



## I-361 - CARACTERIZAÇÃO DA COMUNIDADE DE CYANOPHYTAS PERIFÍTICAS EM ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA: ESTUDO DE CASO ETA SÃO SEBASTIÃO, CUIABÁ-MT

**Catarina S. Oliveira<sup>(1)</sup>**

Engenheira Sanitarista pela Universidade Federal de Mato Grosso. Mestre em Física e Meio Ambiente pela Universidade Federal de Mato Grosso. Assessora Técnica da Companhia de Saneamento da Capital - SANECAP.

**Liliana V. Alves Côrrea<sup>(2)</sup>**

Bióloga pela Universidade Federal de Mato Grosso. Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Técnica Nível Superior Universidade Federal de Mato Grosso.

**Eliana B. Nunes Rondon Lima<sup>(3)</sup>**

Engenheira Sanitarista pela Universidade Federal de Mato Grosso, Mestrado em Public Health Engineering pela Leeds University e Doutorado em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Professora Adjunta da Universidade Federal de Mato Grosso e Diretora Presidente da Companhia de Saneamento da Capital - SANECAP.

**Bruno Ramos Brum<sup>(4)</sup>**

Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso. Estagiário da Companhia de Saneamento da Capital – SANECAP.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Trinta, 199, Aptº 03 - Boa Esperança - Cuiabá - MT - CEP: 78068-790 - Brasil - Tel: (65) 9288-4201 - e-mail: [cat@ufmt.br](mailto:cat@ufmt.br)

### RESUMO

O presente trabalho procurou caracterizar qualitativa e quantitativamente a comunidade de Cyanophytas perifíticas existentes na Estação de Tratamento de Água São Sebastião, Cuiabá-MT, utilizando-se a metodologia de substratos artificiais. As amostras para análises ficoperifíticas foram coletadas no ponto de chegada da água bruta na ETA (P1) e após o processo de decantação (P2), onde foram fixados os substratos artificiais por períodos de 15 dias, de julho a outubro de 2005. A composição das algas perifíticas apresentou maior abundância e maior riqueza para P2. As espécies que apresentaram a maior contagem de indivíduos em P1 foram *Snowella sp*, seguida por *Oscillatoria subbrevis* e *Oscillatoria limosa*. Para P2, a maior contagem de indivíduos registrada foi da espécie *Oscillatoria splendida*, seguida por *Chaesiphon incrustan* e *Oscillatoria sp2*. A maior abundância e a maior riqueza de algas perifíticas foram registradas em P2. A menor velocidade da corrente nesse ponto pode justificar em parte a expressividade no aumento do perifíton neste ponto. O gênero *Snowella*, apesar de ser considerado principalmente planctônico, apresentou maior contagem em P1 no período de 8/09 a 23/09. P2 aprestou maior abundância na população de cianobactérias filamentosas. O gênero *Oscillatoria*, apresentou maior abundância e a maior riqueza de espécies em P2. Este gênero é descrito na literatura como potencial causador de problemas operacionais e de tratabilidade implicando em possíveis impactos na qualidade da água tratada e na saúde humana.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cyanophytas perifíticas; Substratos artificiais; Tratamento de água.

### INTRODUÇÃO

A degradação dos recursos hídricos, aliada à escassez de água e à dificuldade de tratamento, entre outros fatores, são causas do comprometimento da qualidade da água fornecida à população. É consenso que as condições de saúde e de longevidade da população estão diretamente ligadas ao acesso à água de qualidade segura.

Nas estações de tratamento de água (ETAs) alguns gêneros de algas podem afetar a qualidade da água por produzirem lodo, cor, odor e sabor, algumas causam corrosão no concreto e no aço, influenciam na coagulação, decantação e filtração, diminuem a dureza da água, causam obstrução dos filtros e propiciam o desenvolvimento de bactérias (PALMER, 1958; BRANCO, 1986; DI BERNARDO, 1995), além do potencial perigo que algumas algas podem ocasionar à saúde humana com a liberação das toxinas.



Há também atualmente uma grande preocupação dos pesquisadores em demonstrar que a utilização de algas (sejam as espécies planctônicas, sejam as espécies presentes no perifíton) possa fornecer informações relevantes sobre a qualidade das águas, de forma complementar às usuais análises físico-químicas e microbiológicas.

Tendo em vista os problemas associados às algas em estações de tratamento de água, as conseqüências advindas de sua presença na água de abastecimento público, cada vez mais se fazem necessárias pesquisas com intuito de investigar e buscar novas metodologias e alternativas para o monitoramento de algas nas estações de tratamento de água.

Este trabalho teve como objetivo caracterizar qualitativa e quantitativamente a comunidade de Cyanophytes perifíticas da água bruta e após o processo de decantação na Estação de Tratamento de Água São Sebastião, Cuiabá-MT.

## ÁREA DE ESTUDO

A Estação de Tratamento de Água escolhida para o estudo localiza-se na Av. São Sebastião s/no, bairro Quilombo, no município de Cuiabá/MT. Também denominada ETA II, a Estação de Tratamento de Água São Sebastião é operada pela Companhia de Saneamento da Capital (SANECAP), gerenciada pela Prefeitura Municipal de Cuiabá/MT.

O manancial que abastece a ETA II é o rio Cuiabá. As nascentes do rio Cuiabá localizam-se no município de Rosário Oeste. É formado inicialmente por dois cursos d'água, o Cuiabá da Larga e o Cuiabá de Bonito. O ponto de união desses dois cursos é denominado Limoeiro, onde o rio passa a ser denominado Cuiabazinho. Logo a jusante desse ponto recebe as águas do rio Manso, dobrando seu volume e passando a ser denominado rio Cuiabá (CAVINATTO, 1995).

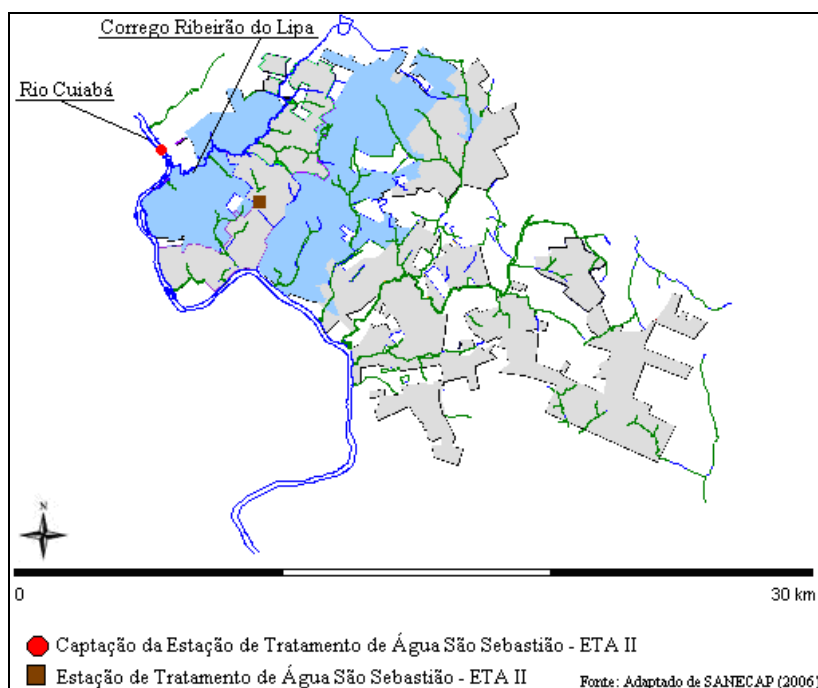


Figura 1 - Localização da captação e da Estação de Tratamento de Água ETA II.

Segundo LIMA (2001), os usos preponderantes da água na bacia do rio Cuiabá são destinados ao abastecimento público e rural, à irrigação, geração de energia e diluição de efluentes industriais e domésticos e ainda para a pesca, navegação e lazer, sendo que alguns desses usos resultam em impactos sobre os demais, principalmente nas áreas que apresentam maiores concentrações populacionais, onde são diretamente lançados esgotos domésticos, resíduos sólidos in natura, além das parcelas provenientes dos efluentes industriais.



A vazão do rio Cuiabá é diretamente influenciada pela sazonalidade da região, indicando que os períodos das maiores vazões são coincidentes com as maiores precipitações e dessa mesma maneira, os períodos de menores vazões, correspondem às menores precipitações.

Entretanto, com a operação da APM Manso a partir de 2002, MOURA (2006) afirma que houve diversas modificações no regime hídrico do rio, como o aumento da vazão média no período de seca, compreendidos pelos meses de maio a outubro.

A área de estudo está inserida na denominada Baixada Cuiabana, no centro-sul do estado de Mato Grosso. O clima predominante é do tipo quente tropical semi-úmido (AW de Köppen), com temperatura média anual de 26°C, com as máximas médias diárias em torno de 36°C em setembro, e as mínimas de 15°C em julho. A temperatura é mais elevada no período de setembro a novembro (INMET, 2000).

## MATERIAIS E MÉTODOS

Foram definidos os seguintes pontos amostrais:

P1 – Chegada da água bruta na estação antes do ressalto hidráulico e da adição do coagulante no início do processo de tratamento (Figura 2).

P2 – Canal de distribuição da água após o processo de decantação (Figura 3).



**Figura 2 - P1 - Ponto de coleta das amostras na entrada da água bruta na estação.**



**Figura 3 - P2 - Ponto de coleta das amostras no canal de distribuição da água decantada.**

Para caracterização das comunidades perifíticas foram escolhidos como substratos artificiais lâminas de vidro para microscopia, devido à facilidade de obtenção e manuseio, além do fato deste substrato permitir a observação direta ao microscópio.

Adaptado de ZEILHOFER (2002), os materiais utilizados para obtenção de amostras de algas perifíticas foram compostos por conjuntos de duas lâminas justapostas, previamente esterilizadas em estufa a 200°C, fixadas uma à outra por meio de um elástico. Os pares de lâminas foram encaixados em um suporte de madeira fendado e protegidas por uma grade para tubos de ensaio (Figura 4).



**Figura 4 - Conjunto utilizado como substrato artificial para coleta das algas perifíticas.**

As réplicas das lâminas ficaram submersas (Figura 5) por um período de 15 dias, de julho a outubro de 2005 (Tabela 1), a uma profundidade de 0,77 m para P1 e 0,84 m para P2.

**Tabela 1 – Período em que os substratos ficaram submersos.**

25/7/2005 – 9/8/2005
9/8/2005 – 24/8/2005
24/8/2005 – 8/9/2005
8/9/2005 – 23/9/2005
23/9/2005 – 8/10/2005
8/10/2005 – 23/10/2005

As lâminas foram armazenadas em frascos apropriados (Figura 6), fixadas no local da coleta com formol concentração final de 4%.



**Figura 5 - Substrato submerso.**



**Figura 6 - Frascos contendo réplicas das lâminas após colonização de 15 dias.**

As lâminas foram levadas à microscopia óptica (Microscópio biológico invertido trinocular OPTON mod. TNB-05T-PL) para a contagem (através de campo contínuo), desenho, fotografia e identificação das algas perifíticas.

Foram analisadas réplicas das lâminas obtendo como resultado final a média de cada réplica. Cada lâmina tem 2,6 cm de largura e 7,6 cm de altura, considerando 5,6 cm devido ao fato de terem sido desprezados 2 cm da altura, sendo 1 cm onde foi aplicado o elástico para a justaposição e 1 cm onde as lâminas se encaixavam nas fendas do suporte de madeira. Para a observação ao microscópio, foi considerada como área útil, portanto, 14,56 cm<sup>2</sup> de cada lâmina.

A identificação das algas foi realizada no laboratório de Microbiologia Sanitária e Ambiental - Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso.

A identificação das algas baseou-se em literatura específica e nas chaves de classificação apresentadas por BICUDO; MENEZES (2006), BOURRELLY (1985), SANT'ANNA et al (2006).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontrados 33 táxons distribuídos em 11 gêneros, 7 famílias e 3 ordens. No total foram quantificados 26.628 indivíduos sendo 5.503 indivíduos (20,7%) para P1 (chegada da água bruta na estação) e 21.125 indivíduos (79,3%) para P2 (Canal de distribuição da água decantada) (Tabela 2).

A espécie que apresentou maior contagem de indivíduos em P1 foi *Snowella sp* (4.587 ind.) seguida por *Oscillatoria subbrevis* (161 ind.) e *Oscillatoria limosa* (112 ind.). Para P2, a maior contagem de indivíduos foi registrada para *Oscillatoria splendida* (5.992 ind.), seguida de *Chaesiphon incrustan* (3.854 ind.) e *Oscillatoria sp2* (2.307 ind.) (Tabela 2).



Tabela 2 – Classificação taxonômica das espécies observadas e abundância nos respectivos pontos de amostragem

DIVISÃO CYANOPHYTAS						
CLASSE CYANOPHYCEAE						
ORDEM	FAMILIA	GENERO	ESPECIE	Σ P1	Σ P2	Σ P1+P2
Chroococcales	Synechococcaceae	<i>Aphanothece</i> Nägeli 1849	<i>Aphanothece ellipsoidea</i>	0	12	12
Nostocales	Rivulariaceae	<i>Calothrix</i> C. Agardh ex Bornet & Flahault 1886	<i>Calothrix</i> sp	8	28	36
Chamaesiphonales	Chamaesiphonaceae	<i>Chamaesiphon</i> A Braun & Grunow in Rabenhorest 1865	<i>Chamaesiphon incrustan</i>	2	3854	3856
		<i>Chamaesiphon</i>	<i>Chamaesiphon curvatus</i>	0	978	978
Chroococcales	Merismopediaceae	<i>Coelomoron</i> Buell 1938	<i>Coelomoron</i> sp	40	116	156
Chroococcales	Synechococcaceae	<i>Cyanodictyon</i> Pascher 1914	<i>Cyanodictyon</i> sp	0	22	22
Chroococcales	Microcystaceae	<i>Gloeocapsa</i> Kützing 1843	<i>Gloeocapsa</i> sp	20	70	90
Chroococcales	Merismopediaceae	<i>Merismopedia</i> Meyen 1839	<i>Merismopedia</i> sp	80	0	80
Chroococcales	Microcystaceae	<i>Microcystis</i> Kützing ex Lemmermann 1907	<i>Microcystis</i> sp1**	12	24	36
		<i>Microcystis</i>	<i>Microcystis</i> sp2**	23	13	36
		<i>Microcystis</i>	<i>Microcystis</i> sp3**	15	25	40
		<i>Microcystis</i>	<i>Microcystis</i> sp4**	0	11	11
		<i>Microcystis</i>	<i>Microcystis</i> sp5**	0	13	13
		<i>Microcystis</i>	<i>Microcystis</i> sp6**	0	80	80
		<i>Microcystis</i>	<i>Microcystis</i> sp7**	0	8	8
		<i>Microcystis</i>	<i>Microcystis</i> sp8**	0	10	10
Nostocales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i> Vaucher ex Gomont 1892	<i>Oscillatoria formosa</i> * **	3	6	9
		<i>Oscillatoria</i>	<i>Oscillatoria limosa</i> * **	112	2147	2259
		<i>Oscillatoria</i>	<i>Oscillatoria principis</i> * **	9	38	47
		<i>Oscillatoria</i>	<i>Oscillatoria pseudogeminata</i> * **	56	1138	1130
		<i>Oscillatoria</i>	<i>Oscillatoria</i> sp1* **	82	1290	1372
		<i>Oscillatoria</i>	<i>Oscillatoria</i> sp2* **	73	2307	2380
		<i>Oscillatoria</i>	<i>Oscillatoria</i> sp3* **	0	104	104
		<i>Oscillatoria</i>	<i>Oscillatoria</i> sp4* **	38	353	391
		<i>Oscillatoria</i>	<i>Oscillatoria</i> sp5* **	0	705	705
		<i>Oscillatoria</i>	<i>Oscillatoria</i> sp6* **	0	126	126
		<i>Oscillatoria</i>	<i>Oscillatoria</i> sp7* **	0	38	38
		<i>Oscillatoria</i>	<i>Oscillatoria</i> sp8* **	0	192	192
		<i>Oscillatoria</i>	<i>Oscillatoria</i> sp9* **	0	27	27
		<i>Oscillatoria</i>	<i>Oscillatoria splendida</i> * **	74	5992	6066
		<i>Oscillatoria</i>	<i>Oscillatoria subbrevis</i> * **	161	1209	1370
Nostocales	Phormidiaceae	<i>Planktotrix</i> Anagnostidis & Komárek 1988	<i>Planktotrix</i> sp	108	10	118
Chroococcales	Merismopediaceae	<i>Snowella</i> Elenkin 1938	<i>Snowella</i> sp	4587	179	5070
<b>TOTAL = 3</b>	<b>TOTAL = 7</b>	<b>TOTAL = 11</b>	<b>TOTAL = 33</b>	5503	21125	26628
				20,7%	79,3%	

\* Gênero de alga causadora de problemas operacionais e de tratabilidade, segundo DI BERNARDO (1995).

\*\* Gênero de alga potencialmente produtora de cianotoxinas, segundo SANT'ANNA et al. (2006).

Obs.: Os problemas estão associados ao excesso (abundância) de determinada alga.





A Figura 7 apresenta os valores de abundância total das algas encontradas. P2 apresentou maiores valores em todos os períodos. O maior valor encontrado para P1 foi 2.185 (ind.) no período de 9/8-23/9 e o menor 177 (ind.) no período de 23/09-8/10. P2 apresentou maior valor no período de 25/7-9/8 (5.150 ind.) e o menor valor foi registrado no período de 8/10-23/10 (1.674 ind.).

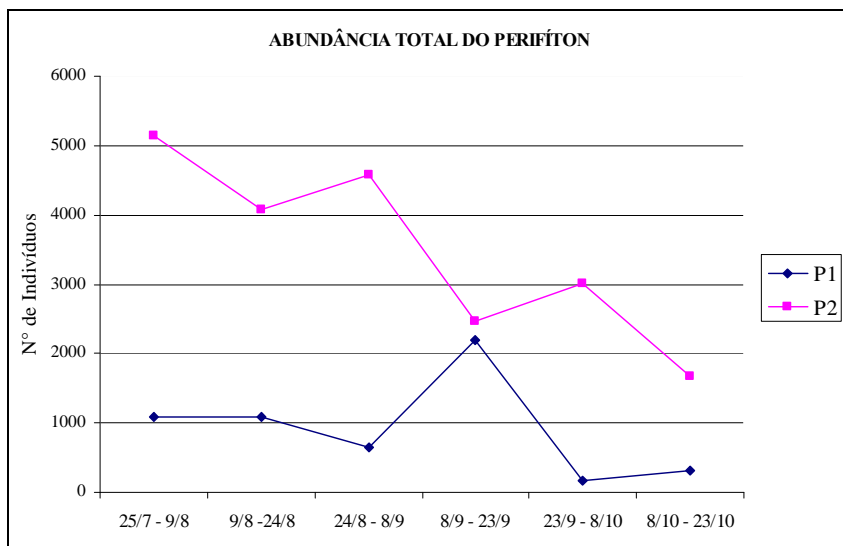


Figura 7 – Abundância total por período para P1 e P2, nos meses de julho a outubro de 2005

As Figuras 8 e 9 representam os valores percentuais das espécies inventariadas para cada ponto amostral. As espécies consideradas mais abundantes foram: em P1 *Snowella sp.*, *Oscillatoria subbrevis* e *Oscillatoria limosa*; em P2 *Oscillatoria splendida*, *Chamaesiphon incrustan* e *Oscillatoria sp2*.

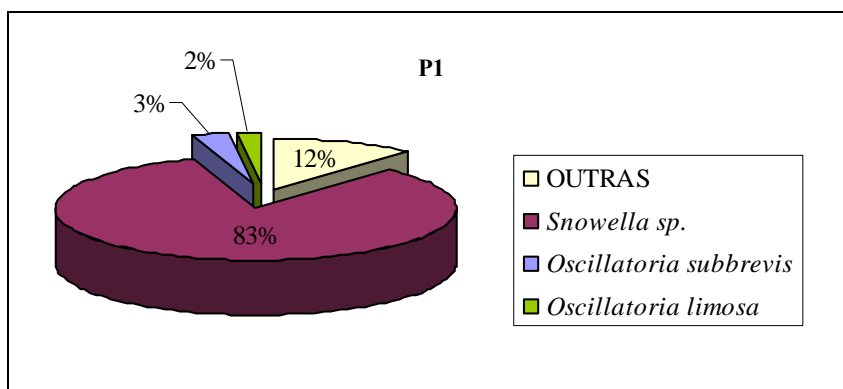


Figura 8 - Valores percentuais das espécies inventariadas em P1.

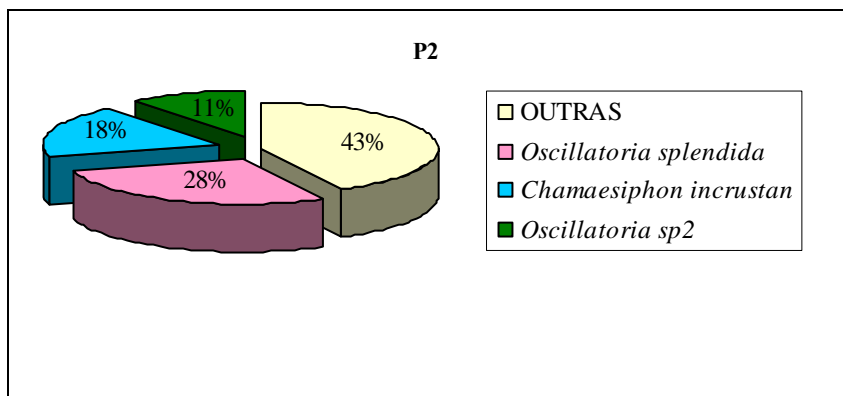


Figura 9- Valores percentuais das espécies inventariadas em P2.



As cianobactérias (Cyanophyceae) são consideradas como organismos comuns em todas as estações e climas, apesar de serem sensíveis às mudanças abruptas ambientais, ainda que pequenas. Sua habilidade para estocar fósforo na forma de polifosfato e de fixar nitrogênio atmosférico permite que sobrevivam em águas de variados estados tróficos e mantenham seu crescimento durante períodos posteriores à deficiência desses nutrientes. Os distúrbios que provocam alteração do ambiente podem resultar em impactos neste grupo. Assim, é necessária duração da estabilidade do ambiente para o sucesso e domínio da classe Cyanophyceae (REYNOLDS; WALSBY, 1975; PAERL, 1988).

Outro fator que influencia no desenvolvimento de cianobactérias em ecossistemas de águas continentais é a temperatura (GROSS; PFIESTER, 1988; SHAPIRO, 1990; HUSZAR et al., 2000). Este grupo de algas desenvolve-se melhor acima de 25°C.

No ponto P1 o gênero *Snowella* apresentou contagem expressiva no período de 8/09 a 23/09. Segundo BICUDO; MENEZES (2006) este gênero é colonial e principalmente planctônico, apresentando sete espécies descritas para ambientes aquáticos continentais. MORESCO; RODRIGUES (2006) relatam a ocorrência de táxons deste gênero em um estudo sobre cianobactérias perifíticas nos reservatórios de Segredo e Iraí, Estado do Paraná, Brasil.

O gênero *Oscillatoria* apresentou a maior abundância e a maior riqueza de espécies em P2 (canal após decantador). *Oscillatoria* é um gênero amplamente distribuído, principalmente no perifíton, e diversas espécies são consideradas cosmopolitas (SANT'ANNA et al., 2005).

Conforme KOMÁREK et al. (2003), as formas filamentosas de cianobactérias constituem um importante grupo de organismos que compõem comunidades aderidas em habitats submersos. WATSON et al. (1997), sugerem que o tamanho e a forma das cianobactérias são influenciados pelas características hidráulicas do ambiente.

A menor velocidade da corrente em P2 pode explicar, em parte, a expressividade das populações das cianobactérias filamentosas neste ponto amostral.

De acordo com PALMER (1958), algumas espécies de *Oscillatoria* obstruem comumente os filtros em estações de tratamento de água, como *Oscillatoria princeps*, *Oscillatoria pseudogeminata* e *Oscillatoria splendida*, que foram encontradas neste trabalho. Ainda segundo esse autor, algas do gênero *Oscillatoria* produzem odor de capim quando presentes na água em quantidade moderada e odor de bolor picante quando em grandes quantidades. São também produtoras de lodo e podem causar corrosão no aço. Entretanto, a problemática mais preocupante atualmente em relação às cianobactérias é o fato de que algumas produzem cianotoxinas. SANT'ANNA et al. (2006) cita, entre outras, o gênero *Oscillatoria* como algas produtoras de hepatotoxinas, neurotoxinas e dermatotoxinas.

## CONCLUSÕES

Os resultados apontaram maior abundância e também a maior riqueza em P2. A menor velocidade da corrente nesse ponto pode justificar, em parte, a expressividade no aumento do perifíton nesse ponto.

O gênero *Snowella*, apesar de ser considerado principalmente planctônico, apresentou maior contagem em P1 no período de 8/09 a 23/09.

P2 apresentou maior abundância na população de cianobactérias filamentosas.

O gênero *Oscillatoria*, apresentou maior abundância e a maior riqueza de espécies em P2. Este gênero é descrito na literatura como potencial causador de problemas operacionais e de tratabilidade, implicando em possíveis impactos na qualidade da água tratada e na saúde humana.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BICUDO, C. E. M., MENEZES, M. Gêneros de algas de águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições. 2 ed. São Carlos: RiMa Editora, 2006. 502 p.
2. BOURRELLY, P. Les algues d'eau douce: initiation à la systématique, Tome III: les algues bleues et rouges, les Eugléniens, Peridiniens et Cryptomonadines. Paris, 1985. Éditions Boubée. v. 3.
3. BRANCO, S. M. Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária. CETESB, São Paulo, Brasil, 1986. 2. Ed, p. 640.
4. CAVINATTO, V., Caracterização hidrográfica do Estado de Mato Grosso. Relatório Técnico: PRODEAGRO/FEMA. Cuiabá/MT. 1995.
5. DI BERNARDO, L. Algas e suas influências na qualidade das águas e nas tecnologias de tratamento. Rio de Janeiro: ABES; 1995.
6. GROSS, J.L.; PFIESTER, L. A Blue-green algae of Lake Thunderbird. Proceedings of the Oklahoma Academy of Science, 1998. v. 69, p. 39-44.
7. HUSZAR, V.L.M., SILVA, L.H.S., MARINHO, M., DOMINGOS, P., SANT'ANNA, C.L. Cyanoprokaryote assemblages in eight productive tropical Brazilian waters. Hydrobiologia, 2000, v. 424, p. 67-77.
8. INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Boletim da Estação 2504600 Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Delegacia Federal da Agricultura – DFA/MT 9º Distrito de Meteorologia, 2000.
9. KOMÁREK, J.; KOMÁRKOVÁ, J.; KLING, H. Filamentous cyanobacteria. In: WEHR, J.D.; SHEATH, R.G. (Eds.). Freshwater Algae of North America: Ecology and classification. Amsterdam: Academic Press, An imprint of Elsevier Science, 2003. cap. 4, p.117-196.
10. LIMA, E. B. N. R. Modelagem integrada para gestão da qualidade da água na Bacia do rio Cuiabá. Tese de Doutorado, Engenharia Civil, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, 2001.
11. MORESCO, K, RODRIGUES, L., Cianobactérias perifíticas nos reservatórios de Segredo e Iraí, Estado do Paraná, Brasil. Acta Scientiarum. Biological Sciences. Vol. 28 n° 4, p. 335-345, Oct./Dec. Maringá, 2006. Disponível em <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciBiolSci/article/view/165/234>, acesso em 30/05/2007.
12. MOURA, R. M. P. Análise Ambiental da APM-Manso e Propostas para uma Operação Econômica, Tese de mestrado – Departamento de Geografia, Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá/MT, 2006.
13. PALMER, C. M., Algae in Water Supplies – A Manual for Water Works Operators and Others Concerned with Algae in Relation to Water Quality Department of Health, Education and Welfare - Robert A. Taft – Sanitary Engineering Center, Cincinnati, USA, 1958. 88p.
14. PEARL, H.W. Growth and reproductive strategies of freshwater blue-green algae (cyanobacteria). In: C.D. Sandgren (ed.). Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton. Cambridge University Press, Cambridge, 1988. pp. 261-305.
15. REYNOLDS, C.S., WALSBY, A.E. Water- blooms. Biological Review. 1975.50: 437-481.
16. SANT'ANNA C. L., AZEVEDO, M. T. P., AGUIJARO, L. F., CARVALHO, M. C., CARVALHO, L. R., SOUZA, R. C. R., Manual Ilustrado para Identificação e Contagem de Cianobactérias Planctônicas de Águas Continentais Brasileira, Rio de Janeiro: Interferência; São Paulo: Sociedade Brasileira de Ficologia –SBFic, 2006. 58p.
17. SANT'ANNA, C.L.; BRANCO, L.H.Z.; AZEVEDO, M.T.P. Cyanophyceae /Cyanobacteria. In: BICUDO, C.E.M.; MENEZES, M. (Eds.). Gêneros de algas de águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições. São Carlos: Rima, 2005. cap. 5, p. 19-82.
18. SHAPIRO, J. Current beliefs regarding dominance by blue-greens: the case for the importance of CO<sub>2</sub> and pH. Verhandlungen Der Internationalen Vereinigung für theoretische und Angewandte Limnologie, 1990. v. 24, p. 38-54.
19. WATSON, S.B., MCCAULEY, E., DOWNING, J.A. Patterns in Phytoplankton taxonomic composition across temperate lakes of differing nutrient status. Limnology and Oceanography, 1997, v. 43, n. 3, p.487-495.
20. ZEILHOFER, L. V. A. C. Estrutura das Comunidades Perifíticas de Testácea (Protozoa: Rhizopoda) na Avaliação do Impacto Orgânico no Rio Cuiabá – Perímetro Urbano. (Tese de Mestrado) Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Rio de Janeiro – RJ. 2002. 144 p. 2002.