



ISSN:1984-2295

# Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: [www.ufpe.br/rbgfe](http://www.ufpe.br/rbgfe)



## VARIAÇÃO SAZONAL DAS CIANOBACTÉRIAS COMO PARÂMETRO PARA ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RESERVATÓRIO MORORÓ, NO MUNICÍPIO DE PEDRA/PE

Jeane dos Santos Góis<sup>1</sup>; Fábio Henrique Portella Corrêa de Oliveira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bióloga. Especialista em Gestão Ambiental. Auxiliar de Saneamento e Gestão, Companhia Pernambucana de Saneamento, Recife, Pernambuco, Brasil, Autor corresponde: [jeanegois88@hotmail.com](mailto:jeanegois88@hotmail.com). <sup>2</sup>Biólogo. Mestre em Biotecnologia de Produtos Bioativos, Companhia Pernambucana de Saneamento, Laboratório de Hidrobiologia, Recife, Pernambuco, Brasil, [fabiohenrique@compesa.com.br](mailto:fabiohenrique@compesa.com.br).

Artigo submetido em 10/09/2014 e aceite em 02/11/2014.

### RESUMO

É crescente a preocupação com a poluição dos recursos hídricos, principalmente sobre as águas destinadas ao abastecimento público. Nos ecossistemas aquáticos, além do processo de eutrofização, outros fatores como a sazonalidade favorecem a quebra do equilíbrio ecológico. A presente pesquisa verificou a influência da sazonalidade na ocorrência de cianobactérias como parâmetro da qualidade da água do reservatório Mororó, situado no município de Pedra (Pernambuco, Brasil). As características físico-químicas estudadas foram: cor aparente, turbidez, pH e fósforo total. As cianobactérias estiveram representadas por 10 gêneros, distribuídos entre 4 ordens e 4 famílias. Destacam-se *Planktothrix Anagnostidis & Komárek*, *Aphanocapsa Nægeli*, *Dolichospermum Bory ex Bornet et Flahault* e *Cylindrospermopsis Seenayya et Subba Raju* por serem potencialmente tóxicas. Os resultados mostraram densidades de cianobactérias acima dos limites estabelecidos pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA. O reservatório foi considerado supereutrófico durante todo o estudo. Os resultados indicaram a influência da sazonalidade na qualidade da água, em função da pluviosidade na dinâmica das variáveis limnológicas, em especial quanto à disponibilidade e diluição de nutrientes nos reservatórios.

**Palavras-chave:** reservatórios, cianobactérias, abastecimento público, qualidade da água.

## SEASONAL VARIATION OF CYANOBACTERIAS AS PARAMETER FOR THE ANALYSIS OF WATER QUALITY OF RESERVOIR MORORÓ, IN THE CITY PEDRA/PE

### ABSTRACT

There is growing concern about the pollution of water resources, especially on the water for public supply. In aquatic ecosystems, in addition to the eutrophication process, other factors such as seasonality favor the breakdown of ecological balance. This research analyzes the influence of seasonality in the occurrence of cyanobacteria and water quality of the Mororó reservoir, located in the city of Pedra, (Pernambuco, Brazil). The physicochemical parameters studied were: apparent color, turbidity, pH and total phosphate. Cyanobacteria were represented by 10 genera, distributed among four orders and four families. *Planktothrix Anagnostidis & Komárek*, *Aphanocapsa Nægeli*, *Dolichospermum Bory ex Bornet et Flahault* and *Cylindrospermopsis Seenayya et Subba Raju* are highlighted for being potentially toxic. The results showed densities of cyanobacteria above the limits established by CONAMA Resolution No. 357/2005. The reservoir was considered in supereutrophic state throughout the study. The results showed the influence of seasonality on water quality, depending on the rainfall in the dynamics of limnological variables, especially for availability and dilution of nutrients in the reservoirs.

**Keywords:** reservoirs, cyanobacteria, public water supply, water quality.

## Introdução

Os recursos hídricos constituem uma das grandes preocupações ambientais devido à qualidade e quantidade disponíveis. O uso indevido tem comprometido as condições de vida e saúde de uma ampla parcela da população. A escassez da água e poluição dos mananciais, aliados ao manejo inadequado deverá agravar mais a situação nos próximos anos, com o crescimento da população e o aumento da demanda deste recurso (Izique, 2007).

A qualidade da água de um reservatório destinada ao abastecimento público pode ser afetada de diversas formas, como por exemplo, através do lançamento de efluentes domésticos, compostos orgânicos oriundos de atividades agrícolas, poluentes industriais e dejetos hospitalares, entre outros. Todos estes fatores geram impactos e deterioração na qualidade de água, tornando-a um importante veículo de doenças e alteração no equilíbrio ecológico do ecossistema. Como resultado da poluição tem-se o processo de eutrofização que constitui o aumento da concentração de nutrientes na água, implicando em alterações na qualidade da água em reservatórios, rios, lagos e represas (Branco, 1978; Cleasby, 1991; FUNASA, 2003; Carvalho, 2003; Paolillo Neto, 2006).

A eutrofização provoca o crescimento excessivo do fitoplâncton resultando em florações. Algumas cianobactérias, ao crescerem em altas densidades nos ecossistemas eutrofizados, podem produzir toxinas, odor e sabor desagradáveis na água e desequilíbrio no ecossistema aquático. Florações

tóxicas de cianobactérias provocam a morte de animais, além de intoxicações em seres humanos (Esteves, 1998; Carmichael, 2001; Leal & Soares, 2004; Tsukamoto & Takahashi, 2007).

A resolução n° 357/2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, bem como as condições e padrões de lançamento de efluente (BRASIL, 2005) e a Portaria n° 2914/2011 do Ministério da Saúde, que regula a qualidade da água para abastecimento público, estabelecendo procedimentos para o seu monitoramento, bem como estabelecimento de limites máximos de concentrações aceitáveis para compostos químicos e densidade de cianobactérias (BRASIL, 2011), são instrumentos legais que visam ao gerenciamento dos recursos hídricos.

As águas dos manancial estudado nesta pesquisa enquadram-se na classe 2, de acordo com a Resolução n° 357/2005 do CONAMA, podendo ser destinadas para abastecimento público após tratamento convencional, conforme descrito na tabela 1.

Devido à escassez de trabalhos que abordem a qualidade da água em reservatórios da bacia hidrográfica do rio Ipanema (Pernambuco, Brasil), este trabalho tem como objetivo analisar a influência da sazonalidade na densidade da comunidade de cianobactérias, bem como na qualidade da água do reservatório de Mororó, no município de Pedra, inserido nesta bacia hidrográfica

**Tabela 1.** Classificação das águas doces, conforme usos preponderantes de acordo com a Resolução do CONAMA n° 357/2005.

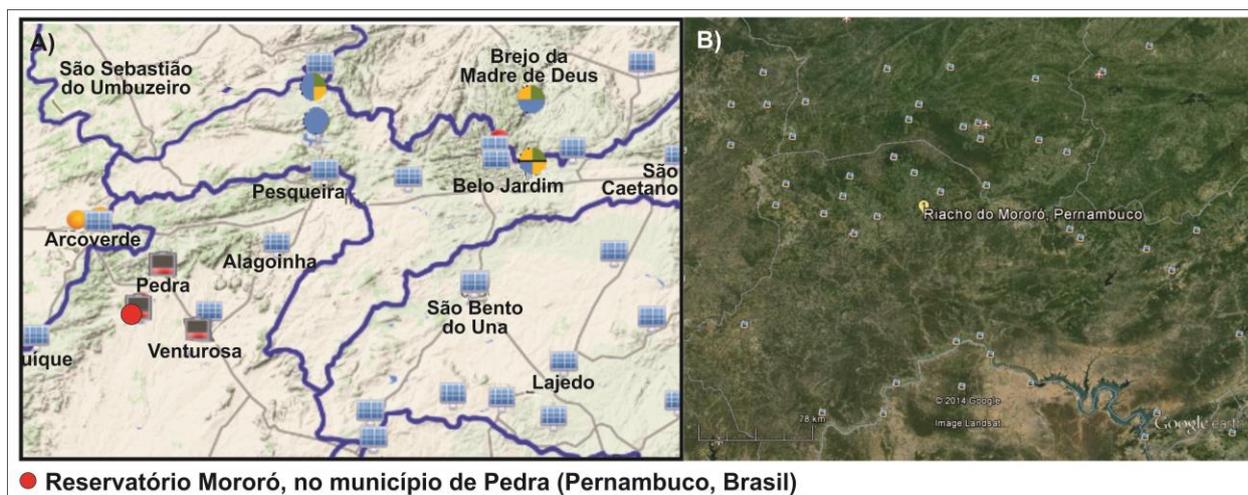
Classes	Usos preponderantes
Especial	Águas destinadas ao abastecimento humano, com desinfecção e à preservação dos ecossistemas aquáticos.
1	Águas destinadas ao abastecimento humano, após tratamento simplificado; à proteção de comunidades aquáticas, à recreação de contato primário (natação, esqui-aquático e mergulho) e à irrigação de hortaliças e frutas consumidas cruas.
2	Águas destinadas ao abastecimento humano, após tratamento convencional; à irrigação de hortaliças e plantas; à recreação de contato primário (natação, esqui-aquático e mergulho); à aquicultura e atividade de pesca.
3	Águas destinadas ao abastecimento humano, após tratamento convencional ou avançado; à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; à pesca amadora; à recreação de contato secundário e à dessedentação de animais.
4	Águas destinadas à navegação e à harmonia paisagística.

## 2. Material e métodos

### 2.1 Área de estudo

O reservatório Mororó, conforme Figura 1, pertencente à bacia hidrográfica do rio Ipanema, situa-se no município de Pedra (Pernambuco-Brasil).

A área da bacia hidrográfica ocupada pelo reservatório é de 41,71 km<sup>2</sup>. A sua capacidade máxima de armazenamento é de 2.929.682 m<sup>3</sup> e abastece uma população de aproximadamente 21.000 habitantes (COMPESA, 2008).



**Figura 1.** Localização do reservatório Mororó no município Pedra/PE. A) Fonte: APAC, B) Fonte: Google earth.

### Coleta e análise dos dados

Os dados hidrobiológicos e físico-químicos foram fornecidos pela Coordenação de Laboratório de Controle de Qualidade (CLQ) da Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA). As coletas foram realizadas durante o período de junho de 2007 a junho de 2008. A escolha deste período de amostragem ocorreu em virtude da disponibilidade de dados de qualidade do reservatório pela referida Coordenação, doadora dos resultados.

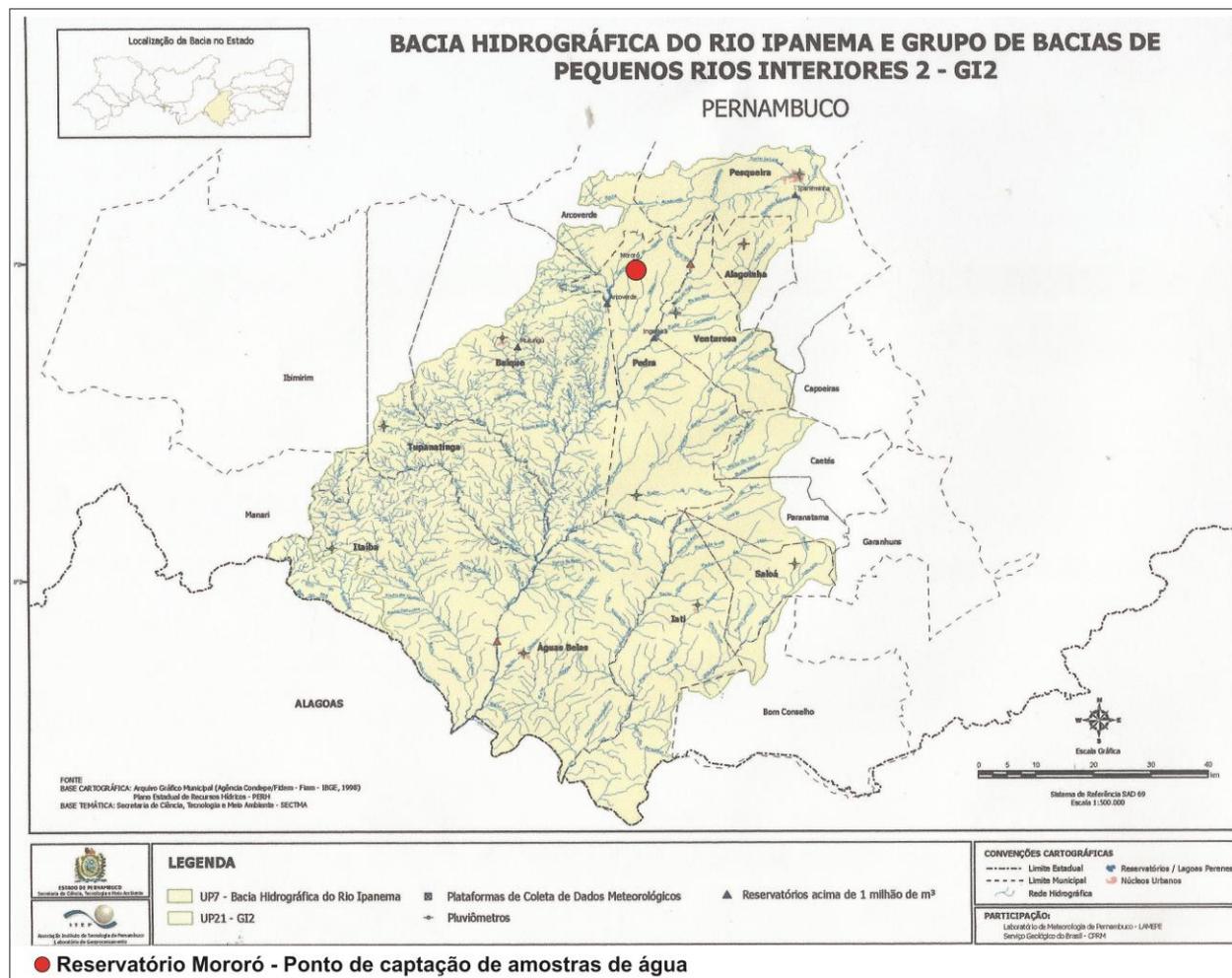
Semanalmente, foram coletadas amostras do reservatório no ponto de captação da COMPESA (Figura 2) nos períodos de estiagem (setembro - fevereiro) e chuvoso (março - agosto) para avaliar a influência da sazonalidade. A escolha deste ponto de coleta ocorreu por ser o local exato de adução de água pela Companhia, além de ser uma exigência prevista pela Portaria 2914/2011 (BRASIL, 2011) para o monitoramento de água destinada ao abastecimento público. Posteriormente, todas as amostras foram mantidas sob refrigeração (4°C) e transportadas ao laboratório. Os procedimentos de coletas e preservação das amostras seguiram as recomendações estabelecidas pela *American Public Health Association* (APHA, 2012). Para a identificação taxonômica das cianobactérias foi utilizada bibliografia pertinente como Anagnostidis & Komárek (1985; 1988; 1990); Komárek & Anagnostidis (1983; 1989; 2000; 2005) e

Santana et al. (2006). A quantificação foi feita com auxílio da câmara de Sedgwick-Rafter, conforme descrito em APHA (2012), utilizando-se um microscópio invertido Leica com aumento de 200 X.

O grau de eutrofização dos reservatórios foi avaliado a partir do cálculo do Índice de Estado Trófico para Fósforo Total (IET-P), através do índice de Carlson modificado (1977), utilizando-se para o cálculo a aplicação da seguinte fórmula como descrito em CETESB (2007):  $IET(P) = 10 \{ 6 - [ \ln ( 80,32 / P ) / \ln 2 ] \}$ , onde P = concentração média de fósforo total obtida nas amostras, em µg/L e ln = logaritmo neperiano.

O cálculo da Abundância Relativa das cianobactérias (F) foi adaptado de Lobo & Leighton (1986), com gêneros de cianobactérias enquadrados nas seguintes categorias: dominantes (com densidade de cianobactérias > 50% da densidade total das amostras) e abundantes (densidade superior à densidade média, em função do número total de cianobactérias presentes na amostra).

As análises climatológicas, como temperatura média anual e precipitação pluviométrica média, foram obtidas no site do Instituto Tecnológico de Pernambuco (ITEP). Para as demais variáveis físico-químicas (pH, cor aparente, turbidez e fosfato total), as análises seguiram de acordo com APHA (2012).



**Figura 2.** Localização do ponto de captação de amostras de água no reservatório Mororó, no município de Pedra (Pernambuco, Brasil). Fonte: Atlas SRHE/PE.

### Análise dos dados

Análise de variância (ANOVA) foi usada para testar a significância das diferenças dos parâmetros analisados ( $p < 0,05$ ) entre os períodos de estiagem e chuvoso, utilizando o software Statistica 10 (versão teste).

### Resultados e discussão

#### Análises climatológicas

Analisando os resultados expostos na Figura 3, percebe-se que o período março-abril foi mais chuvoso e os meses de setembro-novembro compuseram o período mais seco no município. No município de Pedra, o período chuvoso apresentou médias de temperatura e pluviosidade de 22,01 °C e 73,05 mm, respectivamente, ao passo que no período de estiagem foram observados valores de 23,69 °C e pluviosidade de 26,51 mm, respectivamente. Houve diferença significativa da temperatura do ar (ANOVA:  $F=7,95$ ,  $p < 0,05$ ) e pluviosidade (ANOVA:  $F=11,04$ ,  $p < 0,05$ ) no município de Pedra entre os

períodos de estiagem e chuvoso, indicando sazonalidade na região.

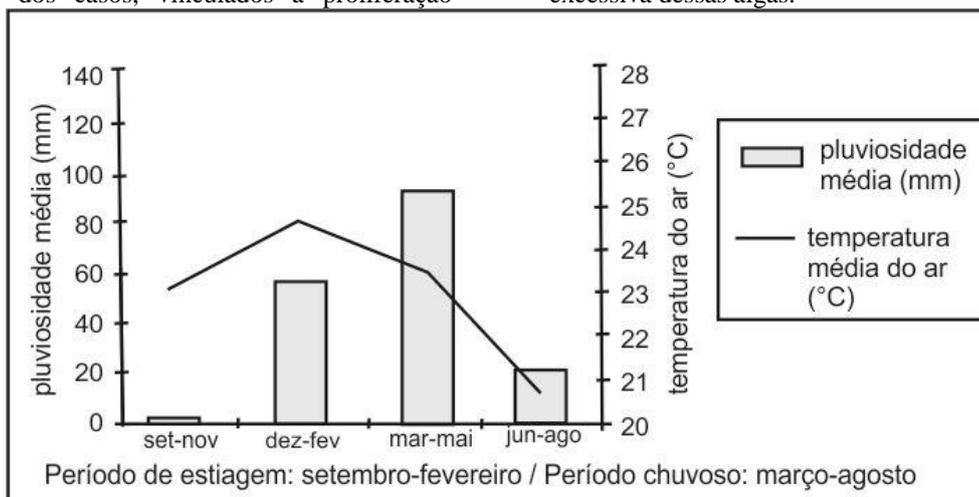
#### Análises hidrobiológicas Identificação de cianobactérias

Durante o período de estudo, as cianobactérias estiveram representadas por 10 gêneros, distribuídos entre 4 ordens e 4 famílias (Tabela 2).

Dentre os gêneros identificados, destacam-se *Planktothrix Anagnostidis & Komárek*, *Aphanocapsa Nägeli*, *Dolichospermum Bory ex Bornet et Flahault* e *Cylindrospermopsis Seenayya et Subba Raju*, por serem potencialmente tóxicos. Durante o período de estudo, foi verificada a ocorrência de florações no reservatório analisado.

A presença de cianobactérias tóxicas é bastante comum nos recursos hídricos e encontra-se distribuída em todas as regiões brasileiras (Panosso, 2007). Segundo Falcão (2002), a presença de determinados gêneros por si só não indica que irá produzir efeitos indesejáveis (odor, gosto, sensações, problema de intoxicação), estando esses problemas,

na maioria dos casos, vinculados a proliferação excessiva dessas algas.



**Figura 3.** Relação entre os valores médios de pluviosidade e temperatura do ar para os períodos de estiagem e chuvoso entre junho/2007 a junho/2008 no município de Pedra (Pernambuco, Brasil).

**Tabela 2.** Relação de ordens, famílias e gêneros das Cianobactérias registradas no reservatório de Mororó entre junho/2007 a junho/2008.

Ordem	Família	Gêneros
Oscillatoriales	Phormidiaceae	<i>Planktothrix</i> Anagnostidis & Komárek
Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	<i>Geitlerinema</i> (Anagnostidis et Komárek) Anagnostidis <i>Pseudoanabaena</i> Lauterborn <i>Planktolyngbya</i> Anagnostidis et Komárek
Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Merismopedia</i> Meyen <i>Aphanocapsa</i> Nägeli <i>Coelosphaerium</i> Nägeli
Nostocales	Nostocaceae	<i>Dolichospermum</i> Bory ex Bornet et Flahault <i>Cylindrospermopsis</i> Seenayya et Subba Raju <i>Raphidiopsis</i> Fritsch & Rich

As cianotoxinas que normalmente estão contidas nas células das cianobactérias são liberadas em quantidade significativa ao ocorrer a lise celular, que ocorre com a morte natural, estresse celular e o uso de algicidas. Estas toxinas podem ser liberadas por diversos representantes potencialmente tóxicos, incluindo *Nodularia* Martens ex Bornet & Flahault, *Nostoc* Vaucher ex Bornet & Flahault, *Microcystis* Kützing ex Lemmermann, *Anabaena* (= *Dolichospermum*) Bory ex Bornet et Flahault, *Oscillatoria* Vaucher & Gomont e *Cylindrospermopsis* Seenayya et Subba Raju (Esteves, 1988; Carmichael, 2001; Leal & Soares, 2004).

#### Quantificação de cianobactérias

A Figura 4 apresenta a relação entre os valores médios de pluviosidade e a densidade de

cianobactérias para o reservatório Mororó nos período chuvoso e de estiagem.

No reservatório Mororó, a densidade média de cianobactérias no período de estiagem e chuvoso foram de 263.287 células/mL e 159.986 células/mL, respectivamente. Analisando os resultados, percebe-se que no período de baixa pluviosidade (setembro-fevereiro), a densidade média de cianobactérias foi superior à do período chuvoso. Este perfil também foi observado por alguns autores: Huszar (2000), trabalhando com reservatórios capixabas e Albuquerque & Oliveira (2008), estudando o Reservatório de Carpina, em Pernambuco. De acordo com Lopes (2007), as chuvas atuam tanto como um fator diluidor, como também um fator de perturbação das comunidades aquáticas, exercendo forte influência na biomassa total de um reservatório. Fernandes (2005) sugerem uma redução na densidade

de cianobactérias no período chuvoso, devido à diminuição da radiação luminosa, que dificulta a realização da fotossíntese pelas cianobactérias. De acordo com Esteves (1998), a alta pluviosidade ainda pode causar o escoamento superficial de nutrientes e conseqüente aumento da turbidez no local de estudo dificultando o desenvolvimento das cianobactérias. Reservatórios situados em regiões tropicais possuem maior probabilidade de sofrer com a eutrofização, por possuírem, frequentemente, elevadas temperaturas e alta incidência de radiação solar (Braga, 2002).

### Índices biológicos

#### Índice do Estado Trófico para o Fósforo (IET-P)

Considerando-se a concentração média anual de fosfato total de 129  $\mu\text{g/L}$  e utilizando a equação para o cálculo do IET-P, obteve-se o IET-P de 66,83, classificando este corpo d'água como supereutrófico, de acordo com CETESB (2007), durante o período de estudo.

#### Abundância Relativa

Durante o período estudado, apenas as cianobactérias do gênero *Cylindrospermopsis* Seenayya et Subba Raju apresentaram-se como dominantes no reservatório Mororó. A dominância do gênero citado ocorreu apenas durante o período de estiagem, onde também foi encontrada baixa riqueza de cianobactérias (dois gêneros: *Cylindrospermopsis* Seenayya et Subba Raju e *Merismopedia* Meyen). Este último gênero apresentou-se como abundante em todo o período amostrado.

Estudos realizados por Bittencourt-Oliveira (2003) em reservatórios brasileiros e por Lopes (2007) e Gentil (2000), ambos em reservatórios do Estado de São Paulo, mostram haver dominância do gênero *Cylindrospermopsis* Seenayya et Subba Raju no período de estiagem, acompanhado da redução da riqueza de espécies. Do mesmo modo, estudos realizados por Carvalho (2003), também em reservatórios paulistas, por Câmara (2007) no reservatório de Armando Ribeiro Gonçalves (RN) e por Lima et al. (2008) no reservatório de Bodocongó (PB) mostram que no período chuvoso ocorreu maior riqueza de gêneros. Nesta época, devido à diluição da água do reservatório, foram detectados menores valores de densidade média de cianobactérias, permitindo maior penetração de luz na coluna d'água e co-existência de outros gêneros, aumentando a diversidade de espécies e diminuindo a dominância, resultado também encontrado por Lopes (2007), estudando reservatórios de São Paulo.

Por sua vez, o gênero *Merismopedia* Meyen é caracterizado como sendo de hábito planctônico em águas continentais, comum em águas eutrofizadas (Sant'Anna, 2006; Bicudo & Menezes 2006). Na literatura, são escassas as ocorrências de florações deste gênero em reservatórios brasileiros, destacando-se: Reservatório de São Simão, em Minas Gerais (Tundisi & Tundisi, 2008); Canal Tamengo,

no Pantanal do Mato Grosso do Sul (Silva et al., 2000); Reservatório de Duas Bocas, no Espírito Santo (Delazari-Barroso et al., 2007), dentre outros.

#### Análises físico-químicas

A Figura 5 apresenta a relação entre os valores médios de cor aparente, turbidez, pH e fósforo total em relação à densidade média de cianobactérias no reservatório estudado.

#### Cor aparente

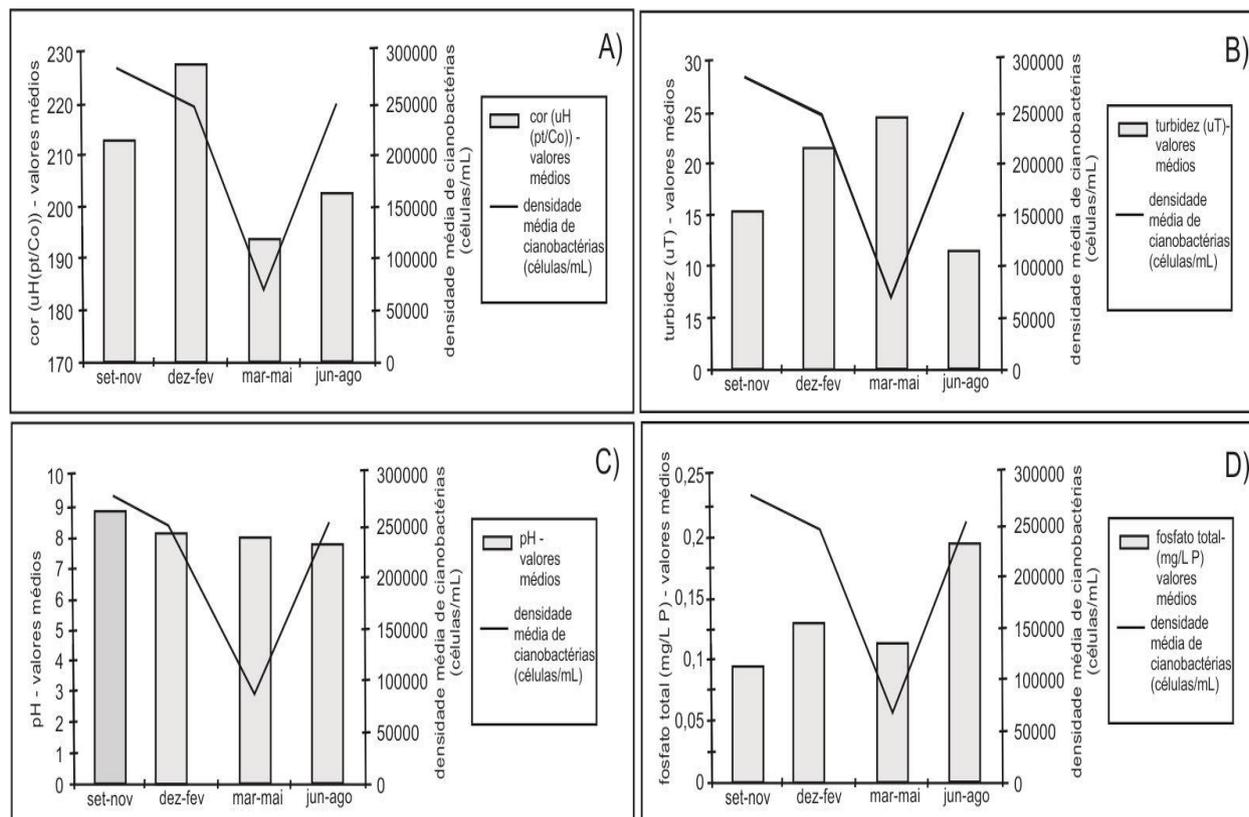
Conforme observado na Figura 5A, durante o período de estiagem, quando houve uma elevada densidade de cianobactérias (263.287 células/mL), também observaram-se elevados valores da cor aparente (219,5 uH Pt/Co). Enquanto isso, na estação chuvosa, a densidade de cianobactérias sofreu um declínio (159.986 células/mL) e a cor aparente também diminuiu (197,5 uH Pt/Co). A partir desses dados, pode-se sugerir que os valores elevados de cor aparente podem ser devidos à densidade de cianobactérias.

O florescimento fitoplanctônico verificado em reservatórios de acumulação, expostos a intempéries e à radiação solar, podem produzir efeitos adversos, passíveis de serem detectados por diversos parâmetros de controle da qualidade da água. Dentre estes efeitos, pode-se ressaltar a ocorrência de espécies de cianobactérias produtoras de toxinas e o aumento da matéria orgânica dissolvida ou em suspensão (BRASIL, 2011).

#### Turbidez

De acordo com a figura 5B, no período de estiagem, observaram-se baixos valores médios de turbidez (2,8 uT) e elevados de densidade de cianobactérias (263.287 células/mL), enquanto no período chuvoso, quando a turbidez aumentou para 6,7 uT, a densidade de cianobactérias decresceu (159.986 células/mL).

Analisando os resultados, percebe-se que no reservatório Mororó, quando foram observados maiores valores de turbidez, foram detectados menores densidades médias de cianobactérias. De acordo com Tundisi & Tundisi (2008), a disponibilidade da radiação solar incidente tem um papel importante na dinâmica de ecossistemas aquáticos. Portanto, para cianobactérias e outros organismos fotossintetizantes, a turbidez elevada pode limitar sua produção primária. De acordo com Von Sperling (1996), a ocorrência de cianobactérias é muito freqüente em reservatórios de acumulação expostos à radiação solar. Reservatórios com baixa turbidez facilitam a penetração dos raios solares, contribuindo para um aumento na densidade fitoplanctônica. Com base nos dados obtidos, pode-se dizer que a relação ocorrida entre a elevação da turbidez e a densidade de cianobactérias nos dois reservatórios acima foi inversa



**Figura 5.** Relação entre os valores médios de parâmetros físico-químicos e a densidade média de cianobactérias no reservatório Mororó A) cor aparente, B) turbidez, C) pH, D) fosfato total para os períodos de estiagem e chuvoso entre junho/2007 e junho/2008.

### pH

Percebe-se que quando a densidade média de cianobactérias diminui, ocorre um decréscimo nos valores médios do pH (Figura 5C). O reservatório Mororó apresentou durante o período de estiagem, pH 8,45 e densidade média de cianobactérias de 263.287 células/mL, em comparação ao período chuvoso no qual os valores médios de pH e densidade de cianobactérias foram 7,81 e 159.986 células/mL, respectivamente. De acordo com Sawyer et al. (1994), os valores de pH do meio podem ser alterados pelo metabolismo do CO<sub>2</sub> das comunidades aquáticas, durante o processo da fotossíntese. À medida que o fitoplâncton consome o gás carbônico, o pH do meio se eleva.

### Fosfato total

Consoante a figura 5D, valores médios de fosfato total encontrados nas águas do reservatório Mororó, encontram-se acima do permitido pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA (0,030 mg/L para água lenticas classe 2, BRASIL, 2005). O valor máximo de fosfato total ocorreu durante o período chuvoso (150 µg/L), concomitante com baixa densidade de cianobactérias (159.986 células/mL). Já o período de estiagem apresentou concentração média de fosfato total de 110 µg/L, apresentando uma elevada densidade média de cianobactérias

(263.287 células/mL).

De acordo com os dados obtidos, observa-se que as densidades médias de fosfato total nos períodos de estiagem e chuvoso não apresentaram diferença significativa (ANOVA: F = 0,08, p<0,05), não apresentando relação com a diferença significativa das densidades médias de cianobactérias em ambos os períodos. Von Sperling (1996) relata que em reservatórios onde existe um nutriente limitante, e este se torna comum, não sofrendo mais variações na sua concentração, o mesmo deixa de ser o nutriente limitante. Assim, um outro nutriente passa a controlar o crescimento das populações fitoplantônicas. Possivelmente, isso tenha ocorrido com o fosfato total. Por esta razão, não foi notada interferência significativa do fosfato no controle da densidade de cianobactérias.

De acordo com Braga (2002), os organismos aquáticos fotossintetizantes dependem da disponibilidade de diversos nutrientes para seu crescimento e proliferação. Os nutrientes utilizados em maior quantidade são carbono, fósforo e nitrogênio. O crescimento e desenvolvimento de determinados organismos pode ser limitado pela insuficiência de qualquer nutriente. Na maioria dos ecossistemas aquáticos, o fósforo é um nutriente limitante.

## Conclusão

- Os parâmetros bióticos e abióticos relativos à qualidade da água, analisados neste trabalho, sofreram influência da sazonalidade durante o período estudado no reservatório Mororó.
- Maiores densidades de gêneros de cianobactérias foram encontrados nos períodos de estiagem, cujo desenvolvimento foi regulado por fatores abióticos amostrados nesta pesquisa.
- Durante o período de análise, houve identificação de dez gêneros de cianobactérias, com dominância de *Cylindrospermopsis* Seenayya et Subba Raju em ambos os períodos climáticos (estiagem e chuvoso).
- O reservatório Mororó apresentou valores na faixa supereutrófica durante todo o estudo, refletida, principalmente pelas elevadas concentrações de fosfato total na água, ultrapassando os limites estabelecidos para ambientes lênticos de águas doces (classe 2) da Resolução CONAMA N°357/2005.

## 5. Agradecimentos

Agradecemos a Coordenação do Laboratório de Controle de Qualidade de Água da Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA), pelo fornecimento dos dados, possibilitando assim, que este trabalho fosse realizado.

## Referências

- Albuquerque, N.L.; Oliveira, F.H.P.C. (2008). Avaliação sazonal da qualidade da água do Reservatório de Carpina (PE), visando o cultivo de tilápia. In: IX Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2008, Salvador. Anais...
- Anagnostidis, K.; Komárek, J. (1985). Modern approach to the classification system of cyanophytes. 1: Introduction. Arch. Hydrobiol. Suppl. v. 71, p. 291-302.
- Anagnostidis, K.; Komárek, J. (1988). Modern approach to the classification system of Cyanophyta. 3: Oscillatoriales. Algological Studies, v. 80, n. 1/4, p. 327-472.
- Anagnostidis, K.; Komárek, J. (1990). Modern approach to the classification system of Cyanophyta. 5: Stigonematales. Algological Studies, v. 59, p. 1-73.
- APHA. (2012). Standard Methods For Examination Of Water And Wastewater. 22<sup>th</sup> edition. American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environmental Federation.
- Bicudo, C.E.M.; Menezes, M. (2006). Gêneros de algas de águas continentais do Brasil. 2<sup>a</sup> edição. São Paulo: Rima, 493p.
- Bittencourt-Oliveira, M.C. (2003). Detection of potencial microcystins producing cyanobacteria in Brazilian reservoirs with mcyB molecular markers. Harmful algae, v.2, p.51-60.
- Braga, B. (2002). Introdução à engenharia ambiental. São Paulo: Prentice Hall, 305p.
- Branco, S.M.H. (1978). Hidrologia aplicada à engenharia sanitária. 2.ed. São Paulo: CETESB,

620p.

- Brasil. Conselho Nacional de Meio Ambiente. (2005). Resolução n° 357/2005, de 18 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências. Brasília, 01, p.53-68. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>> Acesso em: 15 de setembro de 2008.
- Brasil. Ministério da Saúde. (2011). Portaria n° 2914 de 12 de dezembro de 2011. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade de água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Brasília. Disponível em: <[http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/portaria\\_2914\\_2011.pdf](http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/portaria_2914_2011.pdf)> Acesso em: 15 de setembro de 2014.
- Câmara, F.R.A. (2007). Demanda química de oxigênio, clorofila-a e comunidade fitoplanctônica como indicadores da qualidade da água no canal do Pataxó/RN. 124p. Dissertação (Bioecologia Aquática) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.
- Carlson, R.E. (1977). A trophic state index for lakes. Limnology and Oceanography, v. 22. P. 261-269.
- Carmichael, W.W. (2001). Human fatalities from cyanobacteria: chemical and biological evidence for cyanotoxins. Environ. Health Perspect, n.109, p.663-668.
- Carvalho, M.C. (2008). Comunidade fitoplanctônica como instrumento de biomonitoramento de reservatórios no Estado de São Paulo. 167p. Tese (Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-10102006-073333/>>) Acesso em : 07 de dezembro de 2008.
- CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. (2007). Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo. São Paulo: CETESB.
- Cleasby, J.L. (1991). Source water quality and pretreatment options for slow sand filters. Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA). Diretoria Comercial e de Atendimento. (2008). Relatório de informações comerciais. Recife.
- Delazari-Barroso, A.; Sant'anna, C.L.; Sena, P.A.C. (2007). Phytoplankton from Duas Bocas Reservoir, Espírito Santo State, Brazil (except diatoms). Hoehnea, v.34, n.2, p.211-229.
- Esteves, F.A. (1998). Fundamentos de limnologia. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 602 p.
- Falcão, D. (2002). Diversidade de microalgas planctônicas de mananciais localizados nas zonas fitogeográficas da Mata, Agreste e Sertão do Estado de Pernambuco. Recife: Massangana.
- Fernandes, L. F. (2005). Comunidades fitoplanctônicas em ambientes lênticos. In: Andreoli, C.V.; Carneiro, C. (Org.). Gestão

- integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados. Curitiba, p.300-369.
- FUNASA. (2005). Cianobactérias tóxicas na água para consumo humano na saúde pública. Brasília: Ministério da Saúde, 56p. Disponível em: <[http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/mnl\\_ciano\\_bacterias.pdf](http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/mnl_ciano_bacterias.pdf)> Acesso em: 15 de setembro de 2008.
- Gentil, R.C. (2000). Variação sazonal do fitoplâncton de um lago subtropical eutrófico e aspectos sanitários, SP. Dissertação (Bioecologia Aquática) – Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Huszar, V.L.M. (2000). Cyanoprokaryote assemblages in eight productive tropical Brazilian waters. *Hydrobiologia*, p. 67-77.
- Izique, C.O. (2007). Risco da escassez: pesquisadores de seis países buscam novas tecnologias de manejo da água. *Revista Pesquisa FAPESP*, n.137.
- Komárek, J.; Fott, B. (1983). Chlorophyceae: Chlorococcales. Stuttgart: Gustav Fischer. Süßwasserflora von Mitteleuropa, 1044p.
- Komárek, J.; Anagnostidis, K. (1989). Modern approach to the classification system of Cyanophytes. 4. Nostocales. *Archiv Hydrobiol./Algal. Stud.* v.56, p. 247-345.
- Komárek, J.; Anagnostidis, K. (2000). Cyanoprokaryota: Chroococcales. Stuttgart: Gustav Fischer. Süßwasserflora von Mitteleuropa. 658p.
- Komarek, J.; Anagnostidis, K. (2005). Cyanoprokariota: Oscillatoriales. Stuttgart: Gustav Fischer. Süßwasserflora von Mitteleuropa, 759p.
- Leal, A.C.; Soares, M.C. Hepatotoxicidade da cianotoxina microcistina. São Paulo: 2004.
- Lima, A.T.S.; França, J.C.; Cordeiro, R.S.; Barbosa, J.E.L. (2008). Ocorrência de cianobactérias perifíticas potencialmente tóxicas em reservatórios do Agreste Paraibano. In: XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2008, São Paulo, Anais...
- Lobo, E.A.; Leighton, G. (1986). Estrutura de las fitocenosis planctónicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile. *Revista de Biología Marinha*, v. 22, p 143-170.
- Lopes, A.G.D. (2007). Estudo da comunidade fitoplanctônica como bioindicador de poluição em três reservatórios em série do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI). 116p. Dissertação (Ecologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Panosso, R. (2007). Cianobactérias e cianotoxinas em reservatórios do Estado do Rio Grande do Norte e o potencial controle das florações pela tilápia do Nilo. *Rio Grande do Norte: Oecol Bras*, v.11, n.3, p.433-449.
- Paolillo Neto, V. (2006). Avaliação da qualidade da água de represas destinadas ao abastecimento do rebanho bovino na EMBRAPA Pecuária Sudeste. In: XIII Internacional Conference of Young Scientists – ICYS, 2006, São Carlos. Anais...
- Sant’anna, C.L. (2006). Identificação e contagem de cianobactérias planctônicas de águas continentais brasileiras. Rio de Janeiro: Interciência, 53 p.
- Sawyer, C.N.; Maccarty, P.L.; Parkin, G.F. (1994). *Chemistry for Environmental Engineering*. 4th ed. New York: International Student Edition, Mac Graw- Hill Book Company, 658p.
- Silva, E.L.V.; Oliveria, M.D.; Ishi, I.H. (2000). Estrutura da comunidade fitoplanctônica no Rio Paraguai e Canal Tamengo, Pantanal, MS. In: III Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-Econômicos do Pantanal: Os desafios do Novo Milênio, 2000, Corumbá, Anais...
- Tsukamoto, R.Y.; Takahashi, N.S. (2007). Cianobactérias + Civilização = problemas para saúde, a aqüicultura e a natureza. *Revista Panorama da aqüicultura*. n. 103.
- Tundisi, J. G.; Tundisi, T. M. (2008). *Limnologia*. São Paulo : Oficina de Textos, 631p.
- Von Sperling, M. (1996). Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. DESA-UFMG.