

I-358 - CORRELAÇÃO ENTRE DENSIDADE DE CIANOBACTÉRIAS E VARIÁVEIS ABIÓTICAS NO RESERVATÓRIO DO RIBEIRÃO JOÃO LEITE EM GOIÁS

Cláudia Alves de Souza⁽¹⁾

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).

Silvia Moreira dos Santos⁽²⁾

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).

Andréia Gomes dos Santos Arantes⁽³⁾

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).

Rosalmina Cipriano da Silva⁽⁴⁾

Bacharel em Biologia pela Pontifícia Universidade Católica - PUC/GOIÁS. Bacharel em Ciências Biológicas (Modalidade Médica) - Biomedicina pela Pontifícia Universidade Católica - PUC/GOIÁS. Especialista em Gestão em Análise Sanitária com Ênfase em Docência do Ensino Superior pela Faculdade Mauá de Brasília. Bióloga na Saneamento de Goiás (Saneago).

Carlos Roberto Alves dos Santos⁽⁵⁾

Licenciado e Bacharel em Ciências Biológicas pela Pontifícia Universidade Católica - PUC/GOIÁS. Mestre em Biologia- Ecologia pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Técnico em Saneamento pela Escola Técnica Federal de Goiás e Gerente de Prot. Ambiental e Qualidade do Produto da Saneamento de Goiás (Saneago).

Endereço⁽¹⁾: Avenida Vereador José Monteiro, 1953 – Negrão de Lima - Goiânia - GO - CEP: - - Brasil - Tel: (62) 3269-9800 - e-mail: kasouzaa.frei@gmail.com

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a correlação entre as variáveis abióticas e a densidade de cianobactérias no reservatório de abastecimento público de água do ribeirão João Leite. A principal consequência da eutrofização dos ambientes aquáticos é o crescimento de cianobactérias que compromete de forma substancial o tratamento da água destinada ao abastecimento público. Foram estudados dois pontos (superfície- 24A e fundo- 24PT) do reservatório do ribeirão João Leite dados entre o período de 2014 a 2016. Para o tratamento dos dados foi utilizado o modelo de regressão não paramétrico *Kernel Regression with Mixed Data Types* obtido através do programa R. Para o ponto 24A as variáveis significativas foram: turbidez, temperatura da água e condutividade elétrica. A variável turbidez e condutividade influenciaram negativamente a densidade de cianobactérias, enquanto a temperatura influenciou positivamente. A temperatura da água foi significativa no ponto 24PT, correlacionando positivamente com a densidade de cianobactérias.

PALAVRAS-CHAVE: Cianobactérias, variáveis abióticas, variável biótica, reservatório, correlação.

INTRODUÇÃO

Reservatórios são sistemas de grande complexidade espacial e temporal formados para atender a finalidades específicas que apresentam distinções no que se refere a morfologia, morfometria e funcionamento limnológico (STRASKRABA; TUNDISI, 2013).

Todavia o aumento dos impactos antrópicos ao longo da bacia de drenagem desses sistemas têm promovido a degradação da qualidade da água e acelerado o processo de eutrofização, devido a entrada de nutrientes especialmente nitrogênio e fósforo (COSTA et al., 2009).

Dentre os problemas decorrentes da eutrofização dos ecossistemas aquáticos pode se citar o surgimento de florações de cianobactérias, as quais culminam em alterações organolépticas da água, redução da concentração de oxigênio, mortalidade de peixes e aves (FERNANDES et al., 2009), além de se tornarem um grave problema em reservatórios destinados ao abastecimento público de água devido à potencial produção de toxinas, ocasionando riscos à saúde pública (PANOSSO et al., 2007).

De acordo com suas estruturas químicas, as cianotoxinas podem ser inseridas em três grandes grupos: os peptídeos cíclicos, os alcalóides e os lipopolissacarídeos, podendo apresentar efeitos neurotóxicos, hepatotóxicos ou irritantes à pele (MOLICA; AZEVEDO, 2009).

Estudos sobre a distribuição de cianobactérias e de fatores ambientais em represas brasileiras foram realizados por vários pesquisadores (RODRIGUES; SANT'ANNA; TUCCI, 2010; OLIVER; RIBEIRO, 2014) evidenciando a preocupação no tocante à qualidade da água.

Lopes et al. (2017) observaram no reservatório de abastecimento público de água Vargem das Flores (MG) uma ocorrência elevada de cianobactérias no período chuvoso com a predominância de *Aphanocapsa* sp., todavia as concentrações de cianotoxinas obtidas permaneceram abaixo do limite de detecção.

Silva et al. (2013) ao verificarem a ocorrência e as densidades de cianobactérias presentes no reservatório de Mundaú (PE) constataram que 91,3% das amostras esboçaram densidades de cianobactérias acima do limite permitido pela legislação específica, sendo encontrados gêneros como *Microcystis* e *Cylindrospermopsis*.

Estudos desenvolvidos por Machado et al. (2016) constataram que a ocorrência e a dominância de gêneros potencialmente tóxicos no reservatório de Guarapiranga (SP) estiveram correlacionados aos elevados teores de nutrientes, especialmente amônio, pH neutro-alcalino e reduzida zona eufótica.

Em virtude disso, faz-se necessário compreender quais variáveis ambientais favorecem o desenvolvimento desses organismos e que são determinantes para as florações de cianobactérias, para que possam ser adotadas medidas de controle.

Assim, o conhecimento da dinâmica das cianobactérias e suas relações com os fatores abióticos propicia gerar informações capazes de auxiliar no monitoramento mais eficiente da qualidade da água, principalmente no que se refere ao potencial de toxicidade associado a estes organismos.

Neste sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar a correlação entre as variáveis abióticas e a densidade de cianobactérias no reservatório de abastecimento público de água do ribeirão João Leite.

METODOLOGIA

O local de estudo foi o reservatório do ribeirão João Leite situado junto ao Parque Estadual Altamiro Moura Pacheco e ao Parque Estadual João Leite, distante 6,5 km da capital do estado de Goiás tendo a finalidade de abastecer a cidade de Goiânia e áreas conurbadas até o ano de 2050 (Figura 1). Foram utilizados dados quinzenais de 03 anos de monitoramento, entre o período de 2014 a 2016, referentes às análises de qualidade da água realizadas pela concessionária de saneamento do estado de Goiás - SANEAGO, nos pontos denominados 24A (superfície - 30 cm) e 24PT (profundidade - 10 m). Foi usado o programa R para estimar o modelo de regressão não paramétrico *Kernel Regression with Mixed Data Types* para avaliar a contribuição das seguintes variáveis abióticas (Temperatura da Água, pH, Turbidez, Oxigênio Dissolvido, Fósforo Total, Nitrogênio Amoniacal, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Condutividade, Nitrato) em relação a densidade de cianobactérias. A análise estatística foi realizada a um nível de significância de 10% com o p-valor < 0,05 para que o resultado seja significativo.

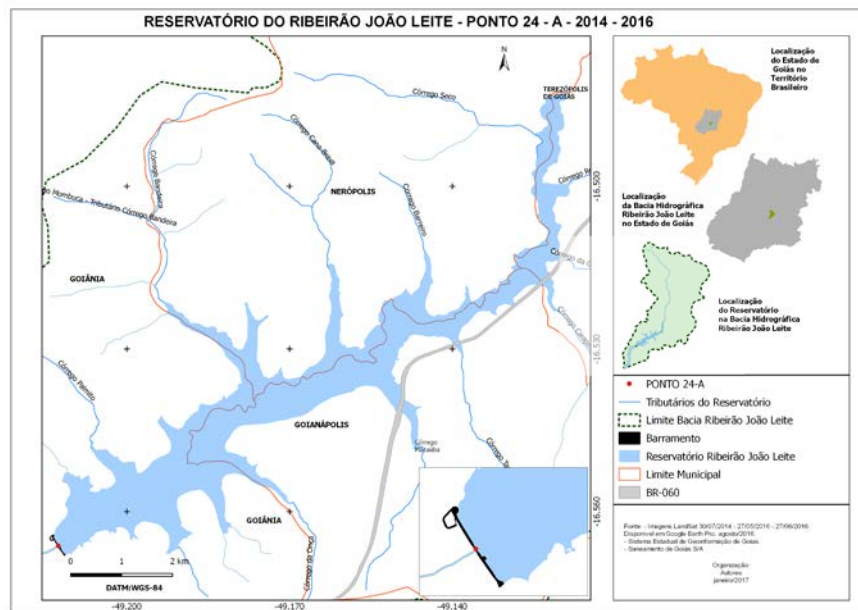


Figura 1. Mapa de Localização do reservatório do ribeirão João Leite e seus pontos de estudo.

RESULTADOS

Na Tabela 1 encontram-se os resultados do teste de significância e as Figuras 2 a 6 apresentam a influência destas variáveis na densidade de cianobactérias para o ponto 24A (Superfície).

Tabela 1. Teste de significância do modelo para o ponto 24A.

Variáveis	p-valor
Turb	0,048
T	0,000
pH	0,055
OD	0,353
PT	0,148
NH ₃	0,328
DBO	0,692
Cond	0,005
NO ₃ ⁻	0,311

Legenda: Turb (uT)- Turbidez; T (°C)- Temperatura; pH- Potencial Hidrogeniônico; OD (mg/L)- Oxigênio Dissolvido; PT (mg/L)- Fósforo Total; NH₃ (mg/L)- Nitrogênio amoniacal; DBO (mg/L)- Demanda Bioquímica de Oxigênio; Cond (µS/cm)- Condutividade; NO₃⁻ (mg/L)- Nitrato.

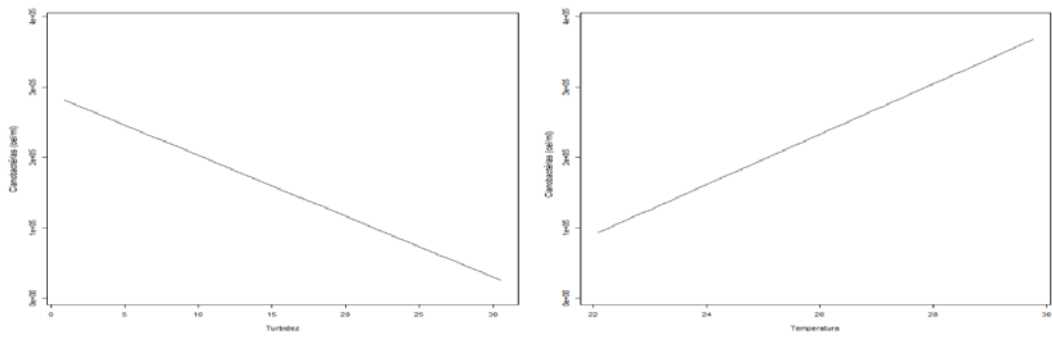


Figura 2. Influência da turbidez e da temperatura da água na densidade de cianobactérias.

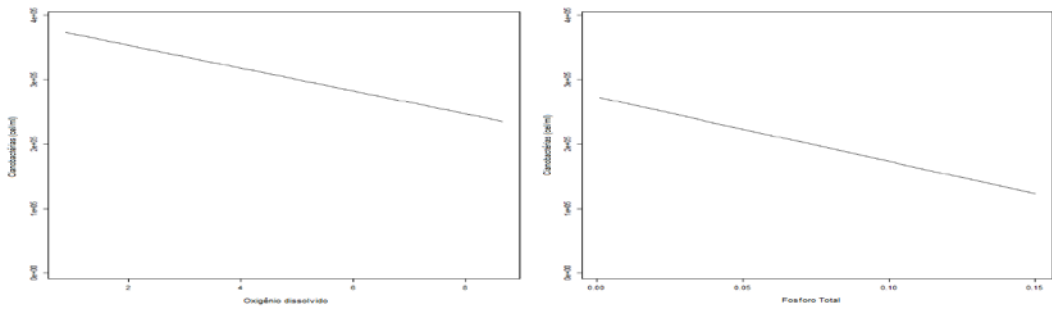


Figura 3. Influência do fósforo total e do OD na densidade de cianobactérias.

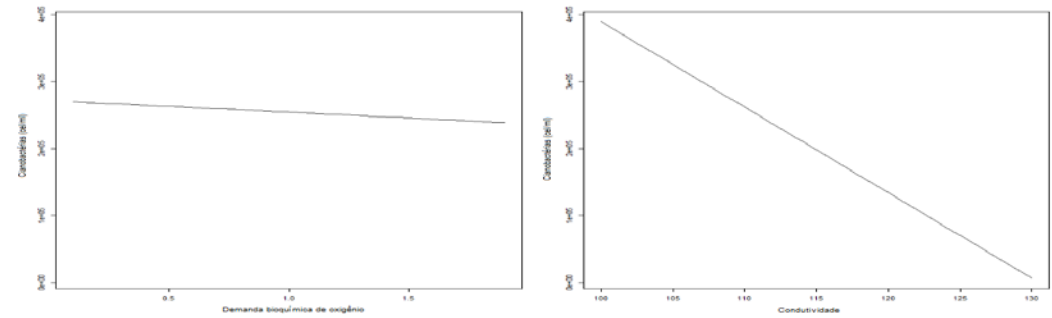


Figura 4. Influência da DBO e da condutividade na densidade de cianobactérias.

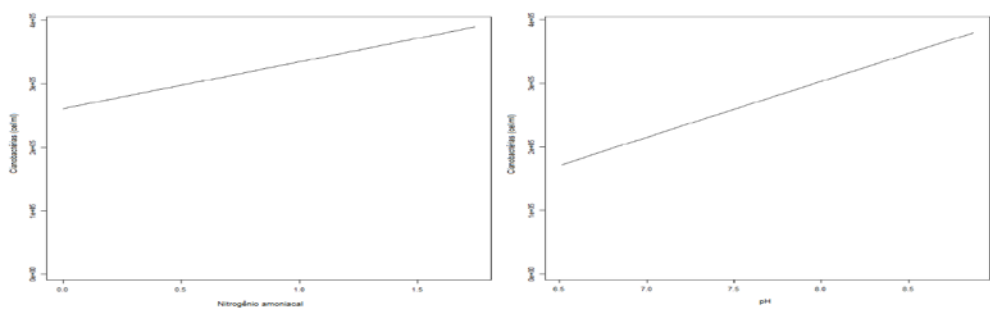


Figura 5. Influência do nitrogênio amoniacal e do pH na densidade de cianobactérias.

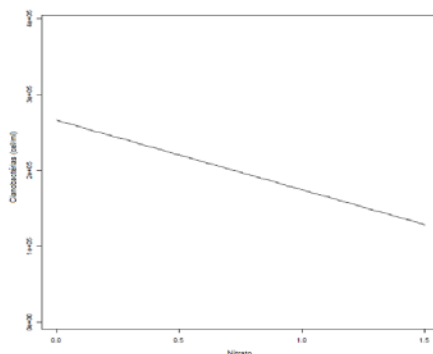


Figura 6. Influência do nitrato na densidade de cianobactérias.

Na Tabela 2 estão expressos os resultados do teste de significância e as Figuras 7 a 10 apresentam a influência das variáveis testadas com relação à densidade de cianobactérias para o ponto 24PT (Profundidade).

Tabela 2. Teste de significância do modelo para o ponto 24PT.

Variáveis	p-valor
Turb	0,830
T	0,013
pH	0,098
OD	0,346
PT	0,321
NH ₃	0,732
Cond	0,589
NO ₃ ⁻	0,363

Legenda: Turb (uT)- Turbidez; T (°C)- Temperatura; pH- Potencial Hidrogeniônico; OD (mg/L)- Oxigênio Dissolvido; PT (mg/L)- Fósforo Total; NH₃ (mg/L)- Nitrogênio amoniacal; Cond (μS/cm)- Condutividade; NO₃⁻ (mg/L)- Nitrato.

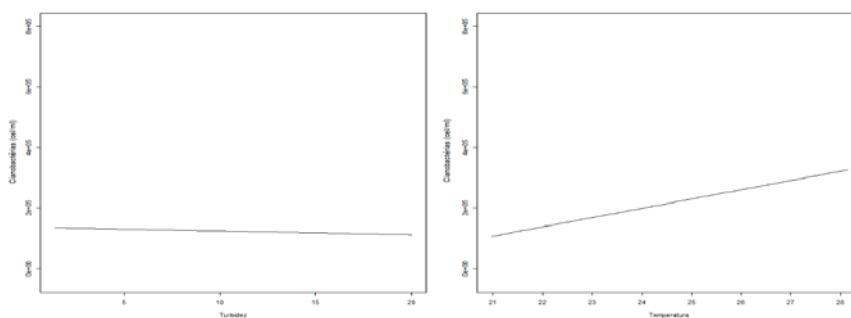


Figura 7. Influência da turbidez e da temperatura da água na densidade de cianobactérias.

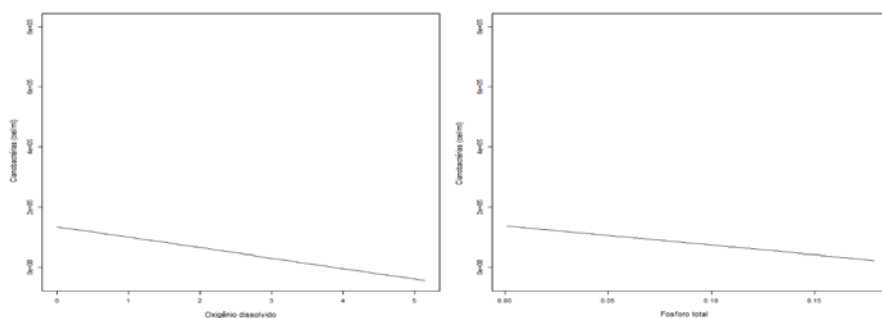


Figura 8. Influência do OD e do fósforo total na densidade de cianobactérias.

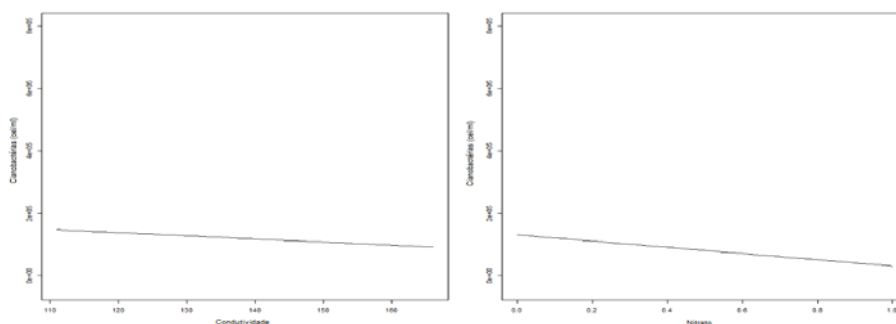


Figura 9. Influência da condutividade e do nitrato na densidade de cianobactérias.

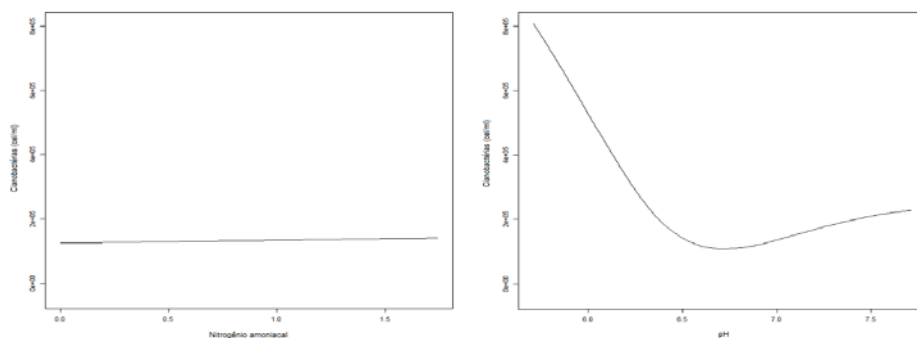


Figura 10. Influência do nitrogênio amoniacal e do pH na densidade de cianobactérias.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para o ponto 24A observou-se que a variável turbidez influenciou negativamente a densidade de cianobactérias, enquanto a temperatura influenciou positivamente, ou seja, quanto menor a turbidez maior a densidade e quanto maior a temperatura maior a densidade de cianobactérias (Figura 2). Góis e Oliveira (2014) verificaram, de igual modo, que a densidade de cianobactérias foi mais elevada diante de valores baixos de turbidez (2,8 uT) e decresceu com o aumento da turbidez (6,7 uT). O resultado obtido para temperatura da água corrobora com as observações feitas por Matsuzaki et al. (2004) que verificaram que o aumento da temperatura eleva o crescimento de cianobactérias ocasionado pela aceleração metabólica destes organismos aquáticos.

O fósforo total e o OD influenciaram negativamente a densidade de cianobactérias (Figura 3), porém essa influência não se mostrou significativa através do teste de significância (Tabela 1).

Na Figura 4 pôde-se observar que a DBO apresenta contribuição negativa, a curva é pouco inclinada e o teste revelou que esta variável não é significativa para o modelo (Tabela 1). Quanto à condutividade a curva é bastante inclinada o que indicou uma influência negativa acentuada, confirmada pelo teste (Tabela 1). Sendo assim, quanto menor a condutividade maior será a densidade de cianobactérias. Isso pode ser explicado pela

presença de sólidos na água e da presença de turbidez que provoca a redução da penetração da luz na coluna de água com conseqüente diminuição do crescimento de cianobactérias (LOPES et al., 2016).

Na Figura 5 verificou-se que o nitrogênio amoniacal e o pH contribuíram positivamente na densidade de cianobactérias. O pH apresentou influência significativa para o modelo (Tabela 1), que pode ser comprovado pelos estudos realizados por Góis e Oliveira (2014) que verificaram que a densidade média de cianobactérias esteve associada a elevados valores de pH (8,45). O nitrato influenciou negativamente na densidade de cianobactérias (Figura 6), porém o resultado não é significativo como pode ser visualizado na Tabela 1.

Para o ponto 24PT (Figura 7) verifica-se que a turbidez influenciou negativamente a densidade de cianobactérias e a temperatura positivamente. A curva referente à temperatura apresenta-se bastante inclinada indicando uma influência significativa que pode ser confirmada através do teste de significância (Tabela 2), contudo a turbidez não se mostrou significativa (Tabela 2).

Na Figura 8 observa-se que as duas curvas são pouco inclinadas e demonstram que tanto o oxigênio dissolvido quanto o fósforo total influenciam negativamente a densidade de cianobactérias. Porém o teste sugere que as duas variáveis não são significativas para o modelo (Tabela 2).

Na Figura 9 pode-se constatar que tanto a condutividade quanto o nitrato influenciam negativamente a densidade de cianobactérias, no entanto a Tabela 2 sugere que essas duas variáveis não são significativas.

O nitrogênio amoniacal apresenta influência positiva na densidade de cianobactérias, porém não é significativo para o modelo (Tabela 2). Por sua vez, o pH, ao nível de 10% de significância, é significativo para este modelo (Figura 10).

CONCLUSÃO

Os resultados comprovaram que as amostras provenientes do ponto 24A (superfície) e 24PT (profundidade) possuem características distintas. A única variável que teve o comportamento semelhante apresentando correlação significativa com a densidade de cianobactérias foi a temperatura da água.

As variáveis que influenciaram o crescimento de cianobactérias no ponto 24A (superfície) foram turbidez e condutividade demonstrando que à medida que os valores dessas variáveis aumentaram a densidade de cianobactérias diminuíram.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. COSTA, I. A. S., CUNHA, S. R. S., PANOSSO, R., ARAÚJO, M. F. F., MELO, J. L. S., ESKINAZI-SANT'ANNA, E. M. Dinâmica de cianobactérias em reservatórios eutróficos do semi-árido do Rio Grande do Norte. *Oecol. Bras.*, v. 13, n. 2, p. 382-401, 2009.
2. GÓIS, J.S., OLIVEIRA, F.H.P.C. Variação sazonal das cianobactérias como parâmetro para análise da qualidade da água do reservatório Mororó, no município de Pedra/PE. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.7, n.5, p. 1015-1023, 2014.
3. LOPES, A.M.M.B., GOMES, L.N.L., MARTINS, F.D.C., CERQUEIRA, D.A., MOTA FILHO, C.R., SPERLING, E.V., PÁDUA, V.L.D. Dynamic of pathogenic protozoa and cyanobacteria in a reservoir used for water supply in southeastern Brazil. *Engenharia Sanitária e Ambiental*. 2016.
4. LOPES, A. M. M. B.; GOMES, L. N. L.; MARTINS, F. C.; FILHO, C. R. M.; SPERLING, E.; PÁDUA, V. L. Dinâmica de protozoários patogênicos e cianobactérias em um reservatório de abastecimento público de água no sudeste do Brasil. *Eng. Sanit. Ambient.* [online], v. 22, n. 1, p. 25-43, 2017.
5. MACHADO, L. S., SANTOS, L. G., DOVAL, J. C. L., POMPÊO, M. L. M., MOSCHINI-CARLOS, V. Fatores ambientais relacionados à ocorrência de cianobactérias potencialmente tóxicas no reservatório de Guarapiranga, SP, Brasil. *Rev. Ambient. Água*, v. 11, n. 4, 2016.
6. MATSUZAKI, M., MUCCI, J.L.N., ROCHA, A.A. Comunidade fitoplancônica de um pesqueiro na cidade de São Paulo. *Revista de Saúde pública*, v. 38, n. 5, p. 679-686, 2004.
7. MOLICA, R., AZEVEDO, S. Ecofisiologia de cianobactérias produtoras de cianotoxinas. *Oecol. Bras.*, v. 13, n. 2, p. 229-246, 2009.

8. OLIVER, S. L., RIBEIRO, H. Variabilidade climática e qualidade da água do Reservatório Guarapiranga. *Estudos Avançados*, v. 28, n. 82, p. 95-128, 2014.
9. PANOSSO, R., COSTA, I. A. S., SOUZA, N. R., ATTAYDE, J. L., CUNHA, S. R. S., GOMES, F. G. F. Cianobactérias e cianotoxinas em reservatórios do estado do Rio Grande do Norte e o potencial controle das florações pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Oecol. Bras.*, v. 11, n. 3, p. 433-449, 2007.
10. RODRIGUES, L. L., SANT'ANNA, C. L., TUCCI, A. Chlorophyceae das represas Billings (Braço Taquacetuba) e Guarapiranga, SP, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 33, n. 2, p. 247-264, 2010.
11. SILVA, E. M., GOMES, C. T. S., RAMOS, C. P. S., BRICIO, S. M. L. Ocorrência de Cianobactérias no Reservatório de Mundaú, no Estado de Pernambuco, no Período de Janeiro de 2010 a Novembro de 2011. *Vigilância Sanitária em debate*, v. 1, n. 3, p. 35-42, 2013.
12. STRASKRABA, M., TUNDISI, J. G. Diretrizes para o gerenciamento de lagos: gerenciamento da qualidade dos lagos. São Carlos: ILEC/IIE, 2013. 280 p.