

IDENTIFICAÇÃO DE FITOPLÂNCTON EM LAGOAS DE POLIMENTO NO PÓS-TRATAMENTO DE EFLUENTE ANAERÓBIO

IDENTIFICATION OF PHYTOPLANKTON WITHIN ANAEROBIC EFFLUENT POLISHING PONDS

Maria Virgínia da Conceição Albuquerque

Bióloga, Mestranda em Ciência e Tecnologia Ambiental (UEPB) – virginia.albuquerque@yahoo.com.br

Cinthia Raquel de Souza

Tatiana Gomes de Pontes

José Tavares de Sousa

RESUMO

Os estudos de levantamento taxonômico do fitoplâncton e estrutura da comunidade em lagoas de estabilização são necessários para subsidiar ações efetivas de controle operacional e de disposição nos corpos receptores. O trabalho buscou identificar as espécies de fitoplâncton e suas respectivas atuações e influências na remoção de nutrientes, ao longo de lagoas de polimento de fluxo contínuo e em bateladas. O sistema experimental foi monitorado nas dependências físicas da Estação Experimental de Tratamentos Biológicos de Esgotos Sanitários (EXTRABES) da Universidade Estadual da Paraíba, situada na cidade de Campina Grande – PB, Brasil. Observadas as características do esgoto bruto, UASB, e efluente das lagoas de polimento, foi verificado a eficiência de remoção e influência das algas em relação ao pH, fósforo, amônia e nitrogênio. Foram identificados 18 táxons, entre gêneros e espécies: Cyanophyceae (6 táxons), Chlorophyceae (5 táxons), Bacillariophyceae (3 táxons), Euglenophyceae (2 táxons) e Zygnemaphyceae (2 táxons). Sendo perceptível a redução da diversidade de organismos planctônicos e empobrecimento da diversidade na medida em que o processo de tratamento avançou. Apenas dois gêneros dessas classes estiveram presentes em todos os pontos amostrados: *Chlorella* sp. e *Planktothrix agardhii*, espécies estas dominantes e extremamente resistentes a esse tipo de ambientes.

Palavras-chave: Estação de tratamento de águas residuárias. Lagoas de Estabilização. Algas. Cianobactérias.

ABSTRACT

The taxonomic survey of studies of phytoplankton community structure in stabilization ponds are needed to support effective actions for operational control and provision in receiving bodies. The study aimed to identify the species of phytoplankton and their performances and influences on nutrient removal, along polishing ponds streaming and batch. The experimental system was monitored on the physical premises of Experimental Biological Treatment of Sewage Station (EXTRABES) of the State University of Paraíba, Campina Grande - PB, Brazil, (7 13'11"Sul, 35 ° 52'31 " west and 550m above sea level). Subject to the characteristics of the raw sewage, UASB, and the effluent polishing ponds removal efficiency was checked and algae influence on the pH, phosphorus, ammonia nitrogen. 18 taxa were identified, among genera and species: cyanobacteria (6 taxa), Chlorophyceae (5 taxa), Bacillariophyceae (3 taxa), Euglenophyceae (2 taxa) and Zygnemaphyceae (2 taxa). As noticeable reduction of the diversity of planktonic organisms and depletion of diversity to the extent that the treatment process progressed. Only two genera of these classes were

present in all the sampled points: *Chlorella* sp. and *Planktothrix agardhii*., these dominant species and extremely resistant to such environments.

Keywords: Wastewater treatment plant. Stabilization ponds. Algae. Cyanobacteria.

INTRODUÇÃO

As lagoas de polimento são lagoas de estabilização direcionadas para pós-tratamento do efluente de um reator anaeróbio de fluxo ascendente e manta de lodo (UASB). Nessa configuração, o reator UASB é responsável por efetivar a remoção de matéria orgânica e de sólidos presentes no esgoto bruto, enquanto a lagoa pode complementar a remoção da matéria orgânica através da oxidação da matéria orgânica, sólidos suspensos remanescentes, organismos patogênicos e nutrientes (D' Castro Filho, 2005).

O sistema composto de reator UASB e lagoas de polimento são capazes de preservar as vantagens de simplicidade operacional e baixos custos de operação e manutenção, porém sem os inconvenientes relacionados à emissão de odores fétidos e com a possibilidade de geração de energia a partir do biogás (Souza, 2005). O processo de tratamento dessas lagoas é semelhante aos das lagoas de facultativas convencionais em suas características físicas e operacionais, tais como profundidade e carga orgânica, que proporcionam a ocorrência de três fases distintas com relação à presença de oxigênio dissolvido (OD): zona aeróbia, zona facultativa e zona anaeróbia.

Entre os diversos organismos microscópicos que compõem a população viva nos corpos hídricos, e que também aparecem nas ETEs, são os seres fotossintetizantes, denominados como plâncton (do grego planktons, “errante”). As algas planctônicas e as cianobactérias juntas constituem o fitoplâncton - comunidade de organismos aquáticos uni ou pluricelulares, móveis ou imóveis, e microscópicos. Sobretudo, a disponibilidade de substratos e nutrientes; as interações entre os organismos; as mudanças ambientais (temperatura e radiação solar) e as mudanças nas condições operacionais das lagoas são os principais fatores que afetam a diversidade, sucessão e a abundância desses organismos, e conseqüentemente a eficiência do tratamento de efluente doméstico.

A identificação da comunidade algácea das lagoas, bem como o conhecimento de sua fisiologia, podem evidenciar o papel de cada um nas diferentes etapas do tratamento, além de garantir o máximo do sistema, bem como determiná-lo para um determinado efluente (UEHARA, 1989).

Dada à importância biológica no tratamento de esgoto por lagoas de estabilização, o presente trabalho teve como objetivos, identificar as espécies de fitoplâncton e suas respectivas atuações e influências na remoção de nutrientes ao longo de lagoas de polimento de fluxo contínuo e em bateladas.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Estação Experimental de Tratamentos Biológicos de Esgotos Sanitários (EXTRABES), Bairro do Tambor, em área da Companhia de Água e Esgoto da Paraíba – CAGEPA sobre responsabilidade da Universidade Estadual da Paraíba, em Campina Grande – PB (7° 13' 11" S e 35° 52' 31" W).

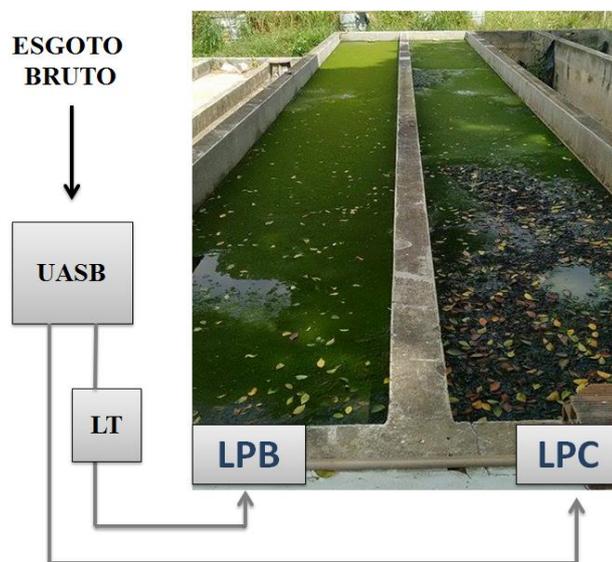
O esgoto sanitário era proveniente do interceptor leste da rede coletora de esgotos da CAGEPA que passa pelo campo experimental da EXTRABES e bombeado para um tanque de armazenamento de 500 litros que alimentava por gravidade o reator UASB.

O sistema experimental (Figura 1) foi operado durante três meses (outubro, novembro e dezembro de 2014), constituído de reator anaeróbio de fluxo ascendente e manta de lodo (UASB) com capacidade de 0,45 m³ fabricado em fibra de vidro, seguido por lagoas de polimento, ambas com volume útil de 6 m³.

O efluente do reator UASB direcionado para o pós-tratamento nas duas lagoas de polimento alimentava uma lagoa com fluxo contínuo (LPC) e outra com fluxo de alimentação em batelada (LPB). As lagoas tinham as mesmas dimensões: um metro de largura, dez metros de comprimento e sessenta centímetros de profundidade. A LPC era alimentada continuamente durante todo o dia com quinhentos litros, e o tempo de detenção hidráulico (TDH) era doze dias. A LPB apresentava TDH de 8 dias e foi alimentada

diariamente às oito horas da manhã com uma batelada de 750 L armazenados durante o dia anterior em uma lagoa de transbordo (LT).

Figura I- Esquema do sistema experimental formado por um reator UASB, tratando esgoto bruto, seguido de lagoa com alimentação em fluxo contínuo (LPC) e lagoa com alimentação em batelada (LPB), através de lagoa de transbordo (LT).



Fonte: autor, 2014.

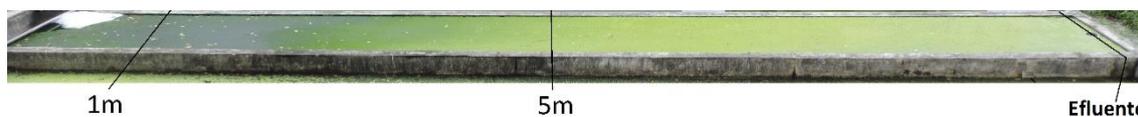
As amostras do esgoto bruto, efluente do reator UASB e dos efluentes da LPB e LPC foram coletadas às 8 horas, e analisados duas vezes por semana. Os parâmetros analisados são apresentados na Tabela I.

Tabela I- Parâmetros físico-químicos avaliados no esgoto bruto e efluentes dos reatores (UASB e nas duas lagoas de polimento, LPB e LPC)

Variáveis	Métodos Analíticos	Referência
*pH (-)	Potenciométrico	4500 / APHA et al. (2012)
Alcalinidade Total (mg.L ⁻¹)	Kapp	BUCHAUER (1998)
*N-NH ₄ ⁺ (mg.L ⁻¹)	Semi-Micro Kjeldahl	4500-NH ₃ / APHA et al. (2012)
*N-NTK (mg.L ⁻¹)	Semi-Macro Kjeldahl	4500-NTK / APHA et al. (2012)
Fósforo e Frações (mg.L ⁻¹)	Ácido Ascórbico	4500-P E. / APHA et al. (2012)

*DQO – Demanda Química de Oxigênio; pH – Potencial Hidrogeniônico N-NH₄⁺ – Nitrogênio Amoniacal; N-NTK – Nitrogênio Total Kjeldahl.

Figura II – Pontos de coletas das lagoas de polimento para análises.



As amostras coletadas para análises qualitativas (identificação do fitoplâncton) foram coletadas em três pontos distintos das lagoas (Figura II) e levadas ao laboratório para imediata identificação ao microscópio óptico. Quando preservadas, as amostras foram fixadas em solução de Lugol Acético para conservação.

Para análise qualitativa (taxonômica), colocou-se uma gota da amostra em lâmina de vidro coberta com lamínula. Os organismos fitoplanctônicos foram observados com o auxílio de microscópio binocular marca Olympus, modelo BH-2, em objetivas de 10 até 100 X. A identificação e organização taxonômica dos indivíduos encontrados foi baseada em literatura especializada: Parra e Bicudo (1995); Anagnostidis e Komárek (1988, 1989, 1998, 2005); Bicudo e Menezes(2005); Sant'Anna *et al.* (1984, 2006); Komárek e Anagnostidis (1986, 1988); Bourrelly (1985), Bicudo e Menezes (2005); Calijuri *et. al.* (2006); Bicudo e Santos (2001). Todos os nomes científicos, categorias taxonômicas e sinônimas foram conferidos em banco de dados on-line atualizado (KOMÁREK, 2012; GUIRY, 2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Composição da Comunidade Fitoplanctônica

Os resultados encontrados mostraram que a comunidade fitoplanctônica do sistema de lagoas LPB e LPC era composta por um total de 18 táxons, estes incluídos em 5 classes taxonômicas: Cyanophyceae 6 spp. (33,3%), Chlorophyceae 5 ssp. (27,8%), Bacillariophyceae 3 spp. (16,7%), Zygnemaphyceae 2 spp. (11,1%) e Euglenophyceae 2 spp. (11,1%). (Tabela II).

Identificação de em lagoas de polimento no pós-tratamento de efluente anaeróbio

Tabela II: Composição taxonômica das algas fitoplanctônicas registradas nas lagoas LPB e LPC em seus pontos de amostragem.

	LPB			LPC		
	1m	5m	Efluente	1m	5m	Efluente
Classe CYANOPHYCEAE						
<i>Microcystis aeruginosa</i>	x		x			
<i>Planktothrix agardhii</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Anabaena sp.</i>	x					
<i>Gleiterinema sp</i>		x			x	x
<i>Oscillatoria sp</i>	x					
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	x	x		x		x
Classe CHLOROPHYCEAE						
<i>Monoraphidium arcuatum</i>	x	x	x		x	
<i>Monoraphidium minutum</i>	x	x	x	x		x
<i>Scenedesmus sp</i>	x			x		
<i>Chlorococcum sp</i>		x			x	x
<i>Chlorella sp</i>	x	x	x	x	x	x
Classe BACILLARYOPHYCEAE						
<i>Gomphonema parvulum</i>		x				
<i>Navícula sp</i>	x					
<i>Nichzia palea</i>					x	x
Classe EUGLENOPHYCEAE						
<i>Phacus longicauda</i>	x					
<i>Trachelomona volvocinopsis</i>		x				x
Classe ZYGNEMAPHYCEAE						
<i>Cosmarium sp</i>	x					x
<i>Closterium sp</i>		x				

Dentre os 18 táxons encontrados, 8 foram identificados ao nível de espécie e 10 ao nível de gênero. Do total de táxons identificados, 15 foram encontrados nas duas lagoas (*Cylindrospermopsis raciborskii*, *Gomphonema parvulum*, *Microcystis aeruginosa*, *Monoraphidium arcuatum*, *Monoraphidium minutum*, *Planktothrix agardhii*, *Trachelomonas volvocinopsis*, *Anabena sp*, *Chlorococcum sp*, *Chlorella sp*, *Closterium sp*, *Gleiterinema sp*,

Navícula sp, *Oscillatoria* sp. e *Senedesmus* sp); 2 foram identificadas apenas na LPC (*Cosmarium* sp e *Nischzia palea*), e 1 foi encontrada apenas na LPB (*Phacus* sp). (Tabela II).

As Chlorophyceae e Cyanophyceae foram as Classes com maiores números de gêneros identificados. Apesar de apresentar o maior número de táxons, apenas dois gêneros dessas classes estiveram presentes em todos os pontos amostrados: *Chlorella* sp. e *Planktothrix agardhii*. (Tabela II).

Miwa (2007) considera *Chlorella* sp. oportunistas, pois são capazes de tornar-se dominante em qualquer época do ano, estando presente em 90% das amostras analisadas. Enquanto, *Planktothrix agardhii* foi dominante na lagoa LPB. De acordo com Aquino (2011), esta espécie é uma cianobactéria “filamentosa, que apresenta tricomas solitários e permanecem homoganeamente dispersos na coluna d’água”. A presença de aerótopos no conteúdo celular confere flutuabilidade a esta espécie, devido à forma pouco hidrodinâmica dos seus tricomas que apresentam alta razão superfície/volume. Esta espécie é extremamente adaptada a baixas intensidades luminosas e, pela alta turbidez que pode ocasionar, pode suprimir o crescimento de outras espécies fitoplanctônicas por limitar a entrada de luz na coluna d’água. Contudo, apresentam cepas produtoras de hepatotoxinas, especificamente microcistina, que dependendo de suas concentrações podem ser tóxicas de acordo com as características de lançamento no corpo receptor, inviabilizando seu uso, e prejudicando o meio ambiente.

A Classe Bacillariophyceae apresentou baixa diversidade, com três táxons identificados: *Gomphonema parvulum*, *Navícula* sp. e *Nitzschia* sp. (Tabela II). Estas espécies apresentam elevadas taxa fotossintética mesmo sobe intensidades luminosas mais baixas. Dessa forma, otimizam seu crescimento em épocas de menor incidência de radiação solar.

Dois gêneros pertencentes à Euglenophyceae foram identificados e estiveram presentes nas lagoas de polimento. Dentre eles, *Trachelomonas* sp. e *Phacus* sp., apresentaram baixas frequências. (Tabela II). São algas flageladas, com uma coloração quase sempre verde, sendo espécies mais tolerantes à poluição e tem grande capacidade de adaptar às mudanças climáticas (MIWA, 2007).

A Divisão Zignemaphyceae apresentou menor diversidade e frequência de ocorrência nas lagoas, principalmente pela relação dos representantes dessa classe com águas ácidas (Coesel & Krienitz, 2008). Por sua vez, *Cosmarium* sp pode ocorre em águas

mais claras e em ambientes com situações eutróficas (Bicudo & Ungaretti, 1986), o que é o caso das lagoas de polimento, onde o grau de matéria orgânica é elevado.

Em relação à riqueza específica, houve um grande incremento no número de táxons ao longo das lagoas em seus pontos de amostragem (1m, 5m, efluente). (Tabela I). Na primeira lagoa (LPB) comportado 8 táxons e a LPC 10 táxons. A classe Chlorophyceae foi a mais representativa em ambas lagoas. Contudo, vale destacar a importância de cianobactérias no estudo, sobretudo na lagoa LPB, onde contribuíram os 6 táxons. Para tanto, a espécie *Planktothrix agardhii* esteve em maior frequência, sendo observada em 85,0% das amostras. Um dos vários fatores que favorecem o desenvolvimento da Classe Cyanophyceae em ambientes eutrofizados é a sua capacidade em se desenvolver em ambientes com baixas concentrações de CO₂, condição que se observa em águas com elevada densidade de algas.

Variáveis Físico-químicas

A presença da comunidade fitoplanctônica nas lagoas de polimento, pode interferir nas concentrações de oxigênio dissolvido (OD), pH e amônia livre, bem como na remoção de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, que garantem o seu desenvolvimento. Abaixo, os parâmetros físico-químicos avaliados durante o estudo estão apresentados na Tabela III.

Tabela III - Valores médios e desvio padrão das análises físico-químicas realizadas.

Variáveis	EB	UASB	LPB	LPC
*pH (-)	7,48 ± 0,27	7,61 ± 0,28	8,34 ± 0,24	8,17 ± 0,21
Alcalinidade Total (mg.L ⁻¹)	435 ± 177	524 ± 163	402 ± 45	476 ± 156
*N-NTK (mg.L ⁻¹)	64 ± 13	66 ± 9	39 ± 4	49 ± 7
*N-NH ₄ ⁺ (mg.L ⁻¹)	53 ± 10	60 ± 10	32 ± 3	42 ± 7
Fósforo Total (mgP.L ⁻¹)	8,91 ± 3	8,96 ± 3	7,06 ± 3	6,79 ± 2,5

pH – Potencial Hidrogeniônico; NTK– Nitrogênio Total Kjeldahl; N-NH₄⁺– Nitrogênio Amoniacal.

Segundo von Sperling e Oliveira (2010), a produção de oxigênio pelo fitoplâncton consome o dióxido de carbono do meio (CO_2 dissolvido), que geralmente está na forma de íon bicarbonato (HCO_3^-), liberando (OH^-) e elevando o pH. A elevação do pH favorecerá a conversão da amônia ionizada (NH_4^+) em amônia livre (NH_3), a qual é tóxica, que tende a se liberar para a atmosfera. Através da atividade fotossintética, as algas fornecem o oxigênio necessário para que as bactérias aeróbias e/ou facultativas possam realizar os processos aeróbios de decomposição da matéria orgânica, bem como manter as condições aeróbias do meio aquático e absorver nutrientes.

As Cyanophyceae são algas bem adaptadas a ambientes com baixa turbulência, pH de neutro a alcalino, elevadas temperaturas e disponibilidade de nutrientes, embora muitas de suas espécies sejam capazes de fixar o nitrogênio atmosférico e transformá-lo nas formas assimiláveis (amônia e nitrato), além de terem a capacidade de armazenar fósforo sob a forma de polifosfatos. Muitas espécies apresentam aerótopos, ou vesículas gasosas para migrar e regular sua suspensão na coluna d'água. Uma das adaptações fisiológicas que mais lhes proporciona sucesso em camadas mais inferiores da coluna d'água é a presença de ficocianina, pigmento acessório que capta comprimentos de onda de luz onde a clorofila já não mais consegue captar, proporcionando, inclusive, o crescimento dessas algas próximo ao sedimento. Além disto, muitas desenvolvem a heterotrofia (utilização de compostos orgânicos dissolvidos). (DELAZARI-BARROSO, 2000).

As Chlorophyceae conferem à água das lagoas de tratamento uma coloração esverdeada indicando uma boa condição de funcionamento, sempre associadas a altos valores de pH. Enquanto as Euglenophyceae utilizam somente nitrogênio amoniacal como fonte de nitrogênio, portanto é mais dependente da existência de nitrogênio amoniacal do que matéria orgânica. (MIWA, 2007).

Todavia, as Bacillariophyceae (diatomáceas) são bastante sensíveis às variações na composição química da massa líquida. De acordo com Vercellino (2001), a baixa concentração de fósforo requerido por estas espécies, confere-lhes vantagens competitivas perante aos demais grupos algais. E as Zignemafíceas são encontradas principalmente em águas ácidas, pobres em nutrientes, com baixa condutividade elétrica,

elevada transparência e correnteza ausente ou com baixa velocidade (Felisberto & Rodrigues, 2005; Ngearnpat & Peerapornpisal, 2007).

À medida que o tratamento do efluente ocorre, há uma gradual presença da classe Cyanophyceae e Chlorophyceae em detrimento das demais classes. Embora muito eficientes na remoção de matéria orgânica, os sistemas UASB + lagoas de polimento podem apresentar elevada concentração de sólidos em suspensão, ocasionada pela expressiva presença de microalgas no efluente final. Além disso, a esperada remoção de nutrientes pode não ocorrer na prática, uma vez que médias diárias de pH superiores a 9 não são facilmente atingidas (CRUZ, 2005).

CONCLUSÃO

Com base no monitoramento do sistema experimental realizado pode-se concluir que:

1. Os resultados apresentados mostram que as presenças de algas em sistemas de tratamento sofrem influências físico-químicas, ao longo do percurso das lagoas.
2. As cianobactérias contribuíram em maior número de espécies, principalmente por espécies filamentosas, espécies estas que conseguem desenvolver-se em altas concentrações de matéria orgânica, pois tem a capacidade de fixar nitrogênio da atmosfera, conferindo-lhe assim uma maior competitividade com as demais espécies.
3. A grande maioria das clorofíceas e euglenofíceas presentes no estudo são caracterizadas por habitarem ambientes eutróficos e podem sobreviver em altas concentrações de matéria orgânica, sendo frequentes em lagoas de polimento.
4. O efluente resultante das lagoas esteve representado, principalmente pelas clorofíceas e cianobactérias – estas por sua vez, são consideradas organismos fitoplanctônicos potencialmente tóxicos, sendo necessária, a verificação da concentração de cianotoxinas.
5. Faz-se necessário maior número de pesquisas convergindo para ampliar a contribuição ao conhecimento e acompanhamento sobre as espécies de algas que

crecem nesses ambientes e que por fim, são enviadas aos corpos d'água receptores.

REFERÊNCIAS

AQUINO, E. P.; OLIVEIRA, E. C. C.; FERNANDES, U. L. & LACERDA, S. R. Fitoplâncton de uma lagoa de estabilização no nordeste do Brasil. **Braz. J. Aquat. Sci. Technol.** 15(1):71-77. 2011.

BICUDO, C.E.M. & MENEZES, M. **Gêneros de algas de águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições**. 2º edição. Rima, São Carlos, 502 p., 2005.

BICUDO, C.E.M. & SANTOS, C.I.. Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. **Algas, 15: Chlorophyceae (Trentepohliales)**. Hoehnea 28:183-190, 2001.

BICUDO, C.E.M.; UNGARETTI, I. 1986. Desmídias (Zignemaphyceae) da lagoa-represa da Águas Belas, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, n. 46, p. 285-307.

CRUZ, L. S. Variação temporal das comunidades fitoplanctônicas em uma lagoa de polimento de efluente de um reator anaeróbio compartimentado tratando esgoto sanitário. **Dissertação de mestrado**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Federal do Espírito Santo. 2005.

COESEL, P.F.M. & KRIENITZ, L. Diversity and geographic distribution of desmids and other coccoid green algae. **Biodiversity and Conservation**, 17: 381– 392, 2008.

D'CASTRO FILHO, F. J.; FLORÊNCIO, L.; GAVAZZA, S.; TAKAYUKI KATO, M. **Característica do lodo acumulado em uma lagoa de polimento.** In: 23 Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Campo Grande, Brasil, de 18 a 23 setembro de 2005.

DELAZARI-BARROSO, A., OLIVEIRA, F. F. MARQUES, M. A. M.; SANTOS, S. M., BREDAS, F., PERIM, C. A. B. Avaliação temporal do fitoplâncton na lagoa de polimento de uma estação de tratamento de esgoto do tipo biossistemas integrados, em Alto Caxixe, Venda Nova do Imigrante, ES, Brasil. **Revista Científica Faesa**, v. 5, n. 1, p. 7-16, 2009.

FELISBERTO, S.A. & RODRIGUES, L. Influência do gradiente longitudinal (rio-barragem) na similaridade das comunidades de desmídias perifíticas. **Revista Brasileira de Botânica**, 28: 241-254, 2005.

KOMÁREK J, ANAGNOSTIDIS, K. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 2- Chroococcales. Archivfür Hydrobiologie, Suppl. 73 **Algological Studies** 43: 157-226, 1986.

KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K. Cyanoprokaryota II. Teil, 2nd Part: Oscillatoriales. In Süßwasserflora von Mitteleuropa (B. Büdel, L. Krienitz, G. Gärtner & M. Schagerl, eds.). Elsevier/Spektrum, **Heidelberg**, v.19/2, p.1-759, 2005.

KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K. Cyanoprokaryota. 1. Teil Chroococcales. In: H. Ettl, G. Gärtner, H. Heynig & D. Möllenhauer (eds.). Süßwasserflora von Mitteleuropa. Gustav Fischer Verlag, **Stuttgart**. 1- 548. 1998.

MIWA, A. C. P.; FREIRE, R. H. F.; CALIJURI, M. C. **Dinâmica de Nitrogênio em um Sistema de Lagoas de Estabilização na Região do Vale do Ribeira (São Paulo – Brasil)**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v.12, n. 2, p. 169-180, 2007.

NGEARNPAT, N. & PEERAPORNPIBAL, Y. Application of desmid diversity in assessing the water quality of 12 freshwater resources in Thailand. **Journal of Applied Phycology**, 19: 667–674, 2007.

SOUZA, W. G. Associação em série de um reator anaeróbio compartimentado, uma lagoa de polimento e um sistema de pós-tratamento físico-químico para tratamento terciário de esgoto sanitário. **Dissertação de mestrado**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Federal do Espírito Santo, 2005.

VERCELLINO, L.S. Sucessão da comunidade de algas perifíticas em dois reservatórios do Parque das Fontes do Ipiranga. São Paulo, SP. **Dissertação de mestrado**. UNESP, 2001.

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.