

## **INSIDÊNCIA DE CIANOBACTÉRIAS NO ECOSISTEMA LACUSTRE URBANO LAGOA DE MARIA VIEIRA, FORTALEZA-CE**

**Dalila MENEZES 01 (1); Bemvindo GOMES 02 (1).**

(1) Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará, Av. 13 de Maio, 2181, Benfica, 60044-531, Fortaleza, CE, Brasil, e-mail: [liamar@cefetce.br](mailto:liamar@cefetce.br).

### **RESUMO**

Os impactos sofridos pelos ecossistemas lacustres urbanos, advindo de ações antrópicas, se refletem no equilíbrio do manancial e na microbiota presente. Neste contexto o trabalho objetivou analisar a comunidade fitoplanctônica da lagoa Maria Vieira, com ênfase em cianobactérias. As coletas foram realizadas bimestralmente, no período de novembro/2007 a junho/2008 em três pontos (entrada do tributário principal - P1, centro - P2 e sangradouro - P3). Para as análises qualitativas foram coletados 500mL de amostra, concentradas em rede de plâncton e preservados com formalina, para análises quantitativas foram coletados 1.000mL em garrafa e fixada com lugol. Foram identificadas 67 espécies distribuídas em sete classes (Cyanobacteria, Chlorophyceae, Bacillariophyceae, Euglenophyceae, Zignemaphyceae, Xanthophyceae e Cryptophyceae). As classes Cyanobacteria e Chlorophyceae são as que mais se destacam em relação à diversidade de organismos, com média de 20% e 56% respectivamente. Porém nos resultados referentes à quantidade de cél/mL a classe Cyanobacteria destacou-se com média de 94%. Foram registradas doze espécies de cianobactérias, das quais sete são potencialmente toxicogênicas. A média de espécies tóxicas (522.815 cél/mL) ultrapassa o padrão estabelecido pela Resolução CONAMA N° 357/05 (50.000 cel/mL). Nesse contexto se faz necessária a continuidade desses estudos a fim de subsidiar medidas mitigadoras.

**Palavras-chave:** Lagoa urbana, fitoplâncton, cianobactérias.

## 1. INTRODUÇÃO

Os ecossistemas lacustres urbanos sofrem constantemente impactos gerados pela disposição inadequada de resíduos em seu entorno e no seu interior seja por poluição pontual ou difusa. O lançamento de esgotos domésticos é fator primordial para a degradação acelerada desses corpos aquáticos, favorecendo um desequilíbrio comum em ecossistemas impactados, a eutrofização. Esse fenômeno acarreta uma série de complicações para o sistema, como excesso de carga orgânica, perda das propriedades cênicas, incidência de mortandade de peixes, crescimento excessivo de macrófitas e espécies fitoplanctônicas, especialmente as cianobactérias. A redução gradativa da biodiversidade é uma das consequências desse crescimento acelerado de cianobactérias.

As ocupações inadequadas das Áreas de Preservação Ambiental da lagoa agravam a situação de desequilíbrio ambiental, levando em consideração o desrespeito com que se tratam essas áreas de preservação na maioria dos núcleos urbanos, sendo ignoradas e causando graves prejuízos ambientais, como o assoreamento dos corpos d'água, e eventos que acarretam sérios riscos para as populações humanas, como as enchentes e os deslizamentos de encostas.

Levando em consideração a importância da comunidade fitoplanctônica em ecossistemas aquáticos impactados, é fundamental o conhecimento da microbiota aquática, permitindo obter um diagnóstico conciso dos impactos sofridos pelo ambiente estudado e suas consequências.

O presente trabalho objetivou apresentar um diagnóstico do ecossistema urbano aquático lagoa Maria Vieira, através do estudo da biodiversidade da comunidade fitoplanctônica, com ênfase nas cianobactérias, durante o período de novembro/2007 a junho/2008.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A água é, provavelmente, o único recurso natural que tem a ver com os aspectos da civilização humana, desde o desenvolvimento agrícola e industrial aos valores culturais e religiosos arraigados na sociedade. É um recurso natural essencial, seja como componente bioquímico de seres vivos, como meio de vida de várias espécies vegetais e animais, como elemento representativo de valores sociais e culturais e até como fator de produção de vários bens de consumo final e intermediário (MOSS, 2007).

Dentre os ecossistemas, os aquáticos têm merecido maiores estudos, pois além de serem os mais susceptíveis, recebem diretamente esses agentes químicos provenientes de dejetos industriais e domésticos, ou indiretamente, por águas de chuvas e carreamento superficial dos solos (DORNFELD, 2002). Os ecossistemas aquáticos são considerados como os maiores receptores de contaminantes, seja por fontes pontuais, esgotos domésticos e industriais, ou difusas, como águas de chuvas e lixiviados advindos de regiões agrícolas (IPEN, 2006). Além disso, o país tem enfrentado terríveis perdas com enchentes, sobretudo em áreas urbanas de risco, que são densamente povoadas por família de baixa renda e onde, normalmente, os serviços de saneamento básico são precários ou inexistentes (VALDES, *et al.*, 2004).

O excesso de nutrientes nos corpos de água pode levar ao crescimento descontrolado de alguns organismos aquáticos, acarretando prejuízo a determinados usos dos recursos hídricos superficiais. Esses nutrientes, notadamente os sais de nitrogênio e o fósforo, são comumente responsáveis pela proliferação acentuada de algas e macrófitas aquáticas, as quais podem comprometer os usos múltiplos das águas. Os nutrientes chegam aos corpos d'água por meio de erosão de solos, pela fertilização artificial dos campos agrícolas ou pela própria decomposição natural da matéria biodegradável no solo e na água (BRAGA, *et al.*, 2005). Quando esses nutrientes são oriundos de poluentes aportados a partir de ações antrópicas pode acarretar um processo de eutrofização não natural do ecossistema.

A eutrofização artificial é um processo dinâmico, no qual ocorrem profundas modificações qualitativas e quantitativas nas comunidades aquáticas, nas condições físicas e químicas do meio e no nível de produção do sistema, podendo ser considerada uma forma de poluição (ESTEVES, 1998). Considerando a abrangência dos impactos ambientais decorrentes do aporte de poluentes aos ecossistemas aquáticos, novas abordagens aos programas de monitoramento e avaliação ambiental têm sido implementadas, de forma a avaliar a saúde dos ecossistemas, uma vez que as análises químicas da água e sedimento apenas reportam a concentração e o tipo de poluentes nos diferentes compartimentos, não trazendo reais informações sobre os possíveis efeitos reais das comunidades (MATSUI, *et al.*, 2002).

A biomassa fitoplanctônica depende de vários fatores físicos, químicos e biológicos, que por sua vez estão fortemente sujeitos à ação dos pulsos produzidos no sistema, os quais podem ser de origem natural, como precipitação, vento, e influxo do rio, ou antropogênica, principalmente pelo aporte de nutrientes e pela saída em função de seus diversos usos (TUNDISI *et al.*, 1999). O estudo das comunidades é indispensável para diagnóstico preciso a respeito dos impactos sofridos pelas interferências antrópicas.

O conhecimento da comunidade fitoplanctônica de um determinado corpo aquático é fundamental para complementar o conhecimento do estado trófico do ecossistema. Alguns ecologistas argumentam que o desconhecimento da diversidade das espécies aumenta o risco de negligência aos elementos importantes de sua dinâmica (JORGENSEN *et al.*, 1978 e 1981). O processo de identificação desses organismos presentes no plâncton, dispostos em várias camadas da coluna d'água, vem sendo cada vez mais aprimorado com novas técnicas de coleta, microscopia e chaves de classificação (literatura especializada para auxiliar na identificação).

O primeiro e fundamental parâmetro que deve ser considerado é a tomada de todas as medidas necessárias que vão caracterizar esta população, como largura e comprimento tanto celular quanto do tricoma, filamento ou colônia quando pertinente, visando a poder aplicar, posteriormente, alguma ferramenta estatística, como os “softwares”, que possam precisar e avaliar os limites métricos da população. É muito importante o uso de procedimentos simples, mas proveitosos, para se obter informações corretas sobre o material que está sendo observado, como a utilização de azul de metileno e/ou tinta nanquim, para evidenciar bainha mucilagínosa e o lugol para identificar a presença ou não de amido e sua posição (se plastidial ou extra-plastidial) e outras metodologias que podem ser encontradas em bons livros e/ou manuais de ficologia (SENNA, 1999).

Em relação à identificação, esta consiste no reconhecimento de que um táxon é idêntico ou semelhante a outro já conhecido, mediante a utilização de bibliografia adequada, fotografias e/ou desenhos (LAWRENCE, 1973). Os sistemas de classificação, na sua generalidade, são muito diversos e passíveis de correções e modificações, justamente porque tratam com organismos vivos sujeitos a contínuas alterações e influência do ambiente (MAGRIN, 2002).

Enfim a correta identificação dos organismos fitoplanctônicos leva a poder utilizar diferentes índices de diversidade e similaridade com resultados confiáveis, o que é útil para expressar e entender o significado ecológico da complexa associação de espécies em um determinado ambiente (SENNA, 1999).

### 3. MATERIAS E MÉTODOS

#### 3.1. Técnicas e período de amostragem, acondicionamento e transporte de amostras.

As coletas foram realizadas bimestralmente, no período de Nov/Dez-07 a Mai/Jun-08 em três pontos (entrada do tributário principal - P1, centro - P2 e sangradouro - P3), convenientemente georeferenciados (Quadro1). Todas as coletas foram realizadas numa isóbata uma mínima de um metro de profundidade.

**Quadro 1 – Identificação dos pontos de amostragem e coordenadas UTM e geográficas na lagoa Maria Vieira – Fortaleza-CE**

LAGOA	PONTO DE AMOSTRAGEM	COORDENADAS	
		UTM	GEOGRÁFICAS
Maria Vieira	P1 - Entrada do tributário principal	0554537/9579492	3°48'255"/38°30'529"
	P2 - Centro	0554555/9579610	3°48'187"/38°30'526"
	P3 - Sangradouro	0554566/9579700	3°48'142"/38°30'510"

Para as análises qualitativas foram coletados 500mL de amostra, concentradas com rede de plâncton (rede de nylon de 20µm de abertura de malha, com boca de 30 a 50 cm de diâmetro e um coletor na outra extremidade com orifícios vedados com tecido filtrante, de malha igual ou menor que à da rede para saída do excesso de água), acondicionados em frascos plásticos e preservados com formalina tamponada. A vantagem da rede foi possibilitar a filtração de maior volume de água, o que favorece a consecução de maior

número de espécies, que o coletado em garrafas. A seguir as amostras foram acondicionadas para transporte em caixas de isopor com gelo.

Para as análises quantitativas foram coletados 1.000mL de amostra em garrafa de vidro âmbar e fixada in loco com lugol acético, na proporção de 5mL/L. As amostras fixadas foram transportada ao Laboratório Integrado de Águas de Mananciais e Residuárias – LIAMAR/CEFETCE, para processamento.

### 3.2. Análise qualitativa – identificação da comunidade fitoplânctônica

Realizada por microscopia de campo claro em microscópio óptico binocular marca PZO, modelo Studar Lab, equipado com câmara fotográfica, sistema de calibração de medidas e sistema de contraste de fase. A identificação foi realizada por intermédio de chaves de classificação baseadas em bibliografia especializada: Bicudo & Menezes (2006), Bourrely (1972), Komárek (1983), Streble & Krauter (1987), Komárek & Anagnostidis (1999), Santanna *et al.* (2006) e Cybis & Bedati (2006).

### 3.3. Análise quantitativa-contagem de células

Realizada em câmara de Sedgewick-Rafter, por microscopia óptica invertida em microscópio marca Motric calibrado, conforme APHA *et al.* (2005) e CETESB (1978). As contagens foram feitas por faixas ou campos, segundo a distribuição de Poisson. Por esta distribuição obteve-se um intervalo de confiança de  $95\% \pm 20\%$ . Os resultados foram expressos em células/mL. Antes da análise as amostras foram concentradas por sedimentação em proveta de 1000mL, durante 24 horas, conforme Jardim (1999).

## 4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

### 4.1. Lagoa Maria Vieira

A lagoa Maria Vieira ( Figura 1), está localizada na Sub-Bacia B-2 do rio Cocó. É alimentada por um riacho que chega a este reservatório através de um bueiro sob a Av. Paulino Rocha, na altura do Nº 215, confrontando com a Rua Zacarias de Frota, situada a leste. Atualmente este recurso hídrico encontra-se seccionado pela via asfaltada, Rua 01 do Loteamento Residencial Vila Rica. As seções são interligadas por um bueiro de seção circular. A primeira seção integra a área verde do Residencial Vila Rica, cujo espelho d'água é 3,35 ha e a outra área livre do loteamento Green Park Comercial, com espelho líquido de 0,96 há.



Considerando que a área não é dotada de rede pública de esgoto, destacam-se entre as principais fontes de poluição, com reflexos diretos na APP: espelho d'água com presença de macrófitas aquáticas flutuantes e fixas, notadamente, o aguapé, característico de ambiente eutrofizado, ocupação irregular na APP, falta de operação e manutenção nos sistemas de drenagem, entrada pontual (Figura 2<sup>a</sup>) e difusa de esgoto.

Apesar dos impactos sofridos vale destacar o valor paisagístico (Figura 2-b), bem como a contribuição deste importante ecossistema na drenagem, amortecendo as cheias, contribuindo, assim, com a diminuição da vazão afluente para o sangradouro, que atravessa o conjunto Ubiratan Aguiar, e desemboca no Rio Cocó. Com dos impactos sofridos, a comunidade fitoplanctônica da lagoa é pouco diversificada.

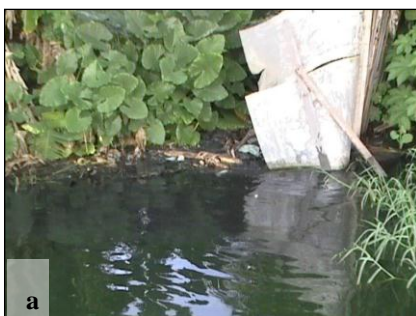


Figura 2 - a. Lançamento clandestino de esgoto bruto na lagoa Maria Vieira.  
b. Aspecto paisagístico da lagoa Maria Vieira.

Nos dois primeiros bimestres foram realizadas apenas análises qualitativas de identificação da comunidade fitoplânctônica, no terceiro e quarto bimestres são apresentados resultados de identificação de contagem, expressos em células por mL.

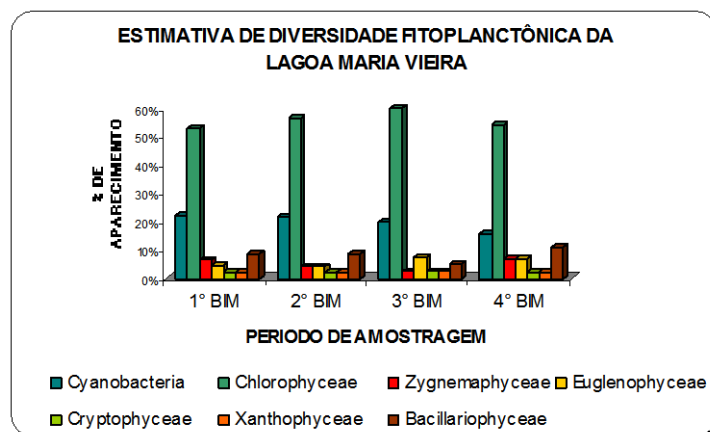
#### 4.2. Estimativa da diversidade do fitoplâncton da lagoa Maria Vieira

Durante todo o período de amostragem foram identificadas 67 espécies distribuídas em sete classes taxonômicas (Cyanobacteria, Chlorophyceae, Bacillariophyceae, Euglenophyceae, Zignemaphyceae, Xanthophyceae e Cryptophyceae). As classes Cyanobacteria e Chlorophyceae foram as que mais se destacaram em relação à biodiversidade, com média de 20% e 56% respectivamente, da variedade de espécies registradas durante os três bimestres, mostrados na Tabela 1.

**Tabela 1 – Percentual dos táxons na lagoa Maria Vieira do período de Dez/07 a Mar/08**

CLASSES/TÁXONS	1° BIM	2° BIM	3° BIM	4° BIM
Cyanobacteria	22,2%	21,7%	20%	16%
Chlorophyceae	53,3%	56,5%	60%	54,5%
Zygnemaphyceae	6,6%	4,3%	2,5%	6,8%
Euglenophyceae	4,4%	4,3%	7,5%	6,8%
Cryptophyceae	2,2%	2,1%	2,5%	2,2%
Xanthophyceae	2,2%	2,1%	2,5%	2,2%
Bacillariophyceae	8,8%	8,6%	5%	11,3%

A diversidade de espécies pertencentes na classe Chlorophyceae é notável durante todo o período de amostragem (Figura-3), com o total de 36 dos táxons identificados (17 espécies, 18 gêneros e 1 família). Os outros 31 táxons identificados estiveram distribuídos nas classes restantes, sendo 6 em nível de espécie, 22 gêneros e 2 famílias. A lagoa apresentou uma variedade em classes, porem baixa diversidade de espécies nas classes registradas durante as análises qualitativas.



**Figura 3 – Estimativa da biodiversidade de espécies fitoplânctônicas da lagoa de Maria Vieira durante quatro bimestres de amostragem - Nov/07 a Jun/08**

A classe Cyanobacteria se destacou não só como a segunda classe mais diversificada em espécies, mas também quantitativamente é a classe mais representativa, mostrando uma biomassa relevante de cianobactérias no ecossistema.

Ao todo foram registradas 12 espécies de cianobactérias, das quais 7 são potencialmente produtoras de toxinas. O Quadro 1 apresenta as espécies de cianobactérias encontradas na lagoa durante o período de amostragem e destaca as espécies potencialmente toxicogênicas, evidenciando suas toxinas, a ação de cada cianotoxina e as referências de registros de produção de toxinas dessas espécies.

**Quadro 2 – Gêneros de cianobactérias, frequência de aparecimento, possíveis toxinas geradas e suas características, encontradas na lagoa Maria Viera, Fortaleza-CE, no período Nov/Dez-07 a Mai/Jun-08.**

Táxons	Bimestres				Toxinas*	Ação	Referências
	1°	2°	3°	4°			
<i>Anabaena spp</i>					MCY, ANT-X-a e SXT	Hepatotóxica e Neurotóxica	Werner <i>et al.</i> (2000)
<i>Anabaenopsis spp</i>					MCY	Hepatotóxica	Fernandes <i>et al.</i> (2005)
<i>Aphanocapsa spp</i>					MCY	Hepatotóxica	Fernandes <i>et al.</i> (2005)

**Quadro 2 – Gêneros de cianobactérias, frequência de aparecimento, possíveis toxinas geradas e suas características, encontradas na lagoa Maria Viera, Fortaleza-CE, no período Nov/Dez-07 a Mai/Jun-08 (CONTINUAÇÃO).**

Táxons	Bimestres				Toxinas*	Características	Referências
	1°	2°	3°	4°			
<i>Chroococcus spp</i>					-	-	-
<i>Merismopedia spp</i>					-	-	-
<i>Cylindrospermopsis spp</i>					CYN	Hepatotóxica e Neurotóxica	Jardim <i>et al.</i> (2000)
<i>Oscillatoria spp</i>					ANTX-a e SXT	Neurotóxica	Jardim <i>et al.</i> (2000)
<i>Pseudoanabaena spp</i>					MCY e SXT	Hepatotóxica e Neurotóxica	Yunes <i>et al.</i> (2000)
<i>Raphidiopsis spp</i>					-	-	-
<i>Sphaerocavum spp</i>					-	-	-
<i>Synechocystis aquatilis</i>					MCY	Hepatotóxica	Nascimento (1999)
<i>Coelosphaerium spp</i>					-	-	-

\*MCY: Microcistina; ANTX-a: Anatoxina-a; SXT: Saxtoxina; CYN: Cylindrospermopsina.

O Gênero *Anabaena* foi registrado na lagoa Maria Vieira durante as três últimas amostragens, esse gênero é produtor de neurotoxinas e hepatoxinas de acordo com Fernandes *et al* (2005) e Jones (1999). De acordo com Sant'Anna e Azevedo (2000) a espécie *Microcystis aeruginosa* apresenta a distribuição mais ampla no Brasil e *Anabaena* é o gênero com o maior número de espécies potencialmente tóxicas (*A. circinalis*, *A. flos-aquae*, *A. planctonica*, *A. solitaria* e *A. spiroides*).

Dentre as ações das cianotoxinas encontradas nas espécies de cianobactérias que foram registradas na lagoa variam de efeitos hepatotóxicos, neurotóxicos e dermatotóxicos, o que causa preocupação, pois as atividades desenvolvidas na lagoa envolve contato primário (banho, recreação, pesca de subsistência) e obtenção de alimento (pesca de subsistência), considerando que alguns estudos têm evidenciado bioacumulação de microcistinas em organismos aquáticos, como peixes, moluscos bivalvos e zooplâncton (SIVONEN & JONES, 1999).

Os gêneros *Pseudoanabaena* e *Synechocystis* foram também encontrados no primeiro e quarto bimestres e nos dois primeiros bimestres, respectivamente, na lagoa Maria Vieira, os quais apresentam espécies potencialmente produtoras de microcistinas e saxtoxina, conforme estudos de Nascimento e Azevedo (1999) e Yunes *et al.* (2000)

#### 4.3. Estimativa da biomassa do fitoplâncton da lagoa Maria Vieira

O Quadro 3 mostra o registro quantitativo da comunidade fitoplânctonica da lagoa Maria Vieira. As classes **Cyanobacteria** e **Chlorophyceae** são as que mais se destacaram: a primeira pela quantidade de organismos e a segunda pela diversidade de táxons identificados. No terceiro bimestre as espécies potencialmente produtoras de toxina estiveram presentes em todos os pontos de amostragem em valores (272.475 cél/mL - P.1, 751.824 cél/mL - P.2 e 628.169 cél/mL - P.3) acima do estabelecido pela Resolução CONAMA N° 357/05 (50.000 cél/mL). No quarto bimestre os valores também excederam ao limite legal, atingindo: 498.576 cél/mL no P.1, 395.404 cél/mL no P.2 e 590.444 cél/mL no P.3. Os valores médios para os bimestres citados foram, respectivamente 550.822 cél/mL e 494.808 cél/mL, totalizando 94% de todas as células quantificadas na lagoa neste período. As demais classes não apresentaram valores significativos.

**Quadro 3 - Distribuição quantitativa da comunidade fitoplanctônica na lagoa Maria Vieira nos três pontos de amostragem nos períodos de Mar/Abr-08 (3° bimestres) e Mai/Jun-08 (4° bimestre)**

CLASSES/TÁXONS	CONTAGEM (cél/mL)					
	PONTO-01		PONTO-02		PONTO-03	
<b>Cyanophyceae</b>	3° Bim	4° Bim	3° Bim	4° Bim	3° Bim	4° Bim
<i>Anabaena spp</i>	-	1.530	1061	1.564	-	3.264
<i>Anabaenopsis spp</i>	-	-	-	-	1.173,3	-
<i>Aphanocapsa spp</i>	271.350	483.786	742.275	384.060	606.457	572.220
Chroococcales	4.200	6.018	15.575	3.902	10.464	-
<i>Chroococcus spp</i>	375	-	-	-	195	-
<i>Merismopedia spp</i>	76.725	190.515	397.238	77.496	288.157	138.556
<i>Cylindrospermopsis spp</i>	1.125	13.260	8.488	9.780	20.538	14.960
<b>Chlorophyceae</b>						
Chlorococcales	12.120	6.222	30.238	-	15.980	7.806
<i>Coelastrum spp</i>	487	-	7.957	-	-	-

**Quadro 3 - Distribuição quantitativa da comunidade fitoplanctônica na lagoa Maria Vieira nos três pontos de amostragem nos períodos de Mar/Abr-08 (3º bimestres) e Mai/Jun-08 (4º bimestre) - CONTINUAÇÃO**

CLASSES/TÁXONS	CONTAGEM (cél/mL)					
	PONTO-01		PONTO-02		PONTO-03	
<i>Coelastrum cf pseudomicroporum</i>	-	1.224	-	978	15.843	1.360
<i>Crucigenia spp</i>	750	-	5.060	-	3.912	-
<i>Crucigeniella rectangularis</i>	-	2.631	-	1.555	-	2.176
<i>Desmodesmus spp</i>	-	10.608	-	13.692	3.912	14.144
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	990	-	4.137	-	-	-
<i>Kirchneriella spp</i>	-	-	1.697	-	1.447	-
<i>Monoraphidium contortum</i>	712	408	318	684,6	489	1.360
<i>Monoraphidium griffithii</i>	300	-	-	-	-	-
<i>Scenedesmus spp</i>	4.950	2.856	15.702	5.868	3.520	5.984
<i>Schroederia spp</i>	262	-	1061	195	-	-
<i>Pediastrum tetras</i>	-	612	2.546	3.129	-	4.352
<i>Pediastrum duplex</i>	-	2.121	-	3.902	-	1.564
<i>Tetraedron minimum</i>	150	-	-	-	293	-
<i>Tetraedron muticum</i>	112	204	106	-	195	-
<i>Tetrastrum heteracanthum</i>	150	1.632	2.970	1.173	-	2.176
<b>Cryptophyceae</b>						
<i>Cryptomonas spp</i>	840	12.342	4.137	16.528	10.855	20.264
<b>Euglenophyceae</b>						
<i>Phacus spp</i>	-	816	-	489	195	544
<b>Zygnemaphyceae</b>						
<i>Cosmarium spp</i>	-	-	-	-	293	136

## 5. CONCLUSÃO

A avaliação das condições ambientais da lagoa Maria Vieira permitiu a constatação de diferentes impactos, especialmente os lançamentos clandestinos de esgotos sem tratamento por via direta ou por intermédio do sistema de drenagem de águas pluviais, já que a área não é dotada de rede de esgoto, agravada pelo descompromisso dos usuários, com convivência velada do poder político, ocupação irregular da APP com desenvolvimento de atividades poluidoras como criação de animais, comércio, resultando na disposição de resíduos sólidos na margem. Na verdade esta é uma situação que se reproduz na maioria dos sistemas lacustres de Fortaleza-Ce.

Tais impactos se refletiram na avaliação do fitoplâncton da lagoa, com ênfase na componente cianobactérias, que apresentou número elevado de cianobactérias e espécies potencialmente produtoras de toxinas com média acima do estabelecido pela legislação vigente em todos os pontos de amostragem e durante todo o período de estudo.

Considerando que a lagoa é ainda muito utilizada em atividades de contato primário, incluindo a pesca de subsistência, tal situação torna-se preocupante, requerendo ações de proteção e recuperação. Ressalte-se que a continuidade dos estudos das comunidades aquáticas nestes ecossistemas serão de grande importância para se conhecer de forma mais precisa a influência destes impactos no equilíbrio ecológico do corpo hídrico, especialmente aqueles que se refletem na comunidade fitoplanctônica, considerada uma das mais sensíveis.

## REFERÊNCIAS

- BICUDO, C. E M.; MENEZES, M. **Gênero de Algas de Águas Continentais do Brasil chave de identificação e descrições**. São Paulo. Rima, 2006.
- BRAGA, B.; HESPEHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; MIERZMA, J. C. M.; BARROS, M. T. L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NICCU, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução à engenharia ambiental o desafio do desenvolvimento sustentável**. São Paulo, Pearson. 2005.
- CALIJURI, M. C.; ALVES, M. S. A.; SANTOS, A. C. A. **Cianobactérias e Cianotoxinas em Águas Continentais**. São Paulo, 1978.



- CARMICHAEL, W. W.; MAHMOOD, N. A.; HYDE, E. G. **Natural toxins from cyanobacteria (bluegreen algae)**. In: Hall S, Strichartz G, editors. Marine toxins: origin, structure, and molecular pharmacology. Washington, D.C.; American Chemical Society; 1990.
- CETESB, NT 06: L5.303. **Determinação da fitoplâncton de água doce – métodos qualitativos e quantitativos**. São Paulo, 1978.
- CYBIS, L. F.; BENDATI, M. M.; MAIOZONAVE, C. R. M.; WERNER, V. R.; DOMINGUES, C. D. **Manual para estudo de cianobactérias planctônicas em mananciais de abastecimento público: Caso da Represa Lomba do Sabão e Lago Guaíba, Porto Alegre, Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, PROSAB, 2006.
- DORNFELD, C. B. **Utilização de análises limnológicas, bioensaios de toxicidade e macroinvertebrados bentônicos para o diagnóstico ambiental do reservatório de Salto Grande (Americana, SP)**. Dissertação de Mestrado - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2002.
- ESTEVES, F.A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Editora Interciência/Finep, 1988.
- FALCONER, I.; BARTRAM, J.; CHORUS, I.; KUIPER-GOODMAN, T.; UTKILEN, H.; BURCH, M.; CODD, G.A. Safe levels and safe practices. In: CHORUS I.; BARTRAM, J. (Ed.) **Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health-consequences, monitoring and management**. London: E&FN Spon, 1999.
- FERNANDES, L.F.; WOSIACK, A.C.; PACHECO, C.V.; DOMINGUES, L.; LAGOS, P.D. Cianobactérias e cianotoxinas. In: ANDREOLI, C.V.; CARNEIRO, C. (Ed.). **Gestão Integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados**. Curitiba; Sanepar/Finep, 2005.
- JARDIM, F.A.; **Implantação e realização de análises de cianotoxinas com avaliação do potencial tóxico em estações de tratamento da COPASA, MG** (Dissertação). Belo Horizonte (MG); UFMG; 1999.
- JØGENSEN, S. E.; VOLLENWEIDER, R. A. **Diretrizes para o Gerenciamento de Lagos, princípios para o gerenciamento de lagos**. São Carlos. Rima, 2000.
- JØGENSEN, S. E.; LÖFFLER, H. **Diretrizes para o Gerenciamento de Lagos, gerenciamento de litorais lacustres**. São Carlos. Rima, 2000.
- KOMÉREK, J. **Das Phytoplankton des Sü wassers**. 7. Teil Chlorococcales. Tomo I., Stuttgart, 1983.
- KOMÉREK, J. **Das Phytoplankton des Sü wassers**. 7. Teil Chlorococcales. Tomo II., Stuttgart, 1983.
- KOMÉREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K.; **Cyanoprokaryota**. 1. Teil Chroococcales. Gustav Fisher, 549pp, 1999.
- MATSUI, S.; BARRETT, B. F. D.; BANERJEE, J. **Diretrizes para o gerenciamento de lagos - Gerenciamento de substâncias tóxicas em lagos e reservatórios**. São Paulo. v. 4. 2002.
- MOHAMOOD, N. A.; CARMICHAEL, W. W. **Paralytic shellfish poisons produced by the freshwater cyanobacterium Aphanizomenon flos-aquae NH-5**. Toxicon 1986.
- MOSS, M.; GÉRARD; **A Importância da Água**. Brasil das águas - Revelando o azul do verde e do amarelo. Disponível em: [http://www.brasildasaguas.com.br/brasil\\_das\\_aguas/importancia\\_agua.html](http://www.brasildasaguas.com.br/brasil_das_aguas/importancia_agua.html). Acesso em 23/04/2008.
- NASCIMENTO, S. M.; AZEVEDO, S. M. F. O.; **Changes in cellular components in a Cyanobacterium (Synechocystis aquatilis) subjected to different N/P ratios-na ecophysiological study**. Environmental Toxicology 1999.
- NOGUEIRA, M. O.; HENRY, R.; JORCIN, A. **Ecologia de reservatórios: impactos potenciais, ações de manejo e sistemas de cascata**. São Carlos. Rima, 2006.
- PÁDUA, V. L. **Contribuição ao estudo da remoção de cianobactérias e microcontaminantes orgânicos por meio de técnicas de tratamento de água para consumo humano**. Belo Horizonte. PROSAB, 2006.
- REVIERS, B. **Biologia e filogenia das algas**. Porto Alegre. Artmed, 2006.
- RODRIGUES, L.; THOMAZ, S. M.; AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. G. **Biocenoses em reservatórios, Padrão Espaciais e Temporais**. São Carlos. Rima, 2005.
- ROLAND, F.; CESAR, D. MARINHO, M. **Lições de Limnologia**. São Paulo. Rima, 2005.
- SANT'ANA, C. L. AZEVEDO, M. T., AGUIJARO, L. F., CARVALHO, M. C. CARVALHO, L. R. & SOUSA, R. C. R. **Manual ilustrado para identificação e contagem de cianobactérias planctônicas de águas continentais brasileiras**. Interciência, Rio de Janeiro, Brasil, 2006.
- SANT'ANA, C. L. AZEVEDO, M. T. **Contribution to the knowledge of potentially toxic Cyanobacteria from Brazil**. Nova Hedwigia 2000.
- SENNA, P. A.C.; MAGRIN, A. G. E. **Importância da “boa” identificação dos organismos fitoplanctônicos para os estudos ecológicos**. In: Pompêo, M.L.M. (ed.) **Perspectiva da Limnologia no Brasil**. São Luís: Gráfica e Editora União, 1999.



- SIVONEN, K.; HIMBERG, K.; LUUKKAINEN, R.; NIEMELA, S.; POON, G. A. **Preliminary characterization of neurotoxic cyanobacterial blooms and strains from Finland.** Toxicity Assessment 1989.
- SIVONEN, K.; JONES, G. Cyanobacterial toxins. In: CHORUS, I.; BARTRAM, J. (Ed.). **Toxic cyanobacteria in water; A guide to their public health consequences, monitoring and management.** London: E & FN Spon, 1999.
- TAVARES, L.H.S.; ROCHA, O. **Produção de Plâncton (Fitoplâncton e Zooplâncton) para Alimentação de organismos Aquáticos.** São Paulo. Rima, 2003.
- TUNDISI T. G., MATSUMURA, T.; ROCHA, O.; ESPINDOLA, E. L. G.; RIETZLER, A.C.; IBANEZ, M.S.; COSTA, N. P.; CALIJURI, M.C. **Aquatic biodiversity as a consequence of diversity of habitats and functioning mechanisms,** An. Acad. Bras. Ci. 1998.
- VALDES A.; *et al.* **Impactos e Externalidades Sociais da Irrigação no Semi-árido Brasileiro.** Série Água Brasil. Banco Mundial, Brasília. v.5, 2004
- WERNER, V. R.; TORGAN, L. C.; YUNES, J. S.; **Ocorrência de floração de cianofíceas (cianobactérias) tóxicas na represa de Itaúba, RS, Brasil.** In: Resumos do Seminário Internacional da Represa do Lobo-Broa; 2000; São Carlos, Brasil.
- YUNES; J. S.; CUNHA, N. T.; CONTE, S. M; RABELLO, I. M.; GIORDANI, A. T.; BENDATTI, M. M.; MAIZONAVE, C. M.; GRANADA, G. L. HEIN, R. P. Programa AGUAAN: **Agilização do Gerenciamento e Utilização de Águas com Algas Nocivas.** In: Anais do XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2000; Porto Alegre, Brasil.
- ZAGATTO. P. A.; BERTOLETTI, E.; MENEZES, M. **Ecotoxicologia Aquática Princípios e aplicações.** São Paulo. Rima, 2006.