

AVALIAÇÃO DA COMUNIDADE DE ALGAS E CIANOBACTÉRIAS DAS LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS SANITÁRIOS

Baptista Bina⁽¹⁾

Graduação em Ciências Biológicas – Universidade Federal de Juiz de Fora – Doutorado em Ecologia e Manejo da Vida Silvestre – Universidade Federal de Minas Gerais – Pós-Doutorando – Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Engenharia Civil – Laboratório de Saneamento. Pesquisa em “Tratamento de Esgotos Sanitários – Cianobactérias em Lagoas de Estabilização no Estado de São Paulo”.

Nemésio Neves Salvador Batista⁽²⁾

Professor do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos.

Endereço: Rodovia Washington Luís SP-310, km 235, Caixa Postal 676, CEP 13565-905 – Bairro Monjolinho – São Carlos-SP, Brasil, +55(16) 3351-9662/3351-9690

E-mail: baptistabina@gmail.com

RESUMO

Apesar de muitos municípios do Estado de São Paulo, hoje em dia, tratarem já seus esgotos em vez de os lançarem *in natura* nos corpos d'água receptores, o tratamento feito por processos de oxidação biológica – o mais indicado e importante, em razão de seu baixo custo, simplicidade e eficiência –, as lagoas de estabilização, principalmente facultativas fotossintéticas são, na maioria das vezes, senão sempre, negligenciadas. Contudo, sabe-se que os efluentes, ricos em nutrientes, destacando-se nitrogênio e fósforo, podem ser um ótimo meio para crescimento dos principais componentes do fitoplâncton: algas e cianobactérias. Sabe-se também que muitas espécies pertencentes aos vários gêneros de cianobactérias são produtoras de toxinas. Em função de sua acumulação, ocasionada pela quantidade de cianobactérias que é lançada nos corpos d'água receptores, a concentração em toxinas poderá constituir um perigo ambiental e pôr em risco a saúde pública, atingindo não somente as populações a jusante, mas também os outros seres vivos cujo habitat é o corpo aquático. Este trabalho visa a avaliar a quantidade, a qualidade e a variedade de algas e cianobactérias potencialmente produtoras de toxinas, ao longo de quatro anos. Foram analisadas 4 amostragens mensais e identificados grupos de algas *Chlorophyceae*, *Euglenophyceae* e *Bacillariophyceae*, e várias espécies de cianobactérias: *Merismopedia*, *Planktolyngbya*, *Planktothrix*, *Rhaphidiosis*, *Lyngbya*, *Pseudanabaena* e *Microcystis*.

Palavras-chave: Algas; cianobactérias; lagoas facultativas.

1. INTRODUÇÃO

O tratamento de esgoto sanitário mais adequado é aquele que produzirá um efluente de boa qualidade microbiológica e química, a baixo custo e com mínimas necessidades operacionais e de manutenção (ARAR, 1988). A adoção de um nível de custo tão baixo quanto possível do tratamento é especialmente desejável em países em desenvolvimento não apenas do ponto de vista dos custos, mas também no reconhecimento das dificuldades de operar sistemas complexos funcionando fiavelmente. Em muitos locais, será melhor conceber o sistema do reúso para um grau baixo de efluentes, em vez de confiar em processos de tratamento avançados

produzindo um efluente recuperado que, continuamente, encontra um padrão de qualidade rigoroso. Apesar da demanda crescente por água potável, deve-se planejar de maneira sensata o reúso de esgotos sanitários, evitando, desta forma, a disseminação de doença e a degradação do meio ambiente. O reúso não potável está se tornando o tipo mais comum de reúso planejado de água (FELIZATTO, 2000; MANCUSO e SANTOS, 2003; MACHADO, 2006). Segundo Machado (2006), as principais formas de reúso praticadas no mundo são: irrigação paisagística, irrigação de campos para cultivos, usos industriais, recarga de aquíferos, represamento, finalidades ambientais, usos urbanos não potáveis, reúso potável, aquicultura e outros.

Lagoas de estabilização de esgotos sanitários são atualmente empregadas com sucesso em muitas partes do mundo, principalmente em regiões de clima tropical. A princípio, na Austrália, e hoje também no Brasil, convencionalmente denominado “sistema australiano” em oposição a “sistema americano”, é constituído exclusivamente de lagoas aeróbias, que recebem esgoto clarificado por tratamento primário em estação convencional, como o método que resulta basicamente de uma primeira escolha, entre a terra e a energia elétrica: dinheiro gasto em terra é um investimento; dinheiro gasto em eletricidade é dinheiro gasto para sempre. Em climas mais quentes (Oriente Médio, África, Ásia e América Latina), lagoas de estabilização de esgotos sanitários são comumente usadas para grandes populações (até cerca de um milhão de pessoas). Nos países em desenvolvimento e, especialmente, no tratamento de esgoto doméstico nas regiões tropical e equatorial por lagoas de estabilização de esgotos sanitários, esse sistema tem sido considerado uma forma ideal de um processo natural para melhorar efluentes de esgoto sanitário (von Sperling, 2002).

Lagoas de estabilização de esgotos sanitários, muitas vezes referidas como lagoas de oxidação ou simplesmente lagoas, estão segurando bacias usadas para tratamento secundário de esgoto sanitário, onde a decomposição da matéria orgânica é processada naturalmente, ou seja, biologicamente. A atividade na lagoa de estabilização de esgoto sanitário é uma simbiose complexa de bactérias, cianobactérias e algas, que estabiliza os esgotos e reduz os agentes patogênicos. O resultado almejado deste processo biológico é converter o teor de matéria orgânica do efluente em formas mais estáveis e menos ofensivas. Lagoas de estabilização de esgotos sanitários são usadas para tratar uma variedade de efluentes líquidos, de efluentes domésticos para águas industriais complexas, e estas funcionam sob uma ampla faixa de condições de tempo, isto é, de tropical a ártico. As lagoas podem funcionar de forma autônoma ou em combinação com processos de tratamento (FURTADO, 2009).

Uma lagoa de estabilização de esgoto é um corpo relativamente raso de esgoto, contido numa bacia artificial de terra, da qual flui, após certo tempo de retenção (tempo que leva o efluente a fluir da entrada para a saída), para um efluente bem tratado, sendo então descarregado. Muitas características fazem das lagoas de estabilização de esgoto sanitário um sistema substancialmente diferente de outro tratamento de esgoto, como: desenho, construção e simplicidade de operação, efetividade de custo, baixa necessidade de manutenção, baixa necessidade de energia, facilmente adaptável para modernização e eficiência elevada. Shuval *et al.* (1986) endossaram o conceito de lagoa de estabilização, definindo-a como o sistema de tratamento de esgoto mais sustentável para o uso de efluentes na agricultura. Lagoas de estabilização de esgotos sanitários são o processo de tratamento de esgotos preferido em países desenvolvidos, onde a terra é frequentemente disponível ao custo de oportunidade razoável e há escassez de profissionais qualificados (KONIG, 1991).

Sistemas de lagoas de estabilização de esgoto sanitário se destinam a alcançar as diferentes formas de tratamento em até três estágios em série, dependendo da força orgânica da entrada de esgoto e dos objetivos da qualidade do efluente. Efluentes fortes, com concentração de $DBO_{5,20}$ (Demanda Bioquímica de Oxigênio em 5 dias a 20°C), demanda de oxidação biológica em excesso, de cerca de 300 mg/L, serão frequentemente introduzidos no primeiro estágio das lagoas anaeróbias, que alcançam uma taxa volumétrica elevada de remoção. Esgotos sanitários mais fracos ou onde lagoas anaeróbias são ambientalmente não aceitáveis, mostram-se ainda mais fortes (até 1.000 mg/L DBO_5) e podem ser descarregados diretamente em lagoas facultativas primárias. Efluentes do primeiro estágio de lagoas anaeróbias transbordarão em lagoas facultativas secundárias, que compõem o estágio secundário de tratamento biológico. Após a passagem por lagoas facultativas primárias ou secundárias, se a redução de

patógenos ainda se faz necessário, a lagoa de maturação será introduzida para fornecer tratamento terciário (VASCONCELOS & PEREIRA, 2001).

Segundo König *et al.* (2002), lagoas de estabilização de esgoto sanitário podem ser classificadas segundo os tipos de atividade biológica que ocorrem em uma lagoa. Há diversas variantes dos sistemas de estabilização, com diferentes níveis de simplicidade operacional e requisito de área. Três tipos fundamentais são distinguidos: lagoas anaeróbias, aeróbias e facultativas, sendo estas últimas, lagoas em que se desenvolveram processos anaeróbios junto ao fundo e aeróbios nas regiões mais superficiais. Normalmente, um sistema de lagoa de estabilização de esgoto sanitário compreende uma série única dos três tipos mencionados de lagoas ou várias destas séries em paralelo.

Na essência, lagoas anaeróbias e facultativas são projetadas para remoção de DBO e lagoas de maturação, para a remoção de patógenos, embora alguma remoção de DBO ocorra em lagoas de maturação e alguma remoção de patógenos, em lagoas anaeróbias e facultativas. Em muitos casos, apenas lagoas anaeróbias e facultativas são necessárias. Em geral, lagoas de maturação são necessárias apenas quando efluentes mais fortes ($DBO > 150 \text{ mg/L}$) devem ser tratados antes da sua descarga nos corpos receptores superficiais e quando o efluente tratado será utilizado para irrigação irrestrita (irrigação para as culturas vegetais). Geralmente, em sistemas de lagoas de estabilização de esgoto sanitário, fluxos de efluente da lagoa anaeróbia seguem para a lagoa facultativa e, finalmente, se necessário, para a lagoa de maturação. Operações de tratamento preliminar, tipicamente, incluem retenção do material grosso, remoção de areia e, em alguns casos, fragmentação de objetos grandes (von SPERLING, 2002).

Lagoas de estabilização facultativas fotossintéticas (1-2 m de profundidade) são de dois tipos: lagoas facultativas primárias, que recebem esgoto bruto, e lagoas facultativas secundárias, que recebem efluente estabelecido (normalmente, o efluente das lagoas anaeróbias). Essas lagoas são concebidas para remoção de DBO na base de uma carga superficial relativamente baixa (100 - 400 kg DBO/ha, em temperatura entre 20°C e 25°C), para permitir o desenvolvimento de uma população saudável de algas, cianobactérias e bactérias, sendo o oxigênio para a remoção de DBO pelas bactérias da lagoa majoritariamente gerado por fotossíntese algal. Em razão da presença das algas nas lagoas facultativas, estas são coloridas de verde escuro, embora possam ocasionalmente aparecer vermelhas ou rosa. As algas, que tendem a predominar nas águas turvas de lagoas facultativas, são dos gêneros móveis, como *Chlamydomonas*, *Pyrobotrys* e *Euglena*. Estes podem otimizar sua posição vertical na coluna de água da lagoa, em relação à intensidade de luz incidente e à temperatura, mais facilmente do que as formas não móveis, como *Chlorella*, embora estas também sejam bastante comuns em lagoas facultativas.

Algas e cianobactérias são organismos numericamente dominantes no fitoplâncton de lagoas de estabilização facultativas e seu metabolismo controla, em grande parte, a energia pelágica e a ciclagem de nutrientes. O fitoplâncton é cada vez mais usado para monitorar a qualidade ecológica e a saúde do ambiente de água, e também para medir a eficácia de gestão ou programas de restauração ou ações regulatórias. Dentre as classes mais importantes do fitoplâncton, destacam-se as algas *Chlorophyceae*, *Cyanophyceae*, *Euglenophyceae* e *Bacillariophyceae* (BRENNAN & OWENDE, 2010). As cianobactérias possuem capacidade de se adaptar a diversos ambientes, podendo ajustar ou alterar sua estrutura interna para excretar uma gama de compostos que podem atuar como inibidores de outros organismos. Podem assumir vários tipos de metabolismos, sendo capazes de uma mudança metabólica como resposta às mudanças das condições ambientais (MARTINS & CAETANO, 2010).

A concentração de algas em uma lagoa facultativa saudável depende de carga e da temperatura, mas encontra-se geralmente na faixa de 500-2000 μg de clorofila-*a* por litro. As algas são as grandes responsáveis pelo tratamento das lagoas de estabilização facultativas, uma vez que a fotossíntese é o componente principal nesse tipo de sistema de esgotamento sanitário.

No Brasil, a presença, em seus mananciais, de microalgas, em especial as cianobactérias, é um grave problema enfrentado pelas estações de tratamento de esgotos, que utilizam a tecnologia de tratamento convencional ou filtração direta. Conforme a espécie e o número de organismos, há a redução da duração das carreiras de filtração, comprometendo seriamente a qualidade da água produzida, principalmente

por causa da liberação de cianotoxinas. Atualmente, são conhecidos aproximadamente 150 gêneros de cianobactérias, sendo que cerca de 50 espécies já foram identificadas como potencialmente tóxicas para vertebrados (TORGAN 1989; IWATA & CÂMARA, 2007).

Vários problemas de saúde humana, após o contato com águas contendo cianobactérias em floração, foram reportados mundialmente, em atividades recreativas ou pelo consumo de águas de reservatórios contaminados. Neste sentido, faz-se necessário conhecer as espécies de cianobactérias produtoras de toxina em estações de tratamento de esgotos do Estado de São Paulo, face aos problemas sanitários e ambientais que as mesmas causam nos ecossistemas aquáticos, uma vez que o monitoramento biológico das estações de tratamento de esgoto poderá gerar propostas alternativas para a conservação das águas do programa estadual de água limpa. Poucos trabalhos foram publicados utilizando a metodologia de listagem na avaliação de impactos, dentre os quais o trabalho descrito por Lelles³, que descreve o perfil ambiental qualitativo de uma mineração de areia utilizando esta metodologia.

2. OBJETIVO

Esta pesquisa tem como objetivo caracterizar comparativamente o desenvolvimento das algas e cianobactérias de amostras coletadas em efluentes de lagoas de estabilização facultativas fotossintéticas, por meio da taxonomia, da contagem e da produção de cianotoxinas, visando propor bases preventivas às concessionárias para riscos e estratégias de controle dos problemas ocasionados pelas cianobactérias.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Áreas de estudo

A área de estudo localiza-se na região central do Estado de São Paulo, englobando as estações de tratamento de esgoto dos municípios de Analândia (22°08'36,9" S e 47°39'81,5" W), Brotas (22°17'28" S e 48°08'72" W), Itirapina (22°24'59,4" S e 47°50'27,5" W), Charqueada (22°35'24,5" S e 47°42'20,3" W), Ipeúna (22°26'52,6" S e 47°42'46,8" W), Corumbataí (22°14'06" S e 47°36'95,2" W), Guariba (27°21'04,2" S e 48°09'4,85" W), Santa Lúcia (2°40'02,4" S e 48°05'98,5" W), Santa Eudóxia (21°46'60,2" S e 47°47'17" W) e Ibaté (21°56'70,7" S e 48°01'72,3" W).

3.2 Coleta de dados e métodos de análises

As amostragens dos efluentes foram todas feitas pelo autor desta pesquisa, uma vez por mês, no período de maio a agosto de 2012, ininterruptamente. Foram obtidas, ao todo, 80 amostras, numa média de 20 por mês. A posição geográfica de cada estação de coleta fixa, georreferenciada foi registrada por um sistema de posicionamento global (GPS) portátil (e-trex Gamin).

3.2.1. Coleta de dados no campo

Os trabalhos de campo tiveram como intuito principal identificar e contar os principais grupos de fitoplâncton. As amostras utilizadas para avaliação qualitativa de algas e cianobactérias foram obtidas por meio de rede cônica de náilon de malha de 20 μ m em arrasto horizontal. Os organismos retidos em rede foram armazenados em frascos plásticos, com tampa e capacidade de 200 mL. Em seguida, fixados e preservados com formaldeído a 4%.

As amostras para contagem e estimativa da densidade das algas e cianobactérias foram realizadas em coletas do seston por meio da passagem de um balde de aço inox AISI 316L com capacidade de 5 litros ou de um coletor tipo copo, acoplado a um cabo telescópico retrátil de 2 m de comprimento, confeccionado de aço inox AISI 316L e com capacidade de 1 litro, diretamente na subsuperfície do efluente (0,5 cm de profundidade). O material coletado foi acondicionado em frascos plásticos com

capacidade de 200 mL e imediatamente preservado com formol a 4%, para posterior análise em laboratório.

3.2.2. Análise de dados no laboratório

As algas e cianobactérias foram identificadas e contadas com o auxílio de um microscópio invertido da marca Carl Zeiss Oberkochen, com contraste de fase (aumento 40×), equipado com câmara clara e ocular de medição, e adoção de sistema de classificação especializada (BICUDO & MENEZES, 2006; ANAGNOSTIDIS & KOMÁREK, 1988; KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS, 1999, e SANT'ANNA & AZEVEDO, 2000). A contagem foi examinada, utilizando-se o método de decantação, com o auxílio de câmaras de sedimentação de Utermöhl (UTERMÖHL, 1958).

4. RESULTADOS

Foram identificados representantes dos seguintes Phylum: Cyanobacteria, Euglenophyta, Chlorophyta, Bacillariophyta e Cryptophyceae; os gêneros predominantes foram: *Merismopedia*, *Euglena*, *Chlorella* e *Chlamidomonas*. O Phylum Chlorophyta (algas verdes) foi aquele que mais contribuiu em todas as lagoas de estabilização facultativas fotossintéticas, com a maior percentagem. No que concerne à riqueza de cianobactérias nas lagoas de estabilização facultativas estudadas, foi possível amostrar sua ocorrência em todas as amostragens (Figuras 1 a 4).

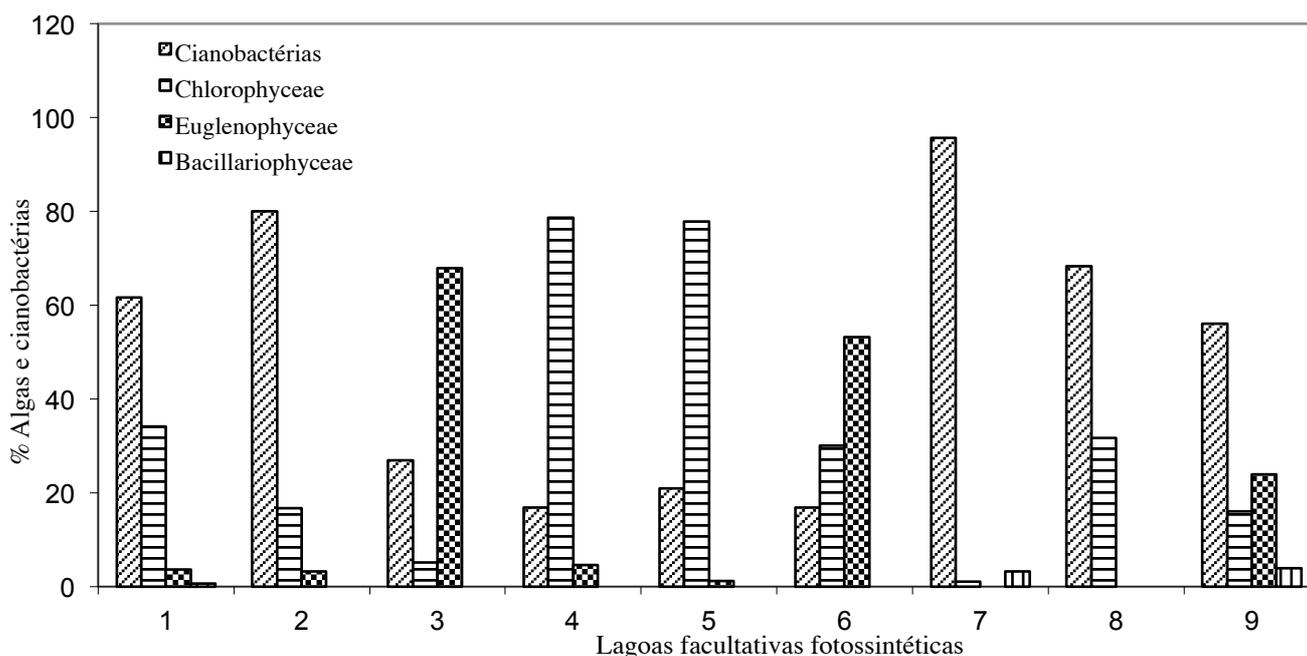


Figura 1 – Densidades percentuais de algas e cianobactérias presentes em nove lagoas de estabilização facultativas fotossintéticas (1 – Analândia; 2 – Brotas; 3 – Itirapina; 4 – Charqueada; 5 – Ipeúna; 6 – Corumbataí; 7 – Santa Lúcia; 8 – Santa Eudóxia; 9 – Ibaté),

no período de 28 a 30 de maio de 2012.

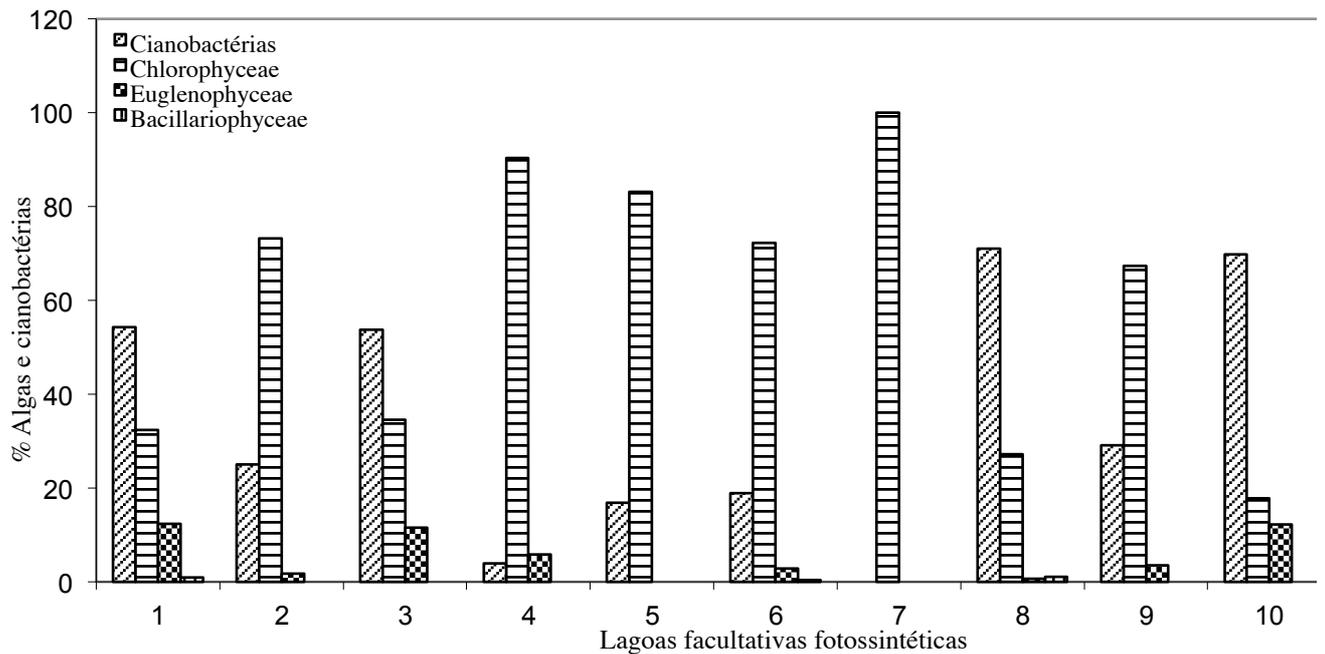


Figura 2 – Densidades percentuais de algas e cianobactérias presentes em dez lagoas de estabilização facultativas fotossintéticas (1 – Analândia; 2 – Brotas; 3 – Itirapina; 4 – Charqueada; 5 – Ipeúna; 6 – Corumbataí; 7 – Santa Lúcia; 8 – Santa Eudóxia; 9 – Ibaté), no período de 27 a 29 de junho de 2012.

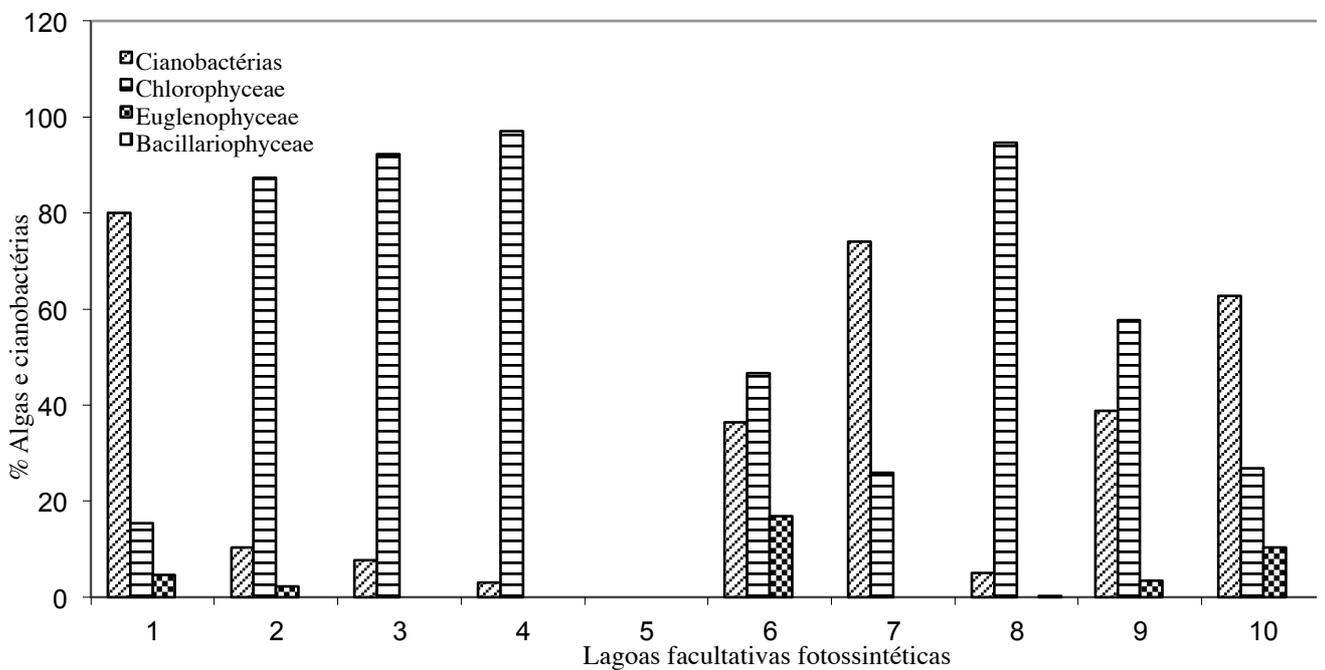


Figura 3 – Densidades percentuais de algas e cianobactérias presentes em dez lagoas de estabilização facultativas fotossintéticas (1 – Analândia; 2 – Brotas; 3 – Itirapina; 4 – Charqueada; 5 – Ipeúna; 6 – Corumbataí; 7 – Santa Lúcia; 8 – Santa Eudóxia; 9 – Ibaté), no período de 27 a 29 de junho de 2012.

no período de 24 a 26 de julho de 2012.

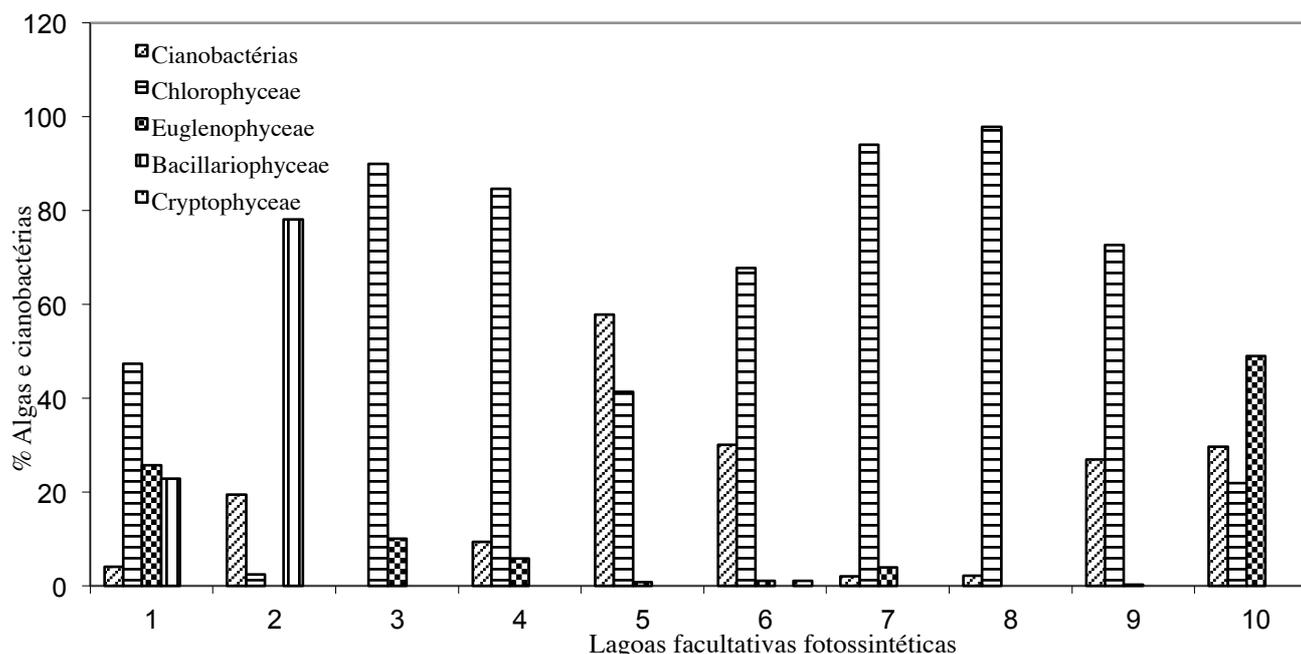


Figura 4 – Densidades percentuais de algas e cianobactérias presentes em dez lagoas de estabilização facultativas fotossintéticas (1 – Analândia; 2 – Brotas; 3 – Itirapina; 4 – Charqueada; 5 – Ipeúna; 6 – Corumbataí; 7 – Santa Lúcia; 8 – Santa Eudóxia; 9 – Ibaté), no período de 28 a 30 de agosto de 2012.

De acordo com Di Bernardo (1995), as famílias de algas comumente encontradas nas lagoas de estabilização são: *Cyanophyceae*, que predominam em ambientes de condições de baixos valores de pH e poucos nutrientes; *Chlorophyceae* e *Euglenophyceae*, por exemplo, o gênero *Euglena*, que é considerado o mais tolerante à poluição e tem grande capacidade de se adaptar às mudanças climáticas, corroborando, assim, os grupos registrados nas lagoas de estabilizações da região central de São Paulo.

Em lagoas de estabilização facultativas, as algas variam muito pouco e os fatores controladores de espécies são a matéria orgânica presente, a intensidade luminosa, a temperatura e as características morfométricas (PALMER, 1969). Segundo o mesmo autor, os grupos mais tolerantes à poluição orgânica são clorófitas, cianobactérias, euglenófitas e bacilariófitas, sendo que os principais gêneros são *Euglena*, *Oscillatoria*, *Chlamydomonas*, *Scenedesmus*, *Chlorella*, *Nitzschia*, *Navicula* e *Stigeoclonium*.

Das análises taxonômicas do seston, foi possível encontrar nas lagoas de estabilização facultativas o predomínio das seguintes espécies de cianobactérias: *Merismopedia tenuissima*, *Planktolyngbya liminetica*, *Planktothrix planktonica*, *Lyngbya* sp., *Pseudanabaena moliniformis*, *Synechocystis aquatilis*, células livres de *Microcystis* sp. e *Aphanocapsa* sp. As máximas e mínimas densidades percentuais das amostragens de 28 a 30/maio/2012: Santa Lúcia (95,7%), Brotas (80%), Santa Eudóxia (68,3%), Analândia (61,7%) e Ibaté (56%), com a menor percentagem no município de Corumbataí. Nas coletas de 27 a 29/jun./2012, o município de Charqueada apresentou menor percentagem de cianobactérias (3,9%) e os municípios restantes concentraram maiores percentagens: Santa Lúcia (71,1%), Ibaté (69,8%), Analândia (54,5%) e Itirapina (53,8%). Para a amostragem de 24 a 26/jul./2012, as densidades percentuais máximas foram: 80% (Analândia), 74,1% (Guariba) e 62,8% (Ibaté), e novamente Charqueada apresentou menor densidade de cianobactérias. Observou-se que o município de Ipeúna foi o único que teve maior densidade percentual, tendo ocorrido menos cianobactérias no município de Guariba (2%), na coleta de 29 a 30/ago./2012. Também foi observado um predomínio de três espécies dos gêneros *Merismopedia*, *Planktolyngbya* e *Planktothrix*, uma espécie *Merismopedia tenuissima*, uma espécie

Planktolyngbya liminetica e uma espécie *Planktothrix planktonica*, respectivamente. Algumas dessas espécies podem produzir cianotoxinas dos tipos microcistinas e anatoxinas (CHORUS & BARTRAM, 1999).

5. CONCLUSÃO

A presença constante de cianobactérias nas lagoas de estabilização facultativas fotossintéticas em estações de tratamento de esgoto sanitário é a principal preocupação de risco para a saúde pública, uma vez que os corpos receptores dos efluentes podem ser inapropriados para o aproveitamento em estações de tratamento de água e, conseqüentemente, para o abastecimento das populações.

RECOMENDAÇÕES

- Mais estudos;
- Continuidade deste estudo, enfocando o crescimento de cianobactérias e seus possíveis impactos em corpos d'água receptores.
- Prevenção com ação das autoridades locais municipais quando há suspeita de contaminação;
- Avaliação da toxicidade das cianobactérias encontradas nas lagoas de estabilização facultativas fotossintéticas;
- Deve-se dar maior atenção às algas e cianobactérias em lagoas de estabilização de esgotos sanitários, reconhecendo sua importância por meio de estudos de levantamento taxonômico e de contagem dessas comunidades nesses ambientes;
- Mitigação com remoção das células cianobactérias e das toxinas no efluente.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação Coordenação de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), pelo suporte dado à realização desta pesquisa de Pós-Doutorado Institucional, 2011

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ANAGNOSTIDIS, K. & KOMAREK, J. Modern approach to the classification system of Cyanophytes, 3: Oscillatoriales. *Algological Studies* 50: 327-472, 1988.
- ARAR A. Background to treatment and use of sewage effluent. Ch. 2, Treatment and Use of Sewage Effluent for Irrigation, M.B. Pescod and A. Arar (eds). Butterworths, Sevenoaks, Kent, 1988.
- BICUDO, E.M.C.; MENEZES, M. Gêneros de algas de águas continentais do Brasil (chaves para identificação e descrições). São Paulo: Editora RiMa. 502p. 2006.
- BRENNAN, L., & OWENDE, P. Biofuels from microalgae – a review of technologies for production, processing, and extractions of biofuels and co-products. *Renew. Sustain. Energy Rev*, 14, 557-77, 2010.
- CHORUS I, BARTRAM J. Toxic Cyanobacteria in Water. A Guide to Their Public Health Consequences, Monitoring and Management. E & FN Spon, London. 1999.
- DI BERNARDO, L. Algas e suas influências na qualidade das águas e nas tecnologias de tratamento. Rio de Janeiro: ABES, 1995.
- FELIZATTO, M. R. Reúso de água em Piscicultura do Distrito Federal: Potencial para pós-tratamento de águas residuárias associados à produção de pescado. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, 2000
- FURTADO, A.L.F.F.; CALIJURLI, M.C.; LORENZI, A.S.; HONDA, R.Y. & GENUÁRIO, D.B., FIORE, M.F.. Morphological and molecular characterization of cyanobacteria from a Brazilian facultative wastewater stabilization pond and evaluation of microcystina production. *Hydrobiologia* 627(1): 195-209, 2009.
- IWATA, B. DE F.; CÂMARA, M. M. Caracterização ecológica da comunidade fitoplanctônica do Rio Poti na cidade de Teresina no ano de 2006. *In: Congresso de pesquisa e inovação da rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica II, Anais...* João Pessoa-PB, 2007.

- KOMAREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K.. Cyanoprokaryota. 2. Teil Oscillatoriales. In: B. Büdel; L. Krienitz; G. Gärtner & M. Schagerl (Eds.), Süßwasserflora von Mitteleuropa. Munique: Spektrum Akademischer Verlag., 2005
- KONIG, A.; CEBALLOS, B. S. O. e ALMEIDA, M. V. A. Observações sobre a população algal de efluentes de lagoas de estabilização em escala real no estado da Paraíba – Brasil. XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Cancún, México 27 al 30 de octubre, 2002.
- KÖNIG, A. Biologia das lagoas: algas. In: MENDONÇA, S.R. Lagoas de estabilização aeradas mecanicamente: novos conceitos. João Pessoa: Editora Universitária/UFPb. Cap.2, p.57-87, 1991.
- MACHADO, B.C. “ Avaliação da qualidade dos efluentes de lagoas de estabilização em série da Estação de Tratamento de Esgotos de Samabaia – DF para o cultivo de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*). Dissertação de Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Publicação, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 126 p., 2006.
- MANCUSO, P.C.S. & SANTOS, H.F. ed. Reuso de água. São Paulo: Manole, 579p. 2003.
- MATA, T. M.; MARTINS, A. A.; CAETANO, N. S. Microalgae for biodiesel production and other applications: a review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v.14, p.217-32, 2010.
- PALMER, C.M.. A composite rating of algae tolerating organic pollution. J. Phycology 5, p 78-82, 1969.
- SANT’ANNA, C.L. & AZEVEDO, M.T.P. Contribution to the knowledge of potentially toxic Cyanobacteria from Brazil. Nova Hedwigia 71:359-85, 2000.
- SHUVAL, H.I., ADIN, A., FATTAL, B., RAWITZ, E., YEKUTIEL, P. Wastewater irrigation in developing countries: health effects and technological solutions. World Bank Technical Paper Number 51. The World Bank, Washington , DC. 1986.
- UTHERMÖL, H. Zur Vervollkomnigung der quantitativen Phytoplankton – Methodik Mitteilungen Internationalen Vereinigung fur Theoretische und Angewandte Limnologie, v.9, p.1-38, 1958.
- TORGAN, L. C. Floração de algas: composição, causas e conseqüências. Insula, v.19, p. 15-34, 1989.
- VASCONCELOS, V.M. & PEREIRA, E. Cyanobacteria diversity and toxicity in a Wastewater Treatment Plant (Portugal). Water Research 35(5): 1354-7, 2001.
- VON SPERLING, M. *Lagoas de Estabilização*. 2 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 2002.