

## **I-337 – QUALIDADE DA ÁGUA E CARACTERIZAÇÃO DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA EM UM MANANCIAL DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO: OCORRÊNCIA DE CIANOBACTÉRIAS E DE GÊNEROS QUE PROVOCAM GOSTO E ODOR**

**Emanoela Guimarães de Castro<sup>(1)</sup>**

Graduada em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Viçosa (UFV).

**Rafael Kopschitz Xavier Bastos**

Engenheiro Civil, Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Especialização em Engenharia de Saúde Pública (ENSP/Fiocruz). PhD em Engenharia Sanitária, University of Leeds. Professor Associado do Departamento de Engenharia Civil (UFV).

**Adriana Sales de Magalhães**

Graduada em Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Santa Cruz. Mestre em Botânica, UFV. Doutoranda em Botânica, UFV.

**Walter Yoshizo Okano**

Graduado em Ciências Biológicas, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Mestre e Doutor em Ecologia e Recursos Naturais, UFSCar.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Pitangueiras, 331 – Santo Antônio - Belo Horizonte - MG - CEP: 30350-200 - Brasil - Tel: (31) 97143044 - e-mail: [emanoela.guimaraes@gmail.com](mailto:emanoela.guimaraes@gmail.com)

### **RESUMO**

São apresentados neste trabalho os resultados do monitoramento do Ribeirão São Bartolomeu, um manancial de abastecimento de água para consumo humano em Viçosa-MG. De dezembro de 2009 a maio de 2010, em pontos junto aos vertedouros de saída de dois reservatórios de acumulação em série, amostras de água foram coletadas e analisadas com o objetivo de caracterizar a qualidade da água e a comunidade fitoplanctônica. A disponibilidade de nutrientes, principalmente do nitrogênio, se mostrou maior no verão, decrescendo a partir do outono, mas isso não se fez refletir de forma nítida na dinâmica do fitoplâncton. Os resultados da relação N:P sugerem que o nutriente limitante para o crescimento fitoplanctônico tenha sido o fósforo, mas com base no cálculo o Índice de Estado Trófico os ambientes estudados seriam classificados, preponderantemente, como oligotróficos. Foram observadas baixa densidade de microalgas e riqueza elevada, característica de ambientes não eutrofizados. Foram encontradas microalgas capazes de provocar problemas de gosto e odor na água, bem como cianobactérias com potencial tóxico, mas sempre em concentrações baixas e, no caso das cianobactérias, bem abaixo dos limites estabelecidos na norma brasileira de qualidade da água para consumo humano.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fitoplâncton, Cianobactérias, Qualidade da Água para Consumo Humano.

### **INTRODUÇÃO**

A água é essencial para a manutenção da vida e, sendo um recurso estratégico e um bem comum, deve ser um direito de todos. Porém, o desenvolvimento econômico e social promove aumento de demanda de água e deterioração dos mananciais, o que pode comprometer os usos múltiplos dos recursos hídricos.

O aumento de aporte de nutrientes aos corpos d'água, principalmente fósforo e nitrogênio, pode provocar o fenômeno da eutrofização, caracterizado pela proliferação do fitoplâncton e, por conseguinte, pelo desenvolvimento de toda a cadeia trófica, porém, favorecendo indivíduos de poucas espécies e acarretando decréscimo da diversidade biológica local (CALIJURI, 2006).

Indivíduos fitoplanctônicos são de grande importância em mananciais de abastecimento de água para consumo humano. A presença de microalgas e de cianobactérias na água bruta aduzida a estações de tratamento pode causar problemas operacionais em várias etapas de tratamento, tais como: dificuldade de coagulação e floculação, baixa eficiência do processo de sedimentação, colmatação dos filtros e aumento da

necessidade de produtos para a desinfecção (Di BERNARDO, 1995). Como consequência desses problemas operacionais, verifica-se redução na eficiência e aumento dos custos dos processos de tratamento, além do surgimento de problemas na água tratada, pois muitas espécies produzem metabólitos que provocam odor e gosto desagradáveis à água, tais como as substâncias químicas *trans*-1,10-dimetil-*trans*-9-decalol (geosmina) e 2-metilisoborneol (MIB) (BENNETI, et al., 2009), e espécies de cianobactérias podem produzir toxinas – as cianotoxinas (CALIJURI, 2006).

A distribuição do fitoplâncton em ambientes lacustres está diretamente ligada às características do meio, sejam seus componentes abióticos, como temperatura, luz, e concentração de nutrientes, ou bióticos, como competição e presença de predadores e parasitas (AZEVEDO e BRANDÃO, 2003). Para a limnologia, a identificação taxonômica dos indivíduos do fitoplâncton é de fundamental importância para avaliação da estrutura e funcionamento dos ecossistemas aquáticos. No campo do abastecimento de água para consumo humano, dados os problemas acima referidos, a identificação das espécies dominantes é também de extrema importância e, nesse sentido, os principais grupos fitoplanctônicos de interesse são as cianobactérias, clorofíceas, diatomáceas e dinoflagelados (CALIJURI, 2006). É importante que se tenha controle sobre possíveis aumentos populacionais de espécies tóxicas, causadoras de sabor e odor na água e, ou que interfiram nos processos de tratamento da água e, para isso, é necessário que se compreenda a dinâmica do fitoplâncton.

O trabalho realizado tem como objetivo avaliar a dinâmica da comunidade fitoplanctônica em um manancial de abastecimento de água para consumo humano no município de Viçosa, Minas Gerais, com especial atenção à distribuição de cianobactérias e de gêneros que conferem sabor e odor desagradáveis à água.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **ÁREA DE ESTUDO**

A região de estudo está inserida no município de Viçosa, na região da Zona da Mata Norte do estado de Minas Gerais. O manancial estudado foi o ribeirão São Bartolomeu (RSB), um corpo d'água de reduzida vazão ( $\approx 100 \text{ L s}^{-1}$  e  $\approx 200 \text{ L s}^{-1}$ , respectivamente em períodos de estiagem e chuvas), desprotegido, com pressões de ocupação urbana e de atividades agropecuárias relativamente intensas na bacia de captação. No campus da Universidade Federal de Viçosa (UFV), o RSB recebe cinco barramentos consecutivos, sendo que as duas primeiras represas cumprem papel de reservatórios de acumulação para abastecimento de água do próprio campus da UFV e de parte da população urbana de Viçosa.

## **COLETA, PRESERVAÇÃO E ANÁLISES LABORATORIAIS DAS AMOSTRAS DE ÁGUA**

### **ANÁLISE DO FITOPLÂNTON**

Amostras de água foram coletadas em pontos junto aos vertedouros de saída das duas represas (PCL 1 e PCL 2), na segunda, próximo ao ponto da captação das ETAs que abastecem o campus universitário e setores da cidade de Viçosa (Figura 1).



**Figura 1. Vista aérea das represas da UFV com identificação dos pontos de coleta de amostras de água.**

O monitoramento foi realizado mensalmente, entre dezembro de 2009 e maio de 2010. Para a análise qualitativa do fitoplâncton, foram coletadas amostras com auxílio de rede de plâncton com abertura de malha de 20  $\mu\text{m}$ , através de arrasto vertical. As amostras foram preservadas com solução de Formalina 4% na proporção de 1:1, sedimentadas e o precipitado transferido para lâmina comum, a qual era analisada em microscópio Olympus CX-41. Para a análise quantitativa, foram efetuadas coletas em três profundidades: subsuperficial (de 0 a 20 cm de profundidade), ‘meio’ (região mediana entre superfície e fundo) e ‘fundo’, com auxílio de garrafa de Van Dorn. Essas amostras foram preservadas em Lugol acético 5% e armazenadas em frasco âmbar; as contagens foram realizadas em câmara de Sedgwick-Rafter e leitura em microscópio Olympus CX-41, sendo o resultado expresso em número de células por mL, de acordo com a Equação 1 (APHA, 1998).

Devido à baixa densidade fitoplanctônica, as amostras foram concentradas por sedimentação. As cianobactérias foram identificadas em nível de gênero, com base nas chaves de identificação descritas em Bicudo e Menezes (2006).

$$n^{\circ} \text{ células mL}^{-1} = (C \times 1000 \text{ mm}^3 \times V_f) / L \times D \times W \times S \times V_i \quad (1)$$

Onde: C = Número de células encontradas; L = Número de quadrantes da faixa; D = Profundidade de um campo (1 mm); W = Largura de cada faixa; S = Número de faixas contadas;  $V_f$  = Volume da amostra depois de ser concentrada;  $V_i$  = Volume da amostra antes de ser concentrada (1 L).

## CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DAS AMOSTRAS DE ÁGUA

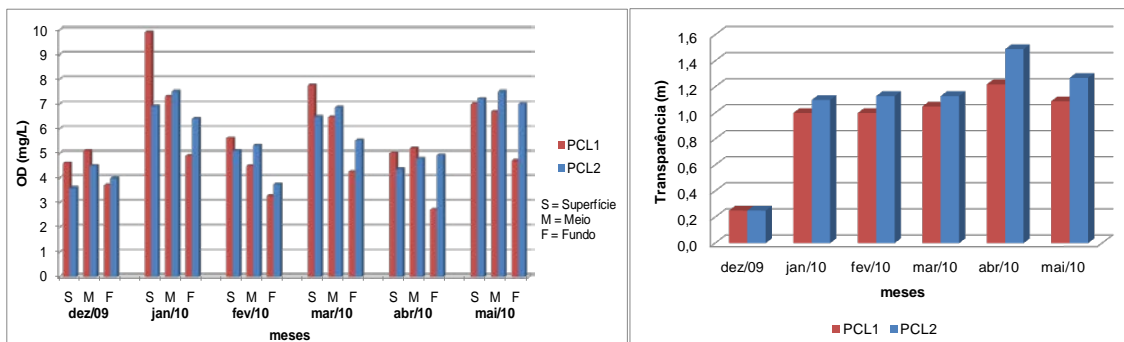
Foram realizadas medidas de transparência (disco de Secchi.), oxigênio dissolvido (OD) e temperatura, (determinação em campo), nitrogênio e fósforo (análises em laboratório), segundo as disposições de APHA (1998).

## RESULTADOS

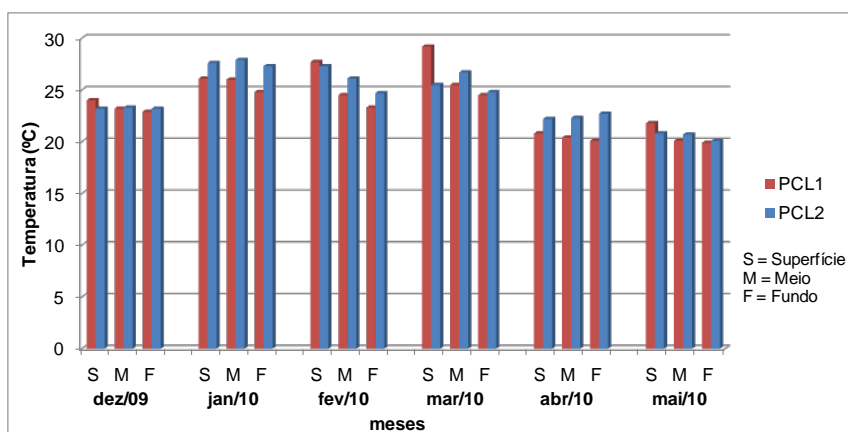
### CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DA ÁGUA NOS PONTOS DE COLETA DE AMOSTRAS

Foi observada ocorrência de estratificação térmica nos dois pontos de coleta durante a maior parte do período de estudo. Os níveis de oxigênio dissolvido tenderam a ser menores no ‘fundo’ nos dois pontos; o maior valor de OD foi de 9,9 mg L<sup>-1</sup> em janeiro na superfície do PCL1; o menor de 2,72 mg L<sup>-1</sup> em abril, no ‘fundo’ do mesmo ponto (Figura 2). A transparência não apresentou variação acentuada, exceto no mês de dezembro,

quando foram registrados valores comparativamente bem menores (0,25 m) nos dois pontos de amostragem. Isso pode estar relacionado à maior precipitação pluviométrica nesse mês (12,7 mm) e ao consequente aumento da turbidez. Abril e maio foram os meses com menores temperaturas (Figura 3) e pluviosidade, o que pode estar associado aos valores de transparências um pouco mais elevados nesses meses. Os maiores valores de transparência registrados foram 1,22 m no PCL1 e 1,49 m no PCL2, ambos em abril, coincidindo com o mês de menor precipitação pluviométrica (0,9 mm) (Figura 1).



**Figura 2: Valores de OD (esquerda) e transparência (direita) medidos em diferentes profundidades nos pontos de amostragem das represas, dezembro 2009 a maio 2010, Viçosa-MG (S: Superfície; M: meio; F: Fundo).**



**Figura 3: Temperatura da água medida em diferentes profundidades nos pontos de amostragem das represas, dezembro 2009 a maio 2010, Viçosa-MG.**

A distribuição de nutrientes, principalmente do nitrogênio, mostrou tendência sazonal, sendo maior a disponibilidade no verão, decrescendo a partir do outono (Tabela 1), mas isso não se fez refletir de forma nítida na dinâmica do fitoplâncton. De acordo com escala proposta por Stevenson *et al.* (1996), citado por Wosiak (2005), os resultados encontrados para a relação N:P sugerem que o nutriente limitante nos ambientes estudados tenha sido o fósforo. (Tabela 1). Com base nos cálculos para fósforo e clorofila *a* dos índices de estado trófico (IET) de Carlson (1977), modificado por Toledo *et al.* (1984), e de acordo com critério citado por Wosiak (2005), esses ambientes seriam classificados como oligotróficos (Tabela 2).

**Tabela 1: Concentrações de nitrogênio (N) e fósforo (P) e relação N:P nos pontos de amostragem das represas, dezembro 2009 a maio 2010, Viçosa-MG.**

Mês	Ponto de coleta	Nitrogênio (mg L <sup>-1</sup> )	Fósforo (mg L <sup>-1</sup> )	N : P
Dezembro	PCL1	8,90	0,070	127,14
	PCL2	4,11	0,060	68,50
Janeiro	PCL1	3,13	0,030	104,33
	PLC2	3,06	0,020	153,00
Fevereiro	PCL1	2,55	0,140	18,21
	PCL2	2,24	0,140	16,00
Março	PCL1	1,20	0,020	60,00
	PLC2	1,30	ND	ND
Abril	PCL1	0,75	0,027	27,78
	PCL2	0,56	0,013	43,08
Maio	PCL1	0,66	0,001	660,00
	PLC2	0,35	ND	ND

ND: não detectado.

**Tabela 2: Classificação de estado trófico nos pontos de amostragem das represas, Viçosa-MG, dezembro de 2009 a maio de 2010**

Mês	Ponto de coleta	IET(Tra)	IET(PT)	IET(Cla)
Dezembro	PCL1	Eutrófico	Oligotrófico	Oligotrófico
	PCL2	Eutrófico	Oligotrófico	Oligotrófico
Janeiro	PCL1	Mesotrófico	Oligotrófico	Oligotrófico
	PLC2	Mesotrófico	Oligotrófico	Oligotrófico
Fevereiro	PCL1	Mesotrófico	Oligotrófico	Oligotrófico
	PCL2	Mesotrófico	Oligotrófico	Oligotrófico
Março	PCL1	Mesotrófico	Oligotrófico	Oligotrófico
	PLC2	Mesotrófico	Oligotrófico	Oligotrófico
Abril	PCL1	Mesotrófico	Oligotrófico	Oligotrófico
	PCL2	Mesotrófico	Oligotrófico	Oligotrófico
Maio	PCL1	Mesotrófico	Oligotrófico	Oligotrófico
	PLC2	Mesotrófico	Oligotrófico	Oligotrófico

IET: índice de estado trófico; Tra: transparência; PT: fósforo total; Cla: clorofila *a*.

## CARACTERIZAÇÃO DO FITOPLÂNCTON

Nos dois pontos de coleta, o número de células encontradas durante o período de monitoramento foi baixo e a riqueza foi relativamente elevada (Figuras 4 e 5), o que reforça a caracterização dos ambientes estudados como não eutróficos. A maioria dos gêneros encontrados foi comum aos dois pontos de coleta, sendo pertencentes aos grupos Cyanophyceae, Chlamydomonadophyceae, Bacillariophyceae, Coscinodiscophyceae, Fragilariophyceae, Chlorophyceae, Cryptophyceae e Euglenophyceae..

Alguns dos gêneros encontrados podem provocar gosto e odor à água e produzir toxinas (Di BERNARDO, 1995; AZEVEDO e BRANDÃO, 2003; CALIJURI, 2006): (i) produtores de gosto e odor - *Anabaena* (somente em PCL2), *Asterionella*, *Chlamydomonas*, *Chlorella*, *Closterium*, *Cosmarium*, *Cryptomonas*, *Cyclotella*, *Dictyosphaerium*, *Euglena*, *Fragilaria*, *Pediastrum*, *Staurastrum*, *Synedra*, *Synura*.; (ii) potenciais produtores de toxinas, gêneros do grupo Cyanophyceae: *Anabaena* (somente em PCL2),

*Arthrospira*, *Chroococcus*, *Coelosphaerium*, *Geitlerinema*, *Merismopedia* (somente em PCL2), *Phormidium*, *Pseudanabaena*.

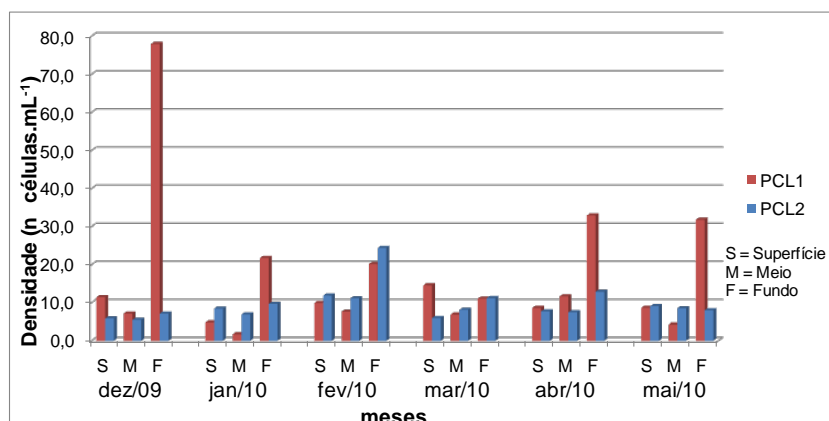


Figura 4 – Valores de densidade da comunidade fitoplancônica nos pontos de amostragem das represas, dezembro 2009 a maio 2010, Viçosa-MG.

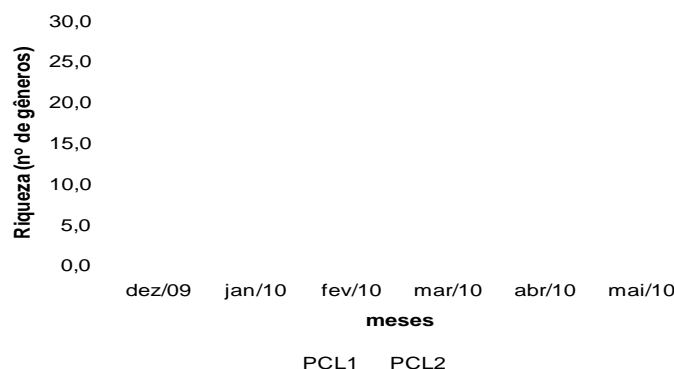


Figura 4 – Valores de riqueza da comunidade fitoplancônica nos pontos de amostragem das represas, dezembro 2009 a maio 2010, Viçosa-MG.

Os resultados das contagens de células de cianobactérias nas diferentes profundidades do PCL1 e do PCL2 estão representados nas tabelas 3 e 4, respectivamente. No PCL1, de maneira geral, a maior densidade de células ocorreu na região de 'fundo', o que pode estar relacionado com a maior possibilidade de aproveitamento de nutrientes nessa região. A maior densidade ocorreu no mês de dezembro, provavelmente devido à ressuspensão de células provocada pelas chuvas. Os segundos maiores valores foram registrados em abril e maio, ou seja, em períodos de estiagem; logo, o tempo de detenção hidráulica é maior, o que evita o arraste ou diluição típicos de épocas chuvosas.

Tabela 3: Densidade fitoplancônica (Cyanophyceae) em número de células mL<sup>-1</sup> em diferentes profundidades no ponto de coleta 1, Viçosa-MG, dezembro de 2009 a maio de 2010.

PCL1																		
Mês da Coleta	dez/09			jan/10			fev/10			mar/10			abr/10			mai/10		
	S	M	F	S	M	F	S	M	F	S	M	F	S	M	F	S	M	F
<b>Cyanophyceae</b>																		
<i>Arthrospira</i>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1,069	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<i>Geitlerinema</i>	ND	2,472	7,476	ND	ND	15,840	ND	ND	ND	1,664	1,638	2,722	ND	ND	19,858	ND	ND	19,690
<i>Merismopedia</i>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<i>Phormidium</i>	ND	ND	ND	ND	ND	4,800	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1,030	ND	ND	5,728
<i>Pseudanabaena</i>	1,174	1,937	54,468	0,365	ND	ND	2,197	ND	7,140	6,912	0,494	1,393	ND	ND	1,566	1,439	0,064	1,933
Densidade (cel/mL)	1,174	4,409	61,944	0,365	ND	20,640	2,197	ND	7,140	8,576	2,132	5,184	ND	ND	22,454	1,439	0,064	27,351

S:Superfície; M: meio; F: Fundo.



No PCL2, de maneira geral, a densidade de células de cianobactérias mostrou-se mais bem distribuída entre as camadas, provavelmente devido à menor profundidade desse ponto. A maior densidade ocorreu no mês de fevereiro, provavelmente devido à maior disponibilidade de nutrientes, e em seguida nos meses de abril e maio, sendo estes períodos de seca e, portanto, com maior tempo de detenção hidráulica nas represas.

**Tabela 3: Densidade fitoplancônica em número de células mL<sup>-1</sup> em diferentes profundidades no ponto de coleta 2, Viçosa-MG, dezembro de 2009 a maio de 2010.**

PCL2																		
Mês da Coleta	dez/09			jan/10			fev/10			mar/10			abr/10			mai/10		
	S	M	F	S	M	F	S	M	F	S	M	F	S	M	F	S	M	F
Cyanophyceae																		
Arthrospira	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Geitlerinema	1,536	3,226	3,488	0,640	0,768	0,280	ND	1,290	10,028	ND	ND	3,472	ND	ND	1,032	ND	ND	1,771
Merismopedia	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	4,968	ND	ND	ND
Phormidium	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	3,183	ND	ND	ND	0,840	0,963	1,680	2,227	ND	0,216
Pseudanabaena	0,614	ND	2,264	0,992	ND	0,800	2,475	3,371	1,766	ND	0,826	0,967	0,300	0,138	0,360	0,973	1,190	ND
Densidade (cel/mL)	2,150	3,226	5,753	1,632	0,768	1,080	2,475	4,661	14,978	ND	0,826	4,439	1,140	1,101	8,040	3,200	1,190	1,987

S: Superfície; M: meio; F: Fundo.

## CONCLUSÕES

Embora em pequenas concentrações, muitos dos gêneros encontrados apresentam significado sanitário, sendo alguns responsáveis por gosto e odor desagradáveis na água, outros pela produção potencial de toxinas ou por interferências nos processos de tratamento de água. Entretanto, as concentrações de cianobactérias foram sempre inferiores aos limites tidos como perigosos estabelecidos na norma brasileira de qualidade da água para consumo humano (BRASIL, 2004). Não obstante, como medida preventiva, os resultados demonstram a pertinência do monitoramento contínuo do manancial de abastecimento de água.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA; AWWA; WEF. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20<sup>th</sup> ed. Washington, DC: APHA, AWWA, WEF, 1998.
2. AZEVEDO, S. M. F. O.; BRANDÃO, C. C. S. *Cianobactérias tóxicas na água para consumo humano na saúde pública e processos de remoção em água para consumo humano*. Brasília: Ministério da Saúde: Fundação Nacional de Saúde, 2003. 56 p
3. BENETTI, A. D.; De LUCA, S. J.; CYBIS, L. F. Remoção de gosto e odor em processos de tratamento de água. In: PÁDUA, V. L. (Coordenador). *Remoção de microrganismos emergentes e microcontaminantes orgânicos no tratamento de água para consumo humano*. Rio de Janeiro: ABES, 2009, p. 292-326 (Projeto Prosab)
4. BICUDO, E. M.; MENEZES, M. *Gêneros de algas de águas continentais do Brasil (chave para identificação e descrições)*, 2ª ed. São Carlos: RiMa, 2006. 502p.
5. BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n. 518 de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Poder Executivo, Brasília, DF, 26 mar. 2004. Seção 1. p. 266.
6. CALIJURI, M.C. *Cianobactérias e cianotoxinas em águas continentais*. São Carlos: RiMa, 2006. 118p.
7. CARLSON, R. E. A trophic state index for lakes. *Limnology and Oceanography*, v. 22, n. 2, p. 361-80, 1977.
8. Di BERNARDO, L. *Algas e suas influências na qualidade das águas e nas tecnologias de tratamento*. Rio de Janeiro: ABES: 1995. 140p.
9. TOLEDO Jr., A. P., AGUDO, E. G., TALARICO, M., CHINEZ, S. J. A Aplicação de modelos simplificados para a avaliação do processo de eutrofização em lagos e reservatórios tropicais. In: CONGRESO. INTERAMERICANO DE INGENIERÍA. SANITARIA Y AMBIENTAL, 19. 1984. Santiago Chile. Anais... Santiago: AIDIS: 57 p. 11-16/ 11, 1984, *apud* DUARTE, M. A.C.; CEBALLOS, B. S. O.; MELO, H. N. S.; KÖNING, A. Comportamento dos Índices de Estado Trófico de Carlson (IET) e Modificado (IETM) em três lagoas naturais no nordeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE

- ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 20. Rio de Janeiro, 1999, *Anais...* Rio de Janeiro: ABES, 1999, 8p. (anais eletrônicos).
10. STEVENSON, R.J.; BOTHWELL, M.L.; LOWE, R.L. *Algal ecology: freshwater benthic ecosystems*. San Diego: Academic. p. 183-226, *apud* WOSIACK, A. C. *Dinâmica da comunidade de cianobactérias da praia artificial de Entre Rios do Oeste, Reservatório de Itaipu, PR*. 2005. 74f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2005.