACZ-GORSKA, J.; MIKSCH, K.; WEBER, J. V. Landfill leachate treatment methods: A review. Environmental Chemistry Letters, v. 4, p. 51 – 61, 2006.