

I-052 – MONITORAMENTO DE CIANOBACTÉRIAS NA CAPTAÇÃO DO RIBEIRÃO JOÃO LEITE- GOIÂNIA- GO

Silvia Moreira dos Santos⁽¹⁾

Bióloga pela Universidade Católica de Goiás (UCG). Mestre em Ecologia e Desenvolvimento Sustentável pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás. (PUC-GO). Bióloga do Saneamento de Goiás (Saneago).

Cláudia Alves de Souza⁽²⁾

Bióloga pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Mestranda em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Escola de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Goiás (EECA/UFG). Bióloga de Saneamento de Goiás (Saneago).

Luciana de Souza Melo Machado⁽³⁾

Bióloga pela Universidade Católica de Goiás (UCG). Mestre em Engenharia do Meio Ambiente pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Responsável Técnica pela Produção de Água da Estação de Tratamento de Água Jaime Câmara do Saneamento de Goiás (Saneago).

Wilma Gomes da Silva Carmo⁽⁴⁾

Bióloga pela Universidade Católica de Goiás (UCG). Mestre em Engenharia do Meio Ambiente pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Técnica em Saneamento da Estação de Tratamento de Água Jaime Câmara do Saneamento de Goiás (Saneago).

Andréia Gomes dos Santos Arantes⁽⁵⁾

Química pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Mestranda em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Escola de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Goiás (EECA/UFG). Química de Saneamento de Goiás (Saneago).

Endereço⁽¹⁾: Avenida Vereador José Monteiro, 1953 - Goiânia - Goiás - CEP: - Brasil - Tel: (62) 3269-9823 - e-mail: silviamor_biolo@hotmail.com

RESUMO

Os impactos decorrentes da pegada antrópica, no ecossistema aquático contribuem negativamente para a produção de água para a sociedade. Dentre todos os problemas advindos destes impactos, as florações de cianobactérias vêm provocando muita discussão entre os responsáveis pelo tratamento de água para o abastecimento público. O presente estudo tem por objetivo analisar a dinâmica ecológica da flora de cianobactérias relacionando com as variáveis físico química na captação de água de abastecimento público do ribeirão João Leite que abastece os municípios de Goiânia, Aparecida de Goiânia e Trindade, com participação de 48%, 32% e 16% , respectivamente. Sendo as coordenadas geográficas do ponto amostral: 68°43' E; 15°20' N. As coletas foram realizadas no período de estiagem e chuva, abrangendo 12 amostras, nas quais foram tratadas as variáveis limnológicas por meio de análise de componentes principais (PCA) e análise de correspondência canônica (CCA). Para análise de componentes principais foram selecionadas as seguintes variáveis físico química (nitrato total, oxigênio dissolvido, sólidos totais, condutividade, carbono orgânico, temperatura da água, turbidez, fósforo total, matéria orgânica e pH) com explicabilidade de 63,15% nos dois primeiros eixos. As espécies de cianobactérias (*Aphanocapsa holsatica*, *Cyanodictyon* sp.1, *Microcystis aeruginosa*, *Planktolyngbya limnetica* e *Radiocystis* sp.1) foram selecionadas por meio da aplicação de uma CCA e foram correlacionadas com as variáveis físico química obtendo uma explicabilidade de 69,4% nos dois primeiros eixos, com forte correlação de Pearson para espécie ambiente com $P=0,977$. Existiu correlação entre as variáveis limnológicas estudadas. As cianobactérias se correlacionaram fortemente com os períodos sazonais (*Planktolyngbya limnetica*, *Aphanocapsa holsatica*, *Radiocystis* sp.1 e *Cyanodictyon* sp.1). As variáveis físico química que tiveram uma boa correlação com cianobactérias foram: Condutividade, Sólidos Totais e Matéria Orgânica.

PALAVRAS-CHAVE: Cianobactéria, Monitoramento, Variáveis limnológicas, PCA, Abastecimento público.

INTRODUÇÃO

Os ambientes aquáticos estão sujeitos a diversos impactos oriundos de ações antrópicas, que ocasionam significativas alterações em suas características físicas, químicas e biológicas. O uso inadequado dos recursos hídricos, em decorrência da expansão dos centros urbanos, do crescimento populacional desordenado aliado ao aumento das atividades agrícolas e industriais contribui para o acréscimo da carga de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, nos corpos d' água (DI BERNARDO; MINILLO; DANTAS, 2010). Ao fenômeno causado por esse enriquecimento artificial dá-se o nome de eutrofização (CALIJURI; ALVES; SANTOS, 2006; SIQUEIRA; OLIVEIRA-FILHO, 2008).

Como principais conseqüências da eutrofização destacam-se as mudanças na qualidade da água, a diminuição da concentração de oxigênio dissolvido e da transparência da água, aumento nas concentrações iônicas e condutividade elétrica, produção de odores desagradáveis, mudanças no pH, alteração na diversidade de espécies, florações de cianobactérias e produção de toxinas (CALIJURI; ALVES; SANTOS, 2006).

Embora as cianobactérias sejam consideradas cosmopolitas deve se considerar que algumas espécies possuem uma ampla variabilidade, ciclos de vida e ecologia, sendo que muitas assembleias ocorrem em ambientes restritos e delimitados (KOMÁREK; KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ, 2007). Sua ocorrência em determinados ambientes demonstra a extraordinária capacidade de adaptação a certos habitats e preferências ecológicas (SANT'ANNA et al., 2011).

A ocorrência de florações de cianobactérias em corpos d' água destinados ao abastecimento público promove uma série de efeitos indesejáveis tanto do ponto de vista ambiental quanto de saúde pública, podendo comprometer seriamente o funcionamento das estações de tratamento de água (SILVA et al., 2012). Diversas espécies, que formam florações, podem produzir toxinas acarretando a elevação dos custos para potabilização (CALIJURI; ALVES; SANTOS, 2006).

O crescimento excessivo de cianobactérias restringe a utilização dos ecossistemas aquáticos como áreas de recreação, abastecimento e balneabilidade em razão da presença da produção de uma ampla variedade de metabólitos secundários que podem ser neurotóxicos, hepatotóxicos e dermatotóxicos (MANTOVANI; MOSER; FAVERO, 2011).

Em função dos riscos potenciais à saúde esse tema apresenta destaque em legislações específicas que são alvo de revisões periódicas (CETESB, 2013). A Portaria n° 2914 de 2011 do Ministério da Saúde, que dispõe sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, exige o monitoramento de cianobactérias, buscando a identificação dos diferentes gêneros, no ponto de captação do manancial superficial, bem como a análise de toxinas, estabelecendo limites máximos admissíveis.

Deste modo, o monitoramento ambiental é uma importante ferramenta para prever florações de cianobactérias, acompanhar seu desenvolvimento, promover ações de prevenção, controle e remediação, bem como auxiliar na tomada de decisões para evitar ou minimizar os riscos à saúde humana.

Portanto, este estudo tem por objetivo analisar a dinâmica ecológica da flora de cianobactérias relacionando com as variáveis físico química.

MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo compreende a captação do Ribeirão João Leite, manancial utilizado para o abastecimento público de Goiânia, Aparecida de Goiânia e Trindade, com participação de 48%, 32% e 16%, respectivamente (ANA, 2010). Sendo as coordenadas geográficas do ponto amostral: 68°43' E; 16°20' N. Foram coletadas amostras para análise físico química e fitoplantônicas, de acordo com APHA (2012). As amostras foram coletadas mensalmente no período de janeiro a dezembro de 2013 (n=12), abrangendo dois períodos de chuva e um de estiagem. As variáveis limnológicas analisadas foram: nitrato total, oxigênio dissolvido, sólidos totais, condutividade, carbono orgânico, temperatura da água, turbidez, fósforo total, matéria orgânica e pH. A análise fitoplantônica identificou e quantificou as cianobactérias ocorrentes.

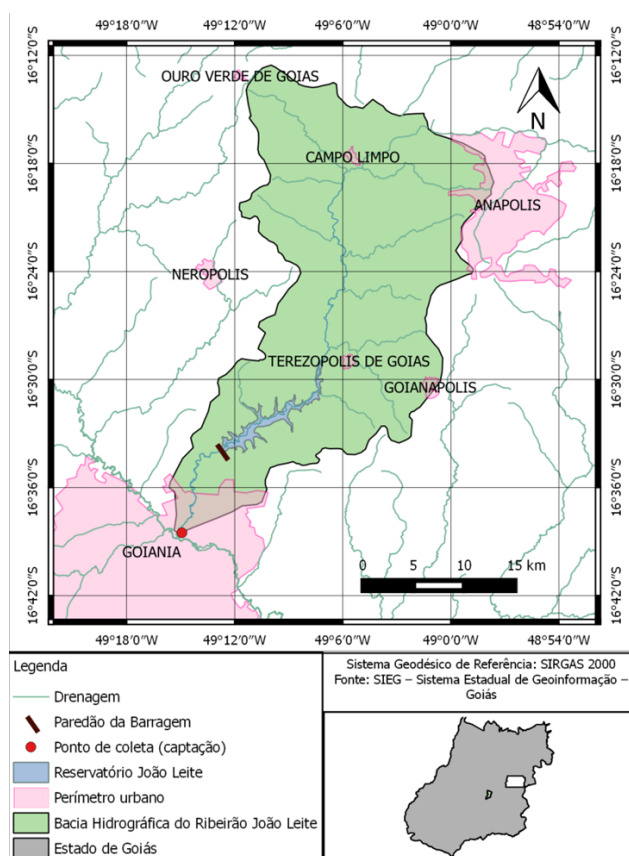


Figura 1- Mapa da localização do ponto de coleta das amostras para esse estudo, a jusante do reservatório do ribeirão João Leite.

In locu foram realizadas as análises de temperatura e pH utilizando, respectivamente, termômetro e Phmêtro. No laboratório foram realizadas análises de oxigênio dissolvido, condutividade, turbidez, nitrato total, fosfato total, carbono orgânico, sólidos totais e matéria orgânica, segundo os métodos preconizados por APHA (2012). A quantificação de cianobactérias seguiu o que recomenda Utermöhl (1958), sendo a densidade expressa em cél.mL^{-1} . A identificação das cianobactérias foi realizada segundo Komárek & Anagnostidis (1999, 2005), Sant'Anna & Azevedo (2000), Hindák (2001) e Sant'Anna *et al* (2006).

Foi utilizada a Análise de Componente Principal – ACP (Ter Braak 1986) para identificação das variáveis limnológicas relevantes no período estudado. Com exceção do pH, todas as variáveis limnológicas foram logaritimizadas. A Análise de Correspondência Canônica – ACC (Ter Braak 1986) foi utilizada para correlacionar as variáveis físico química e a densidade de cianobactérias. Foram selecionadas para CCA as espécies registradas duas ou mais vezes durante o período amostral. Os dados foram tratados utilizando o software PC-ORD (Mc Cune & Mefford, 1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período amostral foram registradas 15 espécies (*Aphanocapsa holsatica*, *Aphanocapsa incerta*, *Aphanocapsa* sp.1, *Chroococcus dispersus*, *Chroococcus minimus*, *Chroococcus minutus*, *Cyanodictyon* sp. 1, *Geitlerinema amphibium*, *Geitlerinema splendidum*, *Merismopedia punctata*, *Microcystis aeruginosa*, *Planktolynghya limnetica*, *Pseudanabaena catenata*, *Radiocystis* sp.1 e *Synechocystis aquatilis*) de cianobactérias sendo que apenas cinco foram selecionadas para CCA (*Aphanocapsa holsatica* (Lemmermann) Cronberg et Komárek 1994, *Cyanodictyon* sp.1, *Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kützing 1846, *Planktolynghya limnetica* (Lemmermann) Komárková-Legnerová et Cronberg 1992 e *Radiocystis* sp.1).

A análise do componente principal (ACP) indicou que as variáveis descritoras foram: condutividade, nitrato

total, temperatura da água, turbidez, fósforo total, oxigênio dissolvido, sólidos totais, pH, carbono orgânico e matéria orgânica. Os dois primeiros eixos da PCA tiveram explicabilidade de 63,15% (Figura 2). A variável ambiental correlacionada positivamente com o eixo 1 foi condutividade, enquanto temperatura da água, turbidez e fósforo total, correlacionaram-se negativamente. Oxigênio dissolvido, sólidos totais, nitrato total e carbono orgânico correlacionaram-se positivamente com o segundo eixo, por sua vez, matéria orgânica e pH correlacionaram-se negativamente. No estudo realizado por Gemelgo *et al* (2008) foi encontrado resultado semelhante para turbidez e fósforo e negativo para condutividade.

Observando a Figura 2, no eixo 1 a variável condutividade se correlacionou positivamente com o período de estiagem, enquanto o fosforo total, a temperatura da água e a turbidez correlacionaram-se negativamente tanto no primeiro período de chuva quanto na estiagem. No segundo período chuvoso as variáveis oxigênio dissolvido, sólidos totais, nitrato total e carbono orgânico foram correlacionados positivamente com eixo 2. Para as variáveis matéria orgânica e pH não foi observado correlação sazonal.

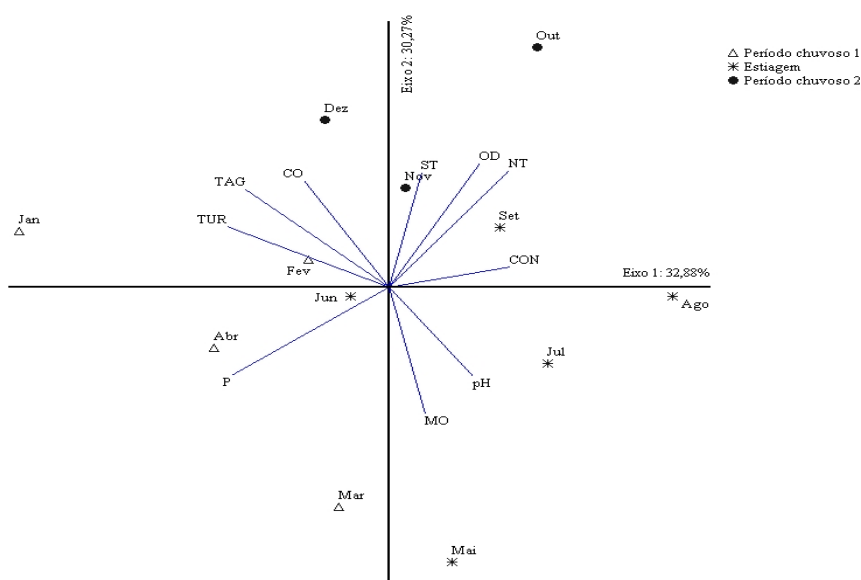


Figura 2: Escores derivados da análise dos componentes principais aplicados aos dados físico químico de janeiro a dezembro 2013: TUR- turbidez; P- fósforo total; NT- nitrato total; TAG- temperatura da água; pH; CON-condutividade; OD-oxigênio dissolvido; ST-sólidos totais; CO-carbono orgânico e MO- matéria orgânica. Os códigos indicam os meses de amostragem.

A análise da correspondência canônica teve explicabilidade de 69,4% nos dois primeiros eixos, e o coeficiente de correlação de Pearson para espécie-ambiente mostrou forte correlação ($p=0,977$) como encontrado nos estudos realizados por Bittencourt-Oliveira *et al.* (2012) e Dantas; Moura e Bittencourt-Oliveira (2011), (Figura 3 e Tabela 1). As cianobactérias mostraram nítida diferença entre seus registros e os períodos climáticos. No primeiro eixo a matéria orgânica e fósforo total correlacionou-se positivamente com *Cyanodictyon* sp.1. Nesse mesmo eixo e no primeiro período chuvoso a *Aphanocapsa holsatica* correlacionou-se negativamente com sólidos totais e condutividade. *Microcystis aeruginosa* esteve presente em todos os períodos climáticos, destacando-se o primeiro período chuvoso e a estiagem e não teve influência direta de nenhuma variável ambiental. As espécies *Planktolyngbya limnetica* e *Radiocystis* sp.1 não se correlacionaram com nenhum variável físico química se correlacionando apenas com o período chuvoso.

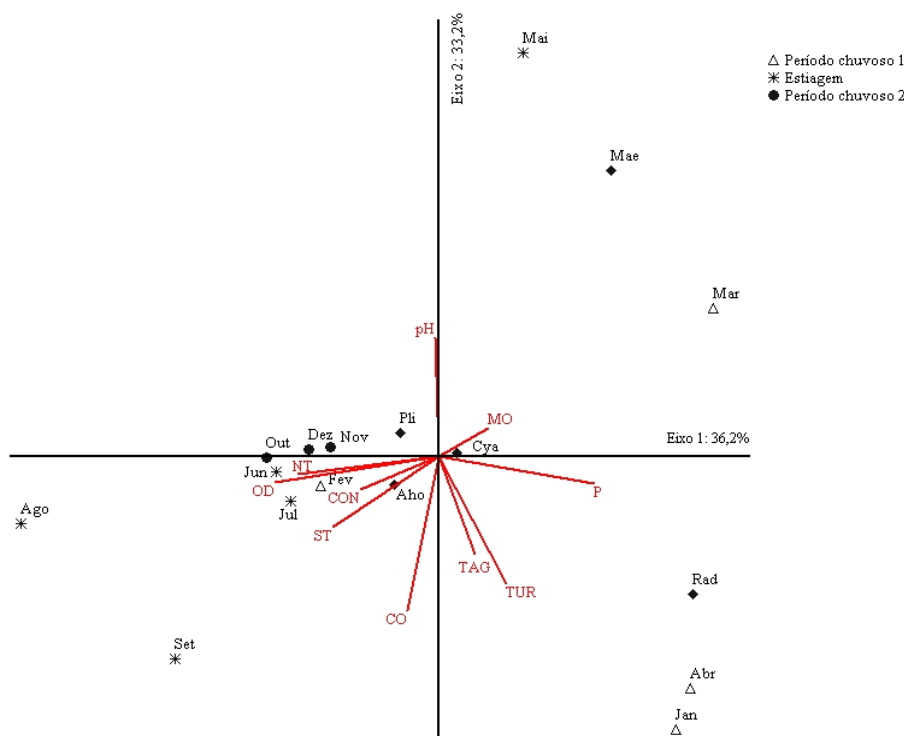


Figura 3: Escores derivados da ACC aplicados aos dados de densidade de espécies e variáveis limnológicas. Os códigos das variáveis limnológicas são: TUR- turbidez; P- fósforo total; NT- nitrato total; TAG- Temperatura da água; pH; CON-condutividade; OD-oxigênio dissolvido; ST-sólidos totais; CO-carbono orgânico e MO-matéria orgânica. Os códigos das variáveis biológicas são: Aho- *Aphanocapsa holsatica*; Cya-*Cyanodictyon* sp. 1; Mae-*Microcystis aeruginosa*; Pli-*Planktolyngbya limnetica*; Rad-*Radiocystis* sp.1.

Tabela 1: Síntese estatística da CCA nos dois primeiros eixos para a Captação de Água de Abastecimento Público do Ribeirão João Leite

	Axis 1	Axis 2
Eigenvalue	0.156	0.143
Variance percentage explained	36.2	33.2
Variance percentage accumulated	36.2	69.4
Pearson correlation (species-environment)	0.977	0.998

CONCLUSÕES

Existiu correlação entre as variáveis limnológicas estudadas. As variáveis físico química que foram correlacionadas, respectivamente, positivamente e negativamente com eixos foram: (condutividade, oxigênio dissolvido, sólidos totais, nitrato total e carbono orgânico); (temperatura da água, turbidez, matéria orgânica, pH e fósforo total). As cianobactérias se correlacionaram fortemente com os períodos sazonais (*Planktolyngbya limnetica*, *Aphanocapsa holsatica*, *Radiocystis* sp.1 e *Cyanodictyon* sp.1). As variáveis físico química que tiveram uma boa correlação com cianobactérias foram: Condutividade, Sólidos Totais e Matéria Orgânica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANA (Agência Nacional de Águas). Atlas Brasil de Abastecimento Urbano de Água. Brasília, 2010.
2. APHA (American Public Health Association). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Washington: APHA, 2012.
3. Bittencourt-Oliveira, M. C; Dias, S. N; Moura, A. N; Cordeiro-Araújo, M. K; Dantas, E. W. Seasonal dynamics of cyanobacteria in a eutrophic reservoir (Arcoverde) in a semi-arid region of Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 72, n. 3, p. 533-544, 2012.
4. CALIJURI, M. C; ALVES, M. S. A; SANTOS, A. C. A. Cianobactérias e cianotoxinas em águas continentais. **Rima**: São Carlos, p. 118, 2006.
5. CETESB. Manual de cianobactérias planctônicas: legislação, orientações para o monitoramento e aspectos ambientais. São Paulo: **CETESB**, p. 47, 2013.
6. DANTAS, Ê. W; MOURA, A. N; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C. Cyanobacterial blooms in stratified and destratified eutrophic reservoirs in semi-arid region of Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 83, n. 4, p. 1327-1338, 2011.
7. DANTAS, E. W; MOURA, A. N; OLIVEIRA, M. C. B; NETO, J. D. T. A; CAVALCANTI, A. D. C. Temporal variation of the phytoplankton community at short sampling intervals in the Mundaú reservoir, Northeastern Brazil. **Acta bot. bras.** v. 22, n.4, p. 970-982, 2008.
8. DI BERNARDO, L; MINILLO, A; DANTAS, A. D. B. Florações de algas e cianobactérias: suas influências na qualidade da água e nas tecnologias de tratamento. **Editora LDiBe**: São Carlos, 2010.
9. GEMELGO, M. C. P; SANT'ANNA, C. L; TUCCIA, A; BARBOSA, H. R. Population dynamics of *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya & Subba Raju, a Cyanobacteria toxic species, in water supply reservoirs in São Paulo, Brazil. **Hoehnea**. v. 35, n.2, p.297-307, 2008.
10. HINDÁK, F. Fotografický Atlas Mikroskopických Sinic. Sladkovodné riasy. SPN, Bratislava, 2001.
11. KOMÁREK, J.; ANAGNOSTIDIS, K. Cyanoprokaryota. 1. Teil: Chroococcales. In: ETTL, H. et al. Susswasserflora Von Mitteleuropa. Jena- Stuttgart-Lubeck- Ulm: **Gustav Fischer**, v. 19, p. 548, 1999
12. KOMÁREK, J.; ANAGNOSTIDIS, K. Cyanoprokaryota 2. Teil: Oscillatoriales. In: BUDEL, B. et al. Susswasserflora Von Mitteleuropa. Heidelberg: Elsevier/Spektrum. v. 19, p.759, 2005.
13. KOMÁREK, J.; KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ, J. Taxonomic evaluation of the cyanobacterial microflora from alkaline marshes of northern Belize. 1. Phenotypic diversity of coccoid morphotypes. **Nova Hedwigia**, v. 84, p. 65-111, 2007.
14. MANTOVANI, D.; MOSER, A. S.; FAVERO, D. M. Cianobactérias em reservatórios brasileiros e seus prejuízos à saúde. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v. 4, n.1, p.145-155, 2011.
15. MC CUNE, B; MEFFORD, M. J. Multivariate Analysis of Ecological Data Version 3.0. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, USA, 1997 .
16. SANT'ANNA, C. L; AZEVEDO, M. T. P. Contribution to the knowledge of potentially toxic Cyanobacteria from Brazil. **Nova Hedwigia**, 2000.
17. SANT'ANNA, C. L; BRANCO, L. H. Z; GAMA JÚNIOR, W. A; WERNER, V. R. Lista de cyanobacteria do Estado de São Paulo. **Biota Neotrop.**, v. 11, n. 1, 2011.
18. SANT'ANNA, C. L; AZEVEDO, M. T. P; AGUIJARO, L. F; CARVALHO, M. C; CARVALHO, L. R; SOUZA, R. C. R. Identificação e Contagem de Cianobactérias Planctônicas de Águas Continentais Brasileiras. Rio de Janeiro: **Interciência**, 2006.
19. SILVA, G. G; NAVAL, L. P; DI BERNARDO, L; DANTAS, A. D. B. Tratamento de águas de reservatórios por dupla filtração, oxidação e adsorção em carvão ativado granular. **Eng. Sanit. Ambient.**, v.17, n. 1, p. 71-80, 2012.
20. SIQUEIRA, D. B; OLIVEIRA-FILHO, E. C. Cianobactérias de água doce e saúde pública: uma revisão. **Universitas Ciência da Saúde**, v. 3 n. 1, p. 109-127, 2008.
21. TER BRAAK, C. J. F; VAN TONGEREN O. F. R. Data analysis in community and landscape ecology, 1986.