

II-150 - CARACTERIZAÇÃO DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA DE UM SISTEMA DE PÓS-TRATAMENTO DE ESGOTO POR LAGOAS DE POLIMENTO

Maria Virgínia da Conceição Albuquerque⁽¹⁾

Bióloga (UEPB), bolsista na modalidade DTI-C do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq/Finep.

Tales Abreu Tavares de Sousa

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade estadual da Paraíba (UEPB). Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental (UEPB). Doutorando em Engenharia Ambiental (UEPB).

Maria Célia Cavalcante de Paula e Silva

Bióloga (UEPB). Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

José Tavares de Sousa

Professor Dr. do Departamento de Engenharia Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

Endereço⁽¹⁾: Av. Juvêncio Arruda, S/N. Bairro Universitário, Campina Grande – PB. Centro de Ciências e Tecnologia – CCT, CEP: 58109-790 – Brasil. Cel: +55 (83) 9935-0593. E-mail: virginia.albuquerque@yahoo.com.br.

RESUMO

As lagoas de polimento mantêm sua biota característica decorrente de sua área superficial, que permite grande disponibilidade de energia luminosa para coluna de água promovendo o estabelecimento da comunidade fitoplanctônica. Objetivando identificar as espécies de fitoplâncton e suas respectivas influências e comportamentos em decorrência do tempo de detenção hidráulica (TDH) e remoção de nutrientes ao longo de lagoas de polimento, o sistema experimental foi monitorado semanalmente nos meses de Junho à Agosto de 2014 nas dependências físicas da Estação Experimental de Tratamentos Biológicos de Esgotos Sanitários (EXTRABES) da Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande – PB, Brasil. Verificando a influência das algas em relação ao pH, temperatura, oxigênio dissolvido, alcalinidade, fósforo, nitrogênio e sólidos totais, pode-se constatar que os valores médios de oxigênio dissolvido em séries de perfis de 24h variaram entre 9 e 20 mgO₂.L⁻¹. Houve alta eficiência de remoção de fósforo total (69%), devido à baixa concentração de matéria orgânica expressa na forma de 59 mg SST.L⁻¹, consequentemente intenso processo fotossintético. Foram identificados 18 táxons, entre gêneros e espécies: Chlorophyceae (6 táxons), Cyanophyceae (5 táxons), Bacillariophyceae (3 táxons), Euglenophyceae (2 táxons) e Zygnemaphyceae (2 táxons). Dois táxons foram exclusivos da LP1 (*Closterium sp* e *Navícula sp*) e 1 foi exclusivo da LP2 (*Nitzschia palea*). Foi perceptível a redução da diversidade de organismos planctônicos e o decaimento da diversidade na medida em que o processo de tratamento avançou. Apenas um gênero dessas classes esteve presentes em todos os pontos amostrados, *Chlorella sp.* *Planktothrix agardhii.*, foi a espécie da classe Cyanophyceae que apresentou maiores densidades algais, esta por sua vez pode produzir a hepatotoxina 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.

PALAVRAS-CHAVE: Estação de tratamento de águas residuárias, Algas, Cianobactérias.

INTRODUÇÃO

As lagoas de polimento geralmente são projetadas para o pós-tratamento de efluentes advindos de reatores UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket – Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente com Manta de Lodo), objetivando a remoção de organismos patogênicos e nutrientes, contudo não propicia a estabilização da matéria orgânica (CAVALCANTI e HAANDEL, 1996; CAVALCANTI, *et al.*, 2001). Nessa configuração, o reator UASB é aplicado para estabilizar anaerobiamente a matéria orgânica e sólidos presentes no esgoto bruto.

Esse sistema é capaz 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 plankton, “errante”). As algas planctônicas e as cianobactérias juntas constituem o fitoplâncton - comunidade de organismos aquáticos uni ou pluricelulares, móveis ou imóveis, e microscópicos.

A identificação da comunidade algal 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). No entanto, 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 consequentemente a eficiência do tratamento de efluente doméstico.

Diante da importância do processo biológico no pós-tratamento de esgoto sanitário por lagoas de polimento, o presente trabalho teve como objetivo identificar as espécies de fitoplânctons e suas respectivas influências e comportamentos em decorrência do tempo de detenção hidráulica (TDH) de cada lagoa, bem como a remoção de nutrientes.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido durante os meses de Junho à Agosto de 2014 na Estação Experimental de Tratamentos Biológicos de Esgotos Sanitários (EXTRABES), área essa pertencente à Companhia de Água e Esgoto do estado da Paraíba (CAGEPA) que foi concedida como centro de pesquisa a Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), localizada no bairro do Tambor município de Campina Grande – PB, Brasil (7°13'11"Sul, 35°52'31" Oeste e 550m acima do nível do mar).

Com um estudo embasado no pós-tratamento por lagoas de polimento de efluente anaeróbio advindo de reator UASB embutido em uma estação compacta, que concentra quatro etapas de tratamento em uma única estação de menor área, o experimento foi dividido em duas etapas: 1) A estação compacta que visava principalmente a remoção de matéria orgânica através do reator UASB, seguido de uma melhor sedimentação dos sólidos com o decantador secundário, a garantia de intermitência para o filtro de areia por meio de um tanque de equalização acoplado a estação compacta e, por fim, um filtro de areia aeróbio de fluxo intermitente. Este filtro se torna a primeira combinação do processo anaeróbio ao processo aeróbio no experimento, garantindo ao sistema compacto um efluente aerado por um filtro de areia de fluxo intermitente. Essa intermitência era calculada em 4 horas de modo a possibilitar um descanso de aproximadamente 3 horas ao filtro com o total escoamento do líquido e consequente ocupação gasosa. 2) Duas lagoas de polimento tratando em paralelo os dois efluentes advindos da estação compacta, o aeróbio e o anaeróbio.

Os dois distintos efluentes gerados pela estação compacta eram divididos. O primeiro efluente era bombeado para a primeira lagoa de polimento (LP1). O segundo efluente aeróbio por resultar de todas as etapas da estação compacta, após o filtro de areia, alimentava a segunda lagoa de polimento (LP2).

As lagoas de polimento eram a segunda etapa do experimento, para onde os dois efluentes da estação eram destinados. Composta por duas lagoas rasas e pistonadas que operavam em paralelo para pós-tratar os efluentes do UASB e da EC, estas lagoas eram de mesmas dimensões, uma área de 10 m² (1 metro de largura por 10 metros de comprimento) e uma lâmina de água de 0,18 metros, vazões, regime hidráulico e tempo de detenção hidráulica (TDH) também iguais, somente são diferentes no que diz respeito aos afluentes. Na Figura 1 está apresentado o sistema de lagoas pistonadas.

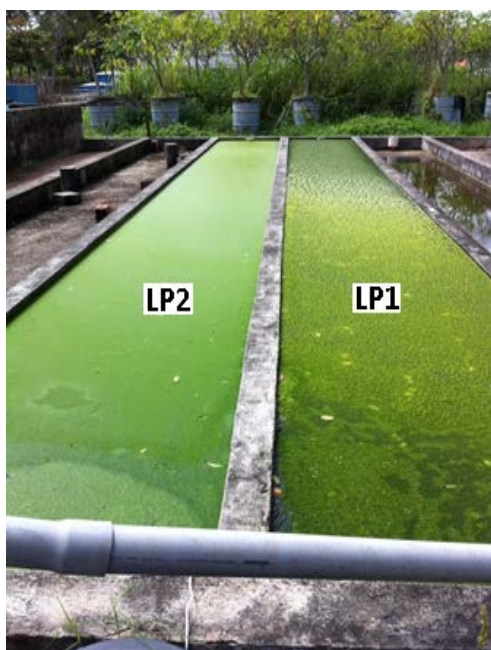


Figura 1: Lagoas de polimento do sistema experimental.

Na Figura 2 estão apresentados os pontos de coleta das amostras nas lagoas de polimento.

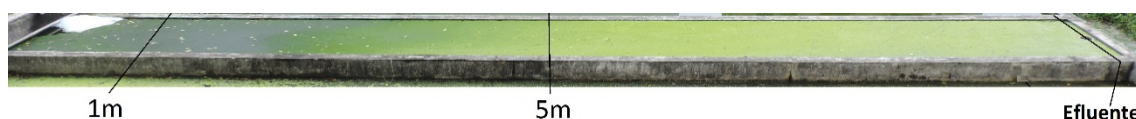


Figura 2: Pontos de coletas das lagoas de polimento para análises.

Para as análises qualitativa e quantitativa da massa algal, foram coletadas amostras na profundidade de 10 cm da coluna de água das lagoas, em três pontos distintos (1m, 5m, efluente). As amostras de 500 ml foram acondicionadas em frascos de polietileno pré-lavados com cinco porções da própria amostra e preservadas com 2,5 ml de lugol acético. 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 recomendações de Bicudo & 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 quantos foram necessários para que fossem contados no mínimo 100 indivíduos da espécie mais frequente, de modo que o erro fosse inferior a 20% e o coeficiente de confiança acima de 95% (LUND et al., 1958). O tempo de sedimentação foi de três horas para cada centímetro de altura da câmara (MARGALEF, 1983). Os resultados foram expressos em densidade (ind.ml^{-1}) e calculados de acordo com a fórmula apresentada por Wetzel e Likens (1979):

$$N = n \cdot A/a \cdot 1/V \quad (1)$$

Onde:

N: Número de células (ou indivíduos) por ml

n: Número de células (ou indivíduos) contadas

a: Área contada (n° de campos x área do campo)

A: Área total da câmara

V: Volume total sedimentado

A determinação das variáveis físico-químicas foi monitorada semanalmente, e obedeceram aos procedimentos recomendados pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* – 20ª Edição (APHA, 2011), exceto a alcalinidade total, que se encontra referenciada na Tabela 1.

Tabela 1: Variáveis de caracterização físico, química e biológica utilizadas no tratamento de águas residuárias.

VARIÁVEIS	MÉTODO	REFERÊNCIAS
pH	Método eletrométrico.	APHA, 2011
Temperatura	Método eletrométrico	APHA, 2011
OD	Método Oximétrico	APHA, 2011
Alcalinidade Total	Método titrimétrico.	KAAP, 1998
Fósforo Total e suas Frações	Método de digestão de persulfato seguido pelo método colorimétrico do ácido ascórbico.	APHA, 2011
Nitrogênio Total e suas Frações	Método de digestão, destilação e titulação.	APHA, 2011
Sólidos Totais e suas Frações	Método gravimétrico	APHA, 2011

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aspectos qualitativos da comunidade fitoplanctônica

O levantamento da comunidade fitoplanctônica nas lagoas de polimento (LP1 e LP2) propiciou a identificação de 18 táxons, estes incluídos em 5 classes taxonômicas: Chlorophyceae 6 spp. (33,3%), Cyanophyceae 5 spp. (27,8%), Bacillariophyceae 3 spp. (16,7%), Euglenophyceae 2 spp. (11,1%) e Zignemaphyceae 2 spp. (11,1%) (Tabela 2).

Tabela 2: Composição taxonômica das algas fitoplancônicas registradas nas lagoas LP1 e LP2 em seus pontos de amostragem.

	LP1			LP2		
	1m	5m	Efluente	1m	5m	Efluente
Classe CYANOPHYCEAE						
<i>Microcystis aeruginosa</i>	x		x			
<i>Planktothrix agardhii</i>	x	x		x	x	
<i>Anabaena sp</i>	x					
<i>Phormidium sp</i>		x				
<i>Lynblya</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 lineares</i>	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>Nitzschia palea</i>					x	x
Classe EUGLENOPHYCEAE						
<i>Phacus longicauda</i>	x					
<i>Trachelomonas volvocinopsis</i>		x				x
Classe ZYGNEMAPHYCEAE						
<i>Cosmarium sp</i>	x					x
<i>Closterium sp</i>		x				

Conforme a Tabela 2, 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 (*Chlorella sp*, *Scenedesmus lineares*, *Monoraphidium arcuatum*, *Planktothrix agardhii*, *Monoraphidium minutum*, *Cosmarium sp*, *Microcystis aeruginosa*, *Anabaena sp*, *Phormidium sp*, *Scenedesmus sp*, *Gomphonema parvulum*, *Phacus sp*, *Chlorococcum sp*, *Trachelomonas volvocinopsis*, *Lynblya sp.*); 2 foram exclusivos da LP1 (*Closterium sp* e *Navícula sp*); e 1 foi exclusivo da LP2 (*Nitzschia palea*).

A classe Chlorophyceae apresentou o maior número de espécies identificadas. Nas amostras coletadas, as espécies *Chlorella sp*, *Chlorococcum sp* e *Monoraphidium arcuatum*, apresentaram-se em uma frequência de 75% na lagoa LP1, enquanto na LP2 85%. Contudo, vale destacar a importância de cianobactérias no estudo, sobretudo na lagoa LP1 na qual contribuíram cinco táxons (Tabela 2).

Aspectos quantitativos da comunidade fitoplancônica

A representatividade numérica nas lagoas (LP1 e LP2) foi apresentada pela classe Chlorophyceae, marcada principalmente pela espécie *Chlorella sp* (90,8 ind.mL⁻¹), pertencente à ordem Chlorococcales e família Chlorellaceae (Komarek e Fott, 1983). *Chlorella sp.* são resistentes, pois são capazes de tornar-se dominante em qualquer época do ano. *Chlorococcum sp* (82,6 ind.mL⁻¹) e *Monoraphidium arcuatum* (78,1 ind.mL⁻¹), constituíram outros gêneros de algas bastante representativos no fitoplâncton da LP1. Estes dois gêneros são apontados por Palmer (1962) como indicadores de águas eutrofizadas e de descargas de esgoto doméstico.

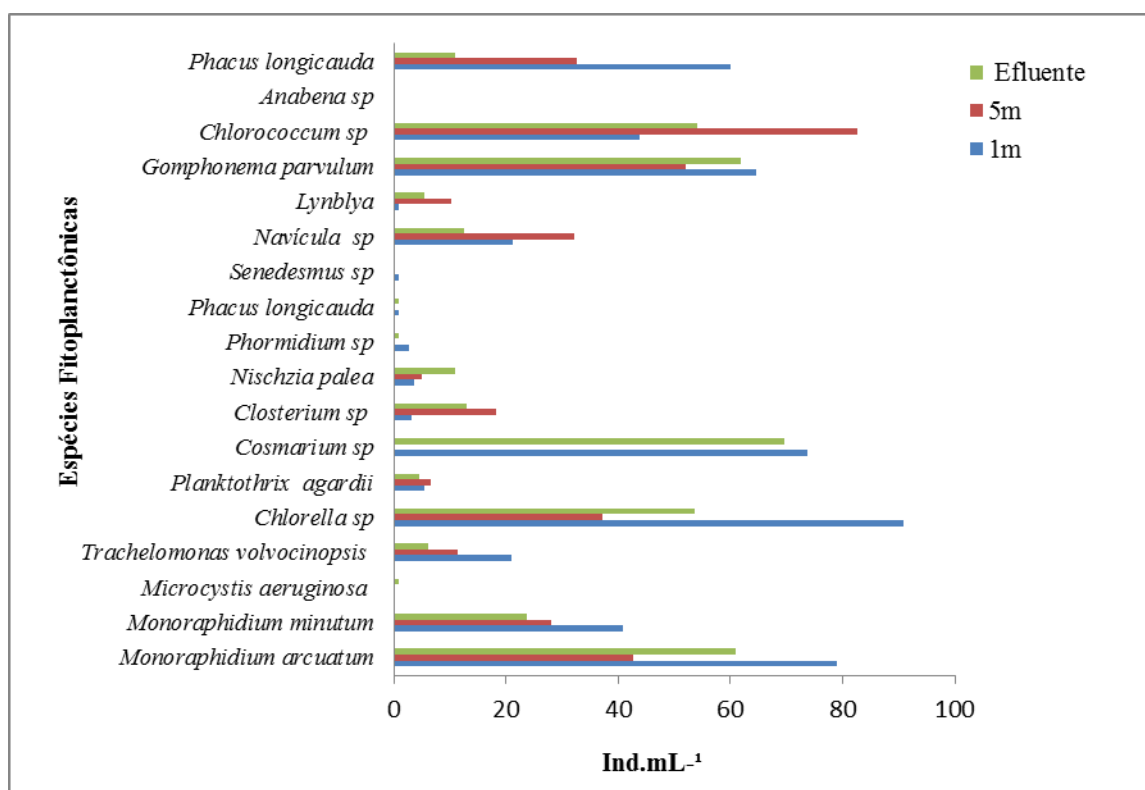


Figura 3: Densidades algais observadas nos distintos pontos da LP1.

Entretanto, na lagoa LP2 a espécie *Nischzia palea* (75,7 ind.mL⁻¹) destacou-se no primeiro ponto (1m) bem como por ser a espécie representativa nesta lagoa. *Cosmarium sp* (69,8 ind.mL⁻¹) destacou-se por apresentar-se em maior quantidade no último ponto (efluente) (Figura 4).

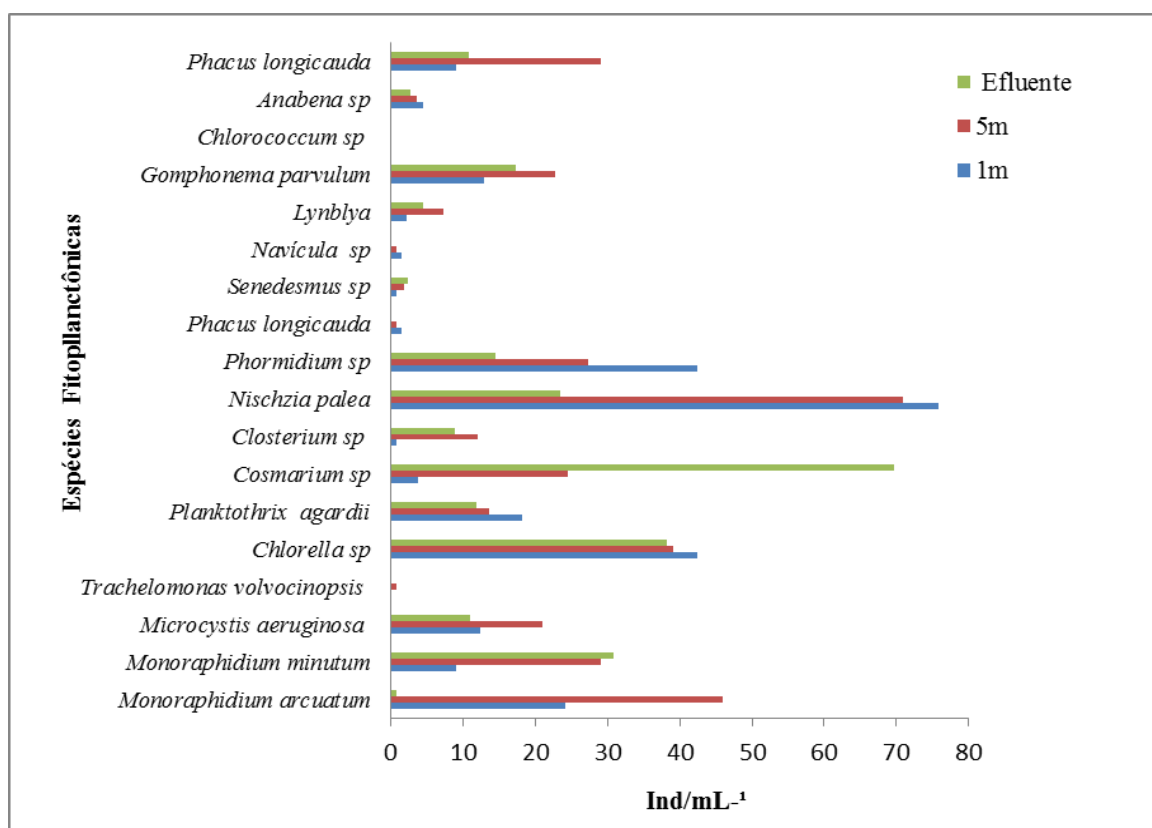


Figura 4: Densidades algais observadas nos distintos pontos da LP2.

VARIÁVEIS FÍSICO-QUÍMICAS

Verificou-se a eficiência de remoção e influência das algas em relação ao pH, temperatura, alcalinidade, fósforo, nitrogênio, sólidos totais e oxigênio dissolvido. Os parâmetros físico-químicos avaliados durante os ensaios estão apresentados na Tabela 3.

TABELA 3: Variáveis de caracterização físico-química monitoradas durante o experimento nas lagoas LP1 e LP2.

PARÂMETROS	LAGOAS DE POLIMENTO	
	LP1	LP2
pH	8,9	10,03
Fósforo total (mgP.L ⁻¹)	3,38±1,20	1,46±0,74
Ortofosfato (mgPO ₄ .L ⁻¹)	2,69±0,71	0,82±0,62
Temperatura °C	26,2	26,0
Sólidos Totais (mg.L ⁻¹)	1217±110	1278±98
Sólidos Totais Voláteis (mg.L ⁻¹)	301±139	232±89
Sólidos Suspensos Totais (mg.L ⁻¹)	48±28	27±10
Sólidos Suspensos Voláteis (mg.L ⁻¹)	47±22	19±10
Alcalinidade (mgCaCO ₃ .L ⁻¹)	270±30	159±50
Nitrito (mgN-NO ₂ .L ⁻¹)	0,06±0,18	1,84±0,31
Nitrato (mgN-NO ₃ .L ⁻¹)	13,45±0,83	0,98±0,11
Amoniacal (mgN-NH ₄ .L ⁻¹)	3,78±1,34	2,02±0,33
NTK (mgN-NTK.L ⁻¹)	9,54±3,55	6,97±0,73
O.D (mgO ₂ .L ⁻¹)	9-20	9-Over*

*Over: significa que foi superior a capacidade de leitura do equipamento.

A presença de organismos fitoplanctônicos favorece a ocorrência de processos aeróbicos de degradação da matéria orgânica nas camadas superiores da coluna de água, bem como promovem parte da remoção dos nutrientes através da assimilação biológica.

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, o que favorecerá a conversão da amônia ionizada (NH_4^+) em amônia livre (NH_3), a qual apresenta toxicidade ao meio aquático, que tende a se liberar para a atmosfera, sendo através da atividade fotossintética, 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.

O fitoplâncton constitui uma fonte de matéria orgânica, nitrogênio, fósforo e sólidos suspensos. E devido a essa grande biomassa algal presente, o efluente destes tipos de lagoas apresentam características tais como cor verde, sólidos em suspensão e elevado teor de oxigênio dissolvido (Mendonça, 2000). Os valores médios de oxigênio dissolvido em séries de perfis de 24h variaram entre 9 e 20 $\text{mgO}_2\cdot\text{L}^{-1}$, essa é uma variável dependente da luminosidade e temperatura.

O nitrogênio presente na massa líquida sob forma de NH_4^+ e o fósforo orgânico e ortofosfato são diretamente absorvidos pelo fitoplâncton. No esgoto bruto, as concentrações médias de fósforo total e ortofosfato foram 8,0 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ e 5,38 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, respectivamente, são valores típicos de um esgoto médio (METCALF & EDDY, 2003). Observa-se que, na LP2 a concentração média de fósforo total e ortofosfato no efluente foram respectivamente, de 1,46 $\text{mgP}\cdot\text{L}^{-1}$ e 0,82 $\text{mgP}\cdot\text{PO}_4^{3-}\cdot\text{L}^{-1}$. O que permite constatar um melhor desempenho, da LP2, em relação à remoção de fósforo, atingindo eficiência média de 55% para fósforo total e 81% para ortofosfato comparados com 36% de fósforo total e 37% de ortofosfato na LP1.

A alta eficiência de remoção de fósforo total (69%), ocorreu devido à baixa concentração de matéria orgânica expressa na forma de 59 $\text{mg SST}\cdot\text{L}^{-1}$, conforme Tabela 3. Condições suficientes para tornar a taxa média de fotossíntese maior do que a de oxidação do material orgânico na lagoa de polimento, garantindo elevado potencial hidrogeniônico de 9,6 unidades de pH, favorecendo a precipitação de sais de fosfato (MARA, 1992). De fato a baixa profundidade associada a uma baixa concentração de matéria orgânica favorece a maior penetração de luz (VON SPERLING, 2002), que resulta em uma maior taxa fotossintética (SIGEE, 2004).

Ao longo do monitoramento foi observada uma maior presença da classe Cyanophyceae e Chlorophyceae em detrimento das demais classes (Tabela 2). 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).

Segundo Sant'anna (2008), as espécies planctônicas de cianobactérias são intensivamente favorecidas pelas condições ambientais resultantes do processo de eutrofização, tais como, a baixa transparência da água, altos valores de pH (entre 6 e 9), elevada concentração de nutrientes, temperatura da água entre 25 e 30 °C, alta incidência luminosa, principalmente em regiões tropicais. Além de serem capazes de fixar o nitrogênio atmosférico, transformá-lo nas formas assimiláveis (amônia e nitrato), e armazenar fósforo sob a forma de polifosfatos.

No estudo, as cianobactérias contribuíram com cinco espécies distintas: *Microcystis aeruginosa*, *Planktothrix agardhii*, *Anabaena sp*, *Phormidium sp* e *Lynblya*. Conforme Tabela 2, a espécie *Planktothrix agardhii* esteve frequente em ambas às lagoas, sendo observada em 85% das amostras. 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 lhe confere flutuabilidade devido à forma pouco hidrodinâmica dos seus tricomas que apresentam alta razão superfície/volume.

O sucesso competitivo da espécie *Planktothrix agardhii* em relação a outras espécies de cianobactérias no estudo, está baseado em estratégias fisiológicas, adaptativas e ecológicas da mesma, e fortalecido devido ao

fornecimento das condições adequadas ao seu desenvolvimento. Uma das adaptações fisiológicas que mais lhe 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 (DELAZARI-BARROSO, 2000). Entretanto, é importante enfatizar que esta espécie apresenta cepas produtoras de hepatotoxinas, especificamente microcistina, que dependendo de suas concentrações pode ser tóxica de acordo com as características de lançamento no corpo receptor, inviabilizando seu uso, e prejudicando o meio ambiente.

A classe Chlorophyceae caracterizou-se por apresentar maior riqueza de táxons (6), em relação às demais classes. A ocorrência destas espécies é observada principalmente em águas continentais brasileiras, e em sistemas tropicais eutrofizados (Tucci *et al.* 2006, Rodrigues *et al.* 2010). Em lagoas de tratamento conferem à água uma coloração esverdeada indicando uma boa condição de funcionamento, sempre associadas a altos valores de pH. *Chlorella sp* foi a espécie desta classe presente em todos os pontos coletados e analisados (Tabela 2).

As espécies de Euglenophyceae, representadas no estudo por *Phacus longicauda* e *Trachelomonas volvocinopsis*, utilizam somente nitrogênio amoniacal como fonte de nitrogênio, portanto é mais dependente da existência de nitrogênio amoniacal do que matéria orgânica. (MIWA, 2007).

Entretanto as espécies *Gomphonema parvulum*, *Navícula sp*, e *Nitzschia palea*, também estiveram presentes na amostragem do estudo (Tabela 2). Estas espécies de Bacillariophyceae (diatomáceas) são bastante sensíveis às variações na composição química da massa líquida, que de acordo com Vercellino (2001), a baixa concentração de fósforo requerido por estas espécies, confere-lhes vantagens competitivas perante aos demais grupos algais.

Por fim, verificou-se a presença duas espécies de Zygnemafíceas: *Cosmarium sp* e *Closterium sp*, estas por sua vez 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).

CONCLUSÕES

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

Foi perceptível a redução da diversidade de organismos planctônicos e o decaimento da diversidade na medida em que o processo de tratamento avançou.

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.

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.

Faz-se necessário maior número de pesquisas convergindo para ampliar a contribuição ao conhecimento e acompanhamento sobre as espécies de algas que crescem nesses ambientes e que por fim, são enviadas aos corpos d'água receptores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA, AWWA. WPCF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 18 ed. Washington, DC. American Public Health Association. American Water Works Association, Water Pollution control Federation, 2011.
2. 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.

3. BICUDO, C.E.M.; MENEZES, M. **Gêneros de algas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições**. São Carlos: Rima, 2006.
4. CAVALCANTI, P. F. F. ; HAANDEL, Adrianus Cornelius Van . **Improved performance and increases applicability of waste stabilisation ponds by pre treatment in a UASB reactor**. Water Science and Technology, Inglaterra, v. 33, n.7, p. 147-156, 1996.
5. CAVALCANTI, P. F. F.; VAN HAANDEL, A.; KATO, M. T.; VON SPERLING, M.; LUDUVICE, M. L.; MONTEGGIA, L O.; **Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios por lagoas de polimento**. In: CHERNICHARO, C. A. L. (coordenador). *Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios*. Belo Horizonte – MG, p. 105-170, 2001.
6. CRUZ, L. S. **Variação temporal das comunidades fitoplancônicas em uma lagoa de polimento de efluente de um reator anaeróbio compartimentado tratando esgoto sanitário**. 2005. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Federal do Espírito Santo.
7. 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 Caxixé, Venda Nova do Imigrante, ES, Brasil**. Revista Científica Faesa, v. 5, n. 1, p. 7-16, 2009.
8. 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.
9. KOMÁREK J, ANAGNOSTIDIS, K. **Modern approach to the classification system of cyanophytes. 2-Chroococcales**. Archivfür Hydrobiologie, Suppl. 73 Algological Studies 43: 157-226, 1986.
10. LUND JWG, KIPLING C, LE CREN ED (1958) **The inverted microscope method of estimating algal numbers and statistical basis of estimation by counting**. Hydrobiologia 11: 143-170.
11. MARA, D.D.; ALABASTER, G.P., PEARSON, H.W., AND MILLS, S.W. (1992). **Waste Stabilization Ponds: A Design Manual for Eastern Africa**. Leeds: Lagoon Technology International.
12. MARGALEF, R. **Limnologia**. Barcelona, Ediciones Omega, 1983.
13. MENDONÇA, S. R. **Sistemas de lagunas de estabilización**. In: *Cómo utilizar aguas residuales en sistemas de regadío*. Colombia: Editorial Nomos S. A. 2000.
14. METCALF & EDDY. **Wasterwater Engineering: Treatment and reuse**. 4 ed. New York, McGraw-Hill International edition, 2003.
15. 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.
16. NGEARNPAT, N. & PEERAPORNPIAL, Y. **Application of desmid diversity in assessing the water quality of 12 freshwater resources in Thailand**. Journal of Applied Phycology, 19: 667–674, 2007.
17. PALMER, C.M. **Algas e suprimento de água na área de São Paulo**. Revista do Departamento de Água e Esgoto 21:11-15. 1962.
18. REYNOLDS, C. S. **The ecology of freshwater phytoplankton. (Cambridge studies in ecology)**. Cambridge: Cambridge University Press, 1984.
19. RODRIGUES, L.L., SANT'ANNA, C.L. & TUCCI, A. **Chlorophyceae das Represas Billings (Braço Taquacetuba) e Guarapiranga, SP, Brasil**. Revista Brasileira de Botânica 33(2): 247-264. 2010.
20. SANT'ANNA, C. L.; AZEVEDO, M. T. P.; WERNER, V. R.; DOGO, C. R.; RIOS, F. R.; CARVALHO, L. R. **Review of toxic species of cyanobacteria in Brazil**. Algogenical Studies, Vol. 126, p. 251-265, 2008
21. SIGEE, D. C. **Freshwater microbiology**. Chichester-UK, John Wiley & Sons Ltd, 524p. 2004.
22. 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**. 2005. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Federal do Espírito Santo.
23. TUCCI, A., SANT'ANNA, C.L., GENTIL, R.C. & AZEVEDO, M.T.P. **Fitoplâncton do Lago das Garças, São Paulo, Brasil: um reservatório urbano eutrófico**. Hoehnea 33(2): 147-175. 2006.
24. UEHARA, M. Y. **Operação e manutenção de lagoas anaeróbias e facultativas**. São Paulo: CETESB, 1989. 91p.
25. UTERMÖHL, H. **Zur Vervollkommung der quantitativen phytoplankton methodik. Mitteilungen Internationale Vereinigung fur Theoretische und Angewandte Limnologie** 9: 1-38. 1958.
26. VERCELLINO, L.S (2001). **Sucessão da comunidade de algas perifíticas em dois reservatórios do Parque das Fontes do Ipiranga. São Paulo, SP. UNESP (Dissertação)**.

27. VON SPERLING, M. **Lagoas de estabilização**. 2^a ed. (Impressão ampliada). Belo Horizonte: UFMG/DESA, 2002.
28. 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.
29. WETZEL, R.G.; LIKENS, G.E. **Limnological analysis**. Philadelphia. **W.B.Sunders Company**, p. 357 .1979.