

COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA COMO INDICADORA DA QUALIDADE AMBIENTAL EM UM TRECHO URBANO DO RIO JAGUARIBE, SEMIÁRIDO CEARENSE

FRANCISCA REIJANNYA DOS SANTOS DA SILVA¹, FRANCISCO LUCAS PACHECO CAVALCANTE², ROMÁRIO BEZERRA AGOSTINHO³, DANIELE JOVEM DA SILVA AZÉVEDO⁴ JOSÉ ETHAM DE LUCENA BARBOSA⁵, RAQUEL DA SILVA CORDEIRO^{6*}

¹ Discente do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Jaguaribe, R. Pedro Bezerra de Menezes, n° 387, CEP 63.475-000, Jaguaribe, Brasil.

² Discente do curso de pós-graduação em Bioquímica da Universidade Federal do Ceará, Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular, Campus do Pici, Bloco 907, CEP 60440-900, Fortaleza, Brasil.

³ Discente do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Jaguaribe, R. Pedro Bezerra de Menezes, n° 387, CEP 63.475-000, Jaguaribe, Brasil.

⁴ Discente do curso de pós-graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre da Universidade Federal de Minas Gerais, Av. Antônio Carlos, n° 6627, CEP 31270-901, Belo Horizonte, Brasil.

⁵ Docente da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Departamento de Biologia/CCBS/Laboratório de Ecologia Aquática (LEAq), Av. Baraúnas, n° 351, CEP 58429-500, Campina Grande, Brasil.

⁶ Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Jaguaribe, R. Pedro Bezerra de Menezes, n° 387, CEP 63.475-000, Jaguaribe, Brasil.

*Autor para correspondência: raquel.cordeiro@ifce.edu.br

Recebido em 16 de julho de 2019. Aceito em 17 de setembro de 2019. Publicado em 25 de setembro de 2019.

RESUMO - As atividades antrópicas são uma das principais causas da poluição dos ambientes aquáticos, pois favorece o fenômeno da eutrofização. Esse processo é caracterizado pelo crescimento elevado do fitoplâncton, considerado como bioindicador da qualidade ambiental desses ambientes. Este trabalho objetiva investigar a qualidade ambiental em um trecho urbano do Rio Jaguaribe por meio da comunidade fitoplanctônica e das características químicas da água. As amostragens ocorreram durante o período chuvoso e seco, em cinco pontos ao longo do trecho urbanizado do rio. O fitoplâncton foi coletado através de uma rede de plâncton. Adicionalmente, foram analisados os compostos nitrogenados e fosfatados da água. As maiores concentrações desses nutrientes ocorreram no período chuvoso, assim como a maior riqueza de espécies, resultado provavelmente influenciado pelo maior aporte de nutrientes decorrente da entrada de material alóctone no rio. As análises químicas revelaram, uma baixa qualidade das águas do rio Jaguaribe quando comparadas com os padrões estabelecidos pelo CONAMA, corroborado pela presença de várias espécies de clorofíceas, cianofíceas e diatomáceas comuns em ambientes sob elevado nível de poluição. Portanto, faz-se necessário realizar um monitoramento periódico da qualidade da água devido à grande importância econômica, social e ecológica que o Rio Jaguaribe possui para toda a região.

PALAVRAS-CHAVE: Fitoplâncton. Bioindicadores. Eutrofização. CONAMA.

COMUNIDAD FITOPLANCTÓNICA COMO INDICADORA DE LA CALIDAD AMBIENTAL EN UN TRAMO URBANO DEL RÍO JAGUARIBE, SEMIÁRIDO DEL ESTADO DE CEARÁ

RESUMEN - Una de las principales causas de contaminación de los ambientes acuáticos son las actividades antrópicas, porque favorecen el fenómeno de la eutrofización. Ese proceso es caracterizado por el crecimiento elevado del fitoplancton, considerado bioindicador de la calidad ambiental de esos entornos. Este trabajo se propone a investigar la calidad ambiental en un tramo urbano del Río Jaguaribe por medio de la comunidad fitoplanctónica y de las características químicas del agua. Se realizaron los muestreos durante el período lluvioso y seco, en cinco puntos a lo largo del tramo urbanizado del río. El fitoplancton ha sido recogido a través de una red de plancton. Además, han sido analizado los compuestos nitrogenados y

fosfatados del agua. Las mayores concentraciones de esos nutrientes ocurrieron en el período lluvioso, así como una mayor riqueza de especies, resultado probablemente influenciado por el mayor aporte de nutrientes consecuente de la entrada de material alóctono en el río. Los análisis químicos revelaron una baja calidad de las aguas del Río Jaguaribe cuando comparados con los patrones establecidos por el CONAMA, corroborado por la presencia de varias especies de clorófitas, cianófitas y diatomeas comunes en entornos con elevado nivel de contaminación. De esa forma, es necesario realizar un monitoreo periódico de la calidad del agua debido a la gran importancia económica, social y ecológica que el Río Jaguaribe posee para toda la región.

PALABRAS CLAVE: Fitoplancton. Bioindicadores. Eutrofización. CONAMA.

PHYTOPLANKTONIC COMMUNITY AS AN INDICATOR OF ENVIRONMENTAL QUALITY IN AN URBAN ZONE OF JAGUARIBE RIVER, SEMIARID OF CEARÁ

ABSTRACT - The anthropic activities are one of the major causes of pollution of aquatic environments, once it favors the phenomenon of eutrophication. This process is characterized by high phytoplankton growth, considered as a bio-indicator of the environmental quality of these environments. This study aims to investigate the environmental quality in an urban section of Jaguaribe River by the phytoplankton community, and of chemical characteristics of water. The samplings have occurred during the rainy period and the dry period, in five points along the urbanized section of the river. The phytoplankton has been collected through a plankton network. In addition, it has been analyzed the nitrogen and phosphates compounds of water. The highest concentrations of these nutrients have occurred in the rainy period, such as the highest species richness, a result probably influenced by the greater input of nutrients due to the entrance of allochthonous material in the river. The chemical analysis have revealed a low quality of waters of Jaguaribe River when compared with the standards established by CONAMA, what was confirmed through the presence of various species of Chlorophyceae, Cyanophyceae, and Diatoms, common in environments under a high level of pollution. Thus, it is necessary to accomplish a periodic monitoring of water quality due to the great economic, social and ecological importance of Jaguaribe River for the whole region.

KEYWORDS: Phytoplankton. Bio-indicators. Eutrophication. CONAMA.

INTRODUÇÃO

O semiárido nordestino é marcado pelos baixos índices pluviométricos e pela distribuição sazonal das chuvas, o que é agravado pelas altas taxas de insolação, elevadas temperaturas e baixas amplitudes térmicas, afetando diretamente a disponibilidade hídrica nessa região (Zanella 2014; Azevêdo et al. 2017). Além das características climáticas determinantes, os corpos aquáticos dessa região são fortemente ameaçados por extensas atividades humanas desenvolvidas no entorno, o que resulta na perda da qualidade hídrica e da biodiversidade (Chellappa et al. 2009). Dentre estas atividades pode-se destacar a introdução de fertilizantes oriundos da agricultura e o descarte inapropriado dos resíduos sólidos e lançamentos de esgotos domésticos (Dias 2004), o que gera aumento de matéria orgânica e favorece o fenômeno de eutrofização (Townsend et al. 2010).

O processo de eutrofização pode ser compreendido como um crescimento elevado de organismos aquáticos autotróficos, principalmente o fitoplâncton e as macrófitas, devido à alta disponibilidade de nutrientes no meio, em especial o fósforo e o nitrogênio, resultando em mudanças nas características tróficas destes corpos aquáticos (Barbosa et al. 2006; Macedo e Sipaúba-Tavares 2010). Como consequência, ocorre o surgimento de florações de espécies do fitoplâncton potencialmente tóxicas e a inibição da reprodução dos organismos devido ao bloqueio da passagem de luz ocasionando a diminuição diversidade local (Barbosa et al. 2012).

O fitoplâncton apresenta uma grande importância ambiental e ecológica, pois é considerado como o principal produtor primário em ambientes aquáticos e a base do fluxo de energia e matéria em toda a rede trófica, contribuindo para sustentar diretamente os herbívoros e indiretamente os animais dos níveis tróficos superiores,

incluindo espécies economicamente importantes para a vida humana (Dring 1992; Hou et al. 2018). Do ponto de vista ecológico, pode ser considerado também como bioindicador da qualidade ambiental, uma vez que são os primeiros organismos a terem suas dinâmicas alteradas quando o ambiente no qual se encontram é submetido a alguma alteração, como a ação antropogênica e a eutrofização (Reynolds 2006).

Assim, estudos sobre a composição, abundância e distribuição de espécies da comunidade fitoplanctônica em ecossistemas aquáticos, sobretudo aqueles localizadas em região semiárida, são relevantes para a compreensão e o monitoramento da qualidade da água e conhecimento sobre dinâmica da seleção de espécies em ecossistemas sob condição de impacto (Souza et al., 2018; Rego et al., 2018), como em rios urbanizados. A partir desse conhecimento torna-se possível estabelecer gradientes para o aparecimento de florações e a implementação de medidas de prevenção à degradação da qualidade hídrica. Assim, este trabalho objetiva investigar a qualidade ambiental em um trecho urbano do Rio Jaguaribe, localizado na região semiárida cearense, por meio da comunidade fitoplanctônica e das características químicas da água.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo e desenho amostral

O presente estudo foi realizado em um trecho urbano do Rio Jaguaribe, no município Jaguaribe (S 5° 53' 12"/ W 38° 37' 13"), no Ceará. Segundo o IBGE (2017), o município possui uma população estimada em 34.448 mil habitantes e ocupa uma área territorial de 1.876,806 Km². O clima da região é tropical quente semiárida. O índice pluviométrico anual é de 730,7 mm. A temperatura média anual é de 27,5 °C (FUCEME 2019).

No estado do Ceará, o Rio Jaguaribe possui aproximadamente 610 Km de extensão, com sua nascente no município de Tauá, na Serra da Joanhina, e desembocando no oceano Atlântico entre a cidade de Aracati e Fortim (Sousa e Silva 2013). Sua bacia é subdividida em cinco sub-bacias: Alto, Baixo e Médio Jaguaribe; Banabuiú e Salgado, a qual ocupa cerca de 48% do território cearense (Gondim et al. 2004). O estudo foi desenvolvido a partir da sub-bacia do Médio Jaguaribe. As amostragens ocorreram no período de chuva (abril/2018) e seca (julho/2018) na região. Cinco pontos pré-definidos foram selecionados com distância média de 1.200 m entre um ponto e outro ao longo do trecho urbano no município de Jaguaribe (Figura 1). Em todos os pontos de coleta foram verificados a presença de macrófitas aquáticas e de criação de gado. Na maioria dos pontos foi registrada produção agrícola, exceto no ponto 1. Enquanto, nos pontos 1, 3 e 4 foram registrados a presença de lixo. Nos pontos 2 e 3 foi registrado uma entrada pontual de esgoto doméstico. No ponto 4 foi observado mulheres lavando roupas.

Figura 1. Pontos de coleta no Rio Jaguaribe ao longo do trecho urbano do município de Jaguaribe, Ceará.



Fonte: Google Maps (2018)

Coleta e análise da água e da comunidade fitoplanctônica

Em cada ponto de amostragem foi coletado 1 litro de água, na sub-superfície, em garrafas de polietileno estéreis. Posteriormente, refrigeradas e encaminhadas ao laboratório de Ecologia Aquática da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) para análise das concentrações de Amônia-NH₄, Nitrito-NO₂, Nitrato-NO₃ (mg/L), através do método colorimétrico, bem das concentrações de Fósforo total-PT e Fosfato solúvel reativo (SRP), através do método do ácido ascórbico, após digestão pelo persulfato (Rice et al. 2012).

As coletas do fitoplâncton foram realizadas, em duplicatas em cada ponto de amostragem, por intermédio de uma rede coletora de plâncton com abertura de malha de 20 mm de porosidade em arrastos verticais. As amostras foram fixadas com solução de formol a 15% (50 ml de formol em 450 ml da amostra) e acondicionadas em frascos de polietileno de 500 mL.

A análise taxonômica da comunidade fitoplanctônica foi realizada utilizando o microscópio binocular (Instrutherm). Os organismos foram identificados com auxílio de bibliografia especializada e em nível específico ou intraespecífico. O sistema de classificação para classes e gêneros utilizado seguiu as indicações de Bicudo e Menezes (2006). Enquanto, as demais identificações foram realizadas por meio de bibliografia específica para cada grupo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO*Caracterização química da água*

Os resultados dos parâmetros químicos analisados foram comparados com as condições e padrões delimitados para águas doces pela Resolução N° 357, de 17 de março de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA (Brasil 2005). Na tabela 1, são demonstrados os valores obtidos em cada ponto de coleta, durante os períodos de chuva e de seca.

Tabela 1. Valores dos parâmetros químicos analisados no Rio Jaguaribe, durante os períodos de chuva (PC) (abril de 2018) e período de seca (PS) (julho de 2018), do município de Jaguaribe, Ceará.

Pontos	NO ₂ (mg/L)		NO ₃ (mg/L)		Amônia (mg/L)		PT (mg/L)		PRS (mg/L)	
	PC	PS	PC	PS	PC	PS	PC	PS	PC	PS
1	0,09	0,00	0,30	0,02	0,00	0,01	0,41	0,25	0,36	0,21
2	0,15	0,01	0,34	0,01	0,01	0,01	0,55	0,23	0,37	0,17
3	0,03	0,00	0,32	0,03	0,04	0,04	0,35	0,27	0,28	0,19
4	0,05	0,01	0,26	0,02	0,01	0,02	0,34	0,25	0,33	0,21
5	0,04	0,02	0,28	0,05	0,00	0,03	0,34	0,27	0,22	0,21

NO₂=Nitrito; NO₃= Nitrato; PT= Fósforo Total; PRS= Fósforo Reativo Solúvel.

Fonte: Laboratório de Ecologia Aquática - UEPB (2018).

Nos dois períodos analisados, as concentrações de nitrito nos cinco pontos de coleta foram inferiores aos valores estabelecidos pelo CONAMA (máximo de 1 mg/L), inclusive no ponto 3 no período seco houve uma concentração de 0,00 mg/L (provavelmente valor tão baixo que não foi detectado pelo método). Em relação

a esse parâmetro foram verificados no período chuvoso valores superiores ao período de seca, sendo o maior valor registrado no ponto 2 (0,15 mg/L). Resultados semelhantes foram encontrados na pesquisa de Marmontel e Rodrigues (2015) que avaliaram e compararam a qualidade da água de quatro nascentes no Córrego Pimenta, afluente do Rio Paraíso (São Paulo) no período seco e chuvoso. Em seus resultados, foram obtidas médias que variavam entre 0,0 mg/L a 0,3 mg/L.

Assim como observado para as concentrações de nitrito, todos os pontos amostrados tiveram as concentrações de nitrato também abaixo do valor máximo estabelecido pelo CONAMA- para águas doces de classe 1, que é de 10 mg/L. Entre esses, o ponto 2 foi onde verificou-se maior concentração (0,34 mg/L, período chuvoso) (Tabela 1). No estudo desenvolvido por Nieweglowski (2006) visando determinar indicadores críticos para o monitoramento da qualidade da água no Rio Toledo (Paraná) foram obtidas médias na concentração de nitrato que não ultrapassaram o limite de 0,1 mg/L estabelecido na Resolução CONAMA- para águas doces de classe 1, corroborando com nossos resultados.

Os valores da concentração de amônia encontrados no Rio Jaguaribe estavam abaixo dos limites de 3,7 mg/L determinados pela Resolução CONAMA- para águas doces de classe 1, indicando baixo nível de poluição para esse parâmetro, tendo maior valor obtido de 0,04 mg/L no ponto 3 (para ambos os períodos sazonais). Diferentemente dos parâmetros anteriormente mostrados, as maiores concentrações de amônia ocorreram durante o período seco (pontos 1, 4 e 5). Estes resultados podem estar relacionados com a atividade pecuária exercida durante esse período, resultando em elevadas taxas de excreção pelos organismos e no baixo aproveitamento das rações (favorecendo o processo de decomposição), além disso, pelas altas temperaturas devido à baixa profundidade do rio nessa época (Esteves e Marinho 2011).

No estudo desenvolvido por Abreu e Cunha (2017) ao testar a variação espaço temporal da qualidade da água no Rio Jari, constataram que os valores de amônia estavam abaixo dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (para águas doces de classe 1), apresentando média de 0,90 mg/L. Em concordância, Fleck et al. (2012), ao avaliarem a qualidade da água do Rio Alegria (Paraná), por meio de diversos parâmetros, dentre eles a concentração de amônia verificaram resultados também abaixo dos limites estabelecidos na legislação, com exceção do ponto 5 (4,72 mg/L), o qual está localizado próximo a um frigorífico com lagoas de tratamento de efluentes e os valores estiveram acima do estabelecido pelo CONAMA.

Vale ressaltar que as fontes de nitrogênio nos ambientes aquáticos são variadas, destacando-se como atividades principais, o lançamento de esgotos sanitários e efluentes industriais, bem como, o uso de fertilizantes ricos em nitrogênio nas áreas agrícolas e a drenagem de águas pluviais em áreas urbanas (Agência Nacional das Águas 2007). Todas essas atividades foram observadas nos pontos amostrados durante o desenvolvimento deste estudo, no entanto, não foram suficientes para enquadrar o Rio Jaguaribe como poluído segundo os padrões de concentrações de compostos nitrogenados determinados pelo CONAMA.

Em relação à concentração de nutrientes fosfatados o limite da concentração de fósforo total (PT) estabelecido na Resolução CONAMA é de 0,1 mg/L. Em todas as amostras, os valores de fósforo excederam o valor máximo, sendo observadas concentrações excedentes de até 5 vezes o valor máximo permitido, como pode ser observado no ponto 2 do período chuvoso (0,55 mg/L, Tabela 1). No estudo desenvolvido por Alves et al. (2012) ao avaliarem a qualidade das águas superficiais e do estado trófico do Rio Arari (Belém), nos trechos situados entre Santana e Cachoeira do Arari, considerando as variáveis temporais e espaciais obteve-se mediana de 0,23 mg/L nos dois períodos analisados (período chuvoso e menos chuvoso) por receber uma grande descarga de esgotos domésticos da cidade.

De maneira semelhante ao fósforo total, a análise do fosfato solúvel reativo (SRP) apresentou valores acima do padrão estabelecido pelo CONAMA (0,1 mg/L) (para águas doces de classe 1), em todos os pontos de amostragem nos dois períodos analisados. O maior valor obtido ocorreu no ponto 2 durante o período chuvoso, local caracterizado pela produção agrícola e por receber esgoto doméstico. De acordo com Arantes (2012), a

concentração de fósforo solúvel reativo foi maior no período chuvoso devido aos processos de lixiviação de nutrientes nos ambientes aquáticos, no qual ficam biodisponíveis e são assimilados.

Assim como o nitrogênio, o fósforo é um importante nutriente para os processos biológicos e que em quantidades elevadas pode ocasionar a eutrofização dos ambientes aquáticos. Ainda, o aumento da quantidade de fósforo nos ambientes aquáticos ocorre principalmente devido os processos erosivos de efluentes contaminados, pelo despejo de efluentes de indústrias de fertilizantes, alimentícias, laticínios, frigoríficos e abatedouros, além de esgotos domésticos, pela presença dos detergentes super-fosfatados e da própria matéria fecal (Agência Nacional das Águas 2007).

Entre os períodos sazonais analisados, durante o período chuvoso encontramos as maiores concentrações dos compostos nitrogenados e fosfatados, provavelmente devido a entrada por lixiviação de matéria orgânica proveniente do lixo depositado no leito do rio, assim como a entrada de esgoto proveniente da cidade, criação de gado e porcos e da lixiviação a partir de áreas utilizadas para agricultura, afetando diretamente a qualidade da água. As contribuições pontuais alóctones de efluentes domésticos e ricos em nutrientes podem ser disponibilizados para a coluna d'água e favorecem frequentemente a dominância de cianobactérias, tendo em vista as inúmeras estratégias adaptativas do grupo para sobrevivência em condições eutróficas (Costa et al. 2016; Castro 2017).

As análises químicas dos pontos de amostragem, em especial dos compostos nitrogenados, classificaram as águas do Rio Jaguaribe, no trecho urbano do município de Jaguaribe, como corpo aquático do tipo classe 1, comparados com os padrões estabelecidos pelo CONAMA, caracterizando o rio como próprio ao abastecimento para consumo humano, sendo necessário tratamento convencional ou avançado para sua portabilidade.

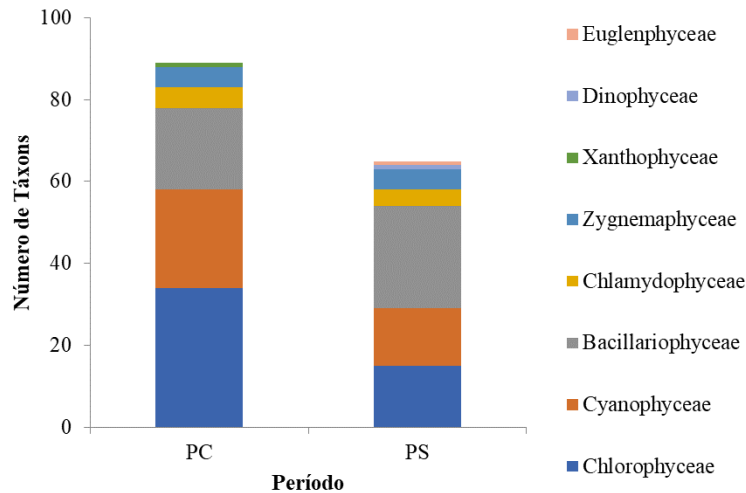
No entanto, de acordo com os valores obtidos para os compostos fosfatados foi possível classificar a água do Rio Jaguaribe na classe 4 levando em consideração principalmente os valores obtidos para fósforo total, uma vez que, as séries nitrogenadas estavam abaixo do limite máximo estabelecido pela Resolução. Segundo essa classificação a água do Rio só pode ser destinada à navegação e à harmonia paisagística.

No estudo desenvolvido por Freire et al. (2013) investigando a qualidade do Rio Jaguaribe em São João do Jaguaribe no período de novembro de 2011 a fevereiro de 2012 também constataram que nitrogênio total e fósforo total estão superiores aos limites estabelecidos na legislação nacional para corpos hídricos tipo água doce classe 2, corroborando com os resultados encontrados no presente estudo.

Comunidade fitoplanctônica

Considerando os dois períodos amostrados foram identificados 115 táxons distribuídos em oito classes taxonômicas: Chlorophyceae (41), Cyanophyceae (32), Bacillariophyceae (27), Zygnemaphyceae (7), Chlamydomphyceae (6), Euglenophyceae (1), Xanthophyceae (1) e Dinophyceae (1). Chlorophyceae foi a classe com maior representatividade de táxons no período de chuva, enquanto no período de seca a classe Bacillariophyceae teve maior número de táxons identificados.

Figura 2. Número de táxons por classe taxonômica no Rio Jaguaribe, durante os períodos de chuva (PC) (abril de 2018) e período de seca (PS) (julho de 2018).



Em relação aos períodos analisados, a comunidade fitoplanctônica durante o período chuvoso foi representada por 89 táxons, distribuídos nas classes Chlorophyceae (34), Cyanophyceae (24), Bacillariophyceae (20) Chlamydoephyceae (5), Zygnemaphyceae (5) e Xanthophyceae (1) (Figura 2). No período de seca foram registrados 65 táxons, distribuídos em oito classes Bacillariophyceae (25) Chlorophyceae (15), Cyanophyceae (14), Zygnemaphyceae (5) Chlamydoephyceae (4), Xanthophyceae (1), Dinophyceae (1) e Euglenophyceae (1) (Figura 2). Resultados semelhantes no período chuvoso foram observadas na pesquisa desenvolvida por Mascarenhas et al. (2013), que constataram no rios São Francisco, Moxotó e Paraíba uma maior representatividade de Chlorophyta (50%), seguidas das Cyanophyta (19%), e Bacillariophyta (19%).

A maior riqueza de espécies observada no período chuvoso se deve às altas concentrações de matéria orgânica e conseqüentemente de nutrientes que são lixiviados a partir da jusante do rio devido às chuvas. Além disso, a adjacência com meios urbanos, especialmente em regiões onde a maior parte do esgoto doméstico é despejada sem tratamento nos corpos de água, também são fatores que influenciam o comportamento dos grupos fitoplanctônicos. Fato este corroborado por Santos (2016) e por Castro (2017) que obtiveram no Rio Doce e Rio Toledo, respectivamente, uma maior riqueza de espécies de fitoplâncton no período chuvoso em comparação com o período de seca.

A maior representatividade de clorófitas, especialmente no período chuvoso, no estudo pode estar relacionada com o hábito de vida cosmopolita da maioria dos gêneros e espécies de algas verdes e pelas características morfológicas/ fisiológicas (tamanho diminuto e crescimento acelerado), podendo ser encontradas em diferentes condições climáticas e limnológicas, tornando-as dominantes no número de táxons nas diferentes estações do ano (Bicudo e Menezes 2006; Riediger et al. 2015; Mendes e Costa 2016). Além disso, no período de chuva, há o aumento de nutrientes na superfície da coluna de água, o que favorece as estratégias de assimilação dos nutrientes pelas clorófitas (Aragão et al. 2007). A espécie com maior representação do grupo Chlorophyceae foi a *Monactinus simplex* caracterizada por ser considerada cosmopolita, encontradas em água doce ou entre macrófitas, muito comuns em águas com altas taxas de nutrientes ou ambientes eutróficos (Franceschini et al. 2010).

O segundo grupo mais abundante foi representado pelas cianófitas. De acordo com Cordeiro-Araújo et al. (2010), os representantes desse grupo são encontradas em diversos ecossistemas aquáticos, no entanto, em águas doces podem ocasionar diversos problemas à saúde humana e animal, especialmente porque várias espécies produzem toxinas denominadas de cianotoxinas. No presente estudo, foram registrados muitos gêneros com potencial produção de cianotoxinas que podem afetar o sistema nervoso e hepático (ex. *Planktothrix* sp., *Dolichospermum* sp., *Oscillatoria* sp., *Nostoc* sp.). Esses gêneros também são responsáveis por irritações na pele ocasionadas pelo contato com a pele por meio do uso da água para recreação ou outros fins. O contato com essas

cianotoxinas podem estar relacionadas com os seguintes sintomas: vermelhidão e lesões na pele, irritação nos olhos, conjuntivite, urticária, obstrução nasal e asma (Calijuri et al. 2006).

O enriquecimento das águas com nutrientes provenientes de esgotos urbanos, atividades agropecuárias e industriais, com grandes quantidades de nitrogênio e fósforo, é considerado a principal causa da ocorrência de florações de cianofíceas nos ecossistemas aquáticos (Molica e Azevedo 2009). Os gêneros *Pseudanabaena* e *Planktothrix*, comumente encontrados no Rio Jaguaribe no período chuvoso, ocorrem geralmente em ambientes com alto teor de nutrientes e pela baixa passagem de luz, caracterizando o local como um ambiente poluído e com grande potencial tóxico (Tundisi e Tundisi 2008; Carvalho et al. 2013). Estas características foram observadas nos pontos de amostragem, o que favorece a ocorrência desses gêneros.

As diatomáceas foram representativas nos dois períodos, especialmente no período de seca. Alguns gêneros de Bacillariophyceae encontradas no Rio Jaguaribe, como *Nitzschia* e *Navicula*, podem ser consideradas como bioindicadoras de poluição ambiental em ambientes eutrofizados, devido à sua ampla tolerância aos distúrbios que ocorrem no ambiente. O gênero *Nitzschia*, por exemplo, exibe maior tolerância a mudanças derivadas de elevadas cargas orgânicas, ricas em nutrientes e com baixas concentrações de oxigênio dissolvido (Salomoni et al. 2006; Castro 2017). Em relação ao gênero *Navicula* as espécies desse grupo são frequentes em ambientes de despejos industriais e com alta taxa de compostos orgânicos (Bastos et al. 2006).

CONCLUSÃO

Em relação aos compostos nitrogenados as concentrações registradas estavam abaixo dos limites determinados pela Resolução CONAMA- para águas doces de classe 1. Logo, o trecho analisado segundo esse parâmetro a água estaria própria para consumo. No entanto, os valores registrados para o fósforo total estão superiores aos limites máximos estabelecidos na legislação nacional para corpos hídricos classe 1. Os valores encontrados classificam o trecho estudado com corpo hídrico tipo 4. Sendo utilizado apenas uso à navegação e à harmonia paisagística.

Entretanto, apesar dos parâmetros utilizados não terem sido determinantes na classificação da qualidade de água à comunidade fitoplanctônica do Rio Jaguaribe, esta foi diretamente influenciada pelas condições químicas da água, principalmente devido à intensa produção agrícola, pecuária e pelo recebimento de esgoto doméstico advindo da cidade, sendo representada em sua maioria pelas clorofíceas, seguidas das cianofíceas e diatomáceas registrados nos cinco pontos de amostragem dos dois períodos de análise.

Diante dos resultados apresentados, se faz necessário realizar estudos com maior periodicidade no que diz respeito ao monitoramento da qualidade da água através de parâmetros físicos, químicos e biológicos, devido à grande importância que o rio Jaguaribe tem na disponibilização dos recursos hídricos para toda a região do Vale do Jaguaribe.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer as contribuições técnicas de Patrícia Cruz do Laboratório de Ecologia Aquática da UEPB.

REFERÊNCIAS

Abreu CHM, Cunha AC. 2017. Qualidade da água e índice trófico em rio de ecossistema tropical sob impacto ambiental. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 22(1):45-56. DOI: 10.1590/S1413-41522016144803.

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. 2007. Panorama do enquadramento dos corpos d'água do Brasil, e, Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil. Disponível em: http://portalpnqa.ana.gov.br/Publicacao/PANORAMA_DO_ENQUADRAMENTO.pdf. Acesso em: 15 out. 2018.

Alves ICC, El-Robrini M, Santos MLS, Monteiro SM, Barbosa LPF, Guimarães JTF. 2012. Qualidade das águas superficiais e avaliação do estado trófico do Rio Arari (Ilha de Marajó, norte do Brasil). **Acta Amazonica**, 42(1):115-124.

Aragão NKC, Gomes CTS, Lira GAST, Andrade CM. 2007. Estudo da comunidade fitoplanctônica no reservatório do Carpina-PE, com ênfase em Cyanobacteria. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, 66(3):240-248.

Arantes DM. 2012. **Deposição e exportação de sólidos e nutrientes na Sub-bacia do Ribeirão das Cruzes, Baixo Tietê (SP)**. Universidade de São Paulo. 123 p.

Azevêdo EL., Alves RRN, Dias TLP, Molozzi J. 2017. How do people gain access to water resources in the Brazilian semiarid (Caatinga) in times of climate change? **Environmental monitoring and assessment**, 189: 375-391.

Barbosa JEL, Andrade RS, Lins RP, Diniz CR. 2006. Diagnóstico do estado trófico e aspectos limnológicos de sistemas aquáticos da Bacia Hidrográfica do Rio Taperoá, Trópico Semi-árido brasileiro. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, (1):81-89.

Barbosa JEL, Medeiros ESF, Brasil J, Cordeiro RS, Crispim MCB, Silva GHG. 2012. Aquatic systems in semi-arid Brasil: Limnology and management. **Acta limnológica brasiliensis**, 24(1):103-118.

Bastos ICO, Lovo IC, Estanislau CAM, Scoss LM. 2006. Utilização de bioindicadores em diferentes hidrossistemas de uma indústria de papeis reciclados em Governador Valadares – MG. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, 11(3):203-211.

Bicudo CEDM, Menezes M. 2006. **Gêneros de Algas de Águas Continentais do Brasil - chave para identificação e descrições**, 2 ed. São Carlos: RiMA.

BRASIL. 2005. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357/23 de Janeiro 2005. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 16 out. 2018.

Calijuri MC, Alves MAS, Santos ACA. 2006. **Cianobactérias e cianotoxinas em águas continentais**. São Carlos: RiMA.

Carvalho MC, Agujaro LF, Pires DA, Picoli C. 2013. **Manual de Cianobactérias Planctônicas: Legislação, Orientações para o Monitoramento e Aspectos Ambientais**, São Paulo: CETESB.

Cardoso AS, Marwell DTB, Sobral MCM, Melo GL, Casé MCC. 2017. Análise da presença do fitoplâncton em bacia integrante do Projeto de Integração do Rio São Francisco, região semiárida, Nordeste Brasileiro. **Revista de Engenharia Sanitária Ambiental**, 22(2):261-269. DOI: 10.1590/S1413-41522016146707

Castro GM. 2017. **Abordagens ecológicas e biotecnológicas para conservação e preservação do Rio Toledo**. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. 66 p.

Chellappa S, Bueno RM, Chellappa T, Chellappa NT, Val VMFA. 2009. Reproductive seasonality of the fish fauna and limnology of semi-arid Brazilian reservoirs. **Limnologia-Ecology and Management of Inland Waters**, 39: 325-329.

Cordeiro-Araújo MK, Ogava LE, Moura AN, Piccin-Santos V, Bittencourt-Oliveira MC. 2010. Cianobactérias planctônicas de reservatórios do Oeste Paulista: Condições naturais versus controladas. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, 5(3):74–88.

Costa MRA, Attayde JL, Becker V. 2016. Effects of water level reduction on the dynamics of phytoplankton functional groups in tropical semi-arid shallow lakes. **Hydrobiologia**, 778(1): 75-89.

Dias GF. 2004. **Educação Ambiental: princípios e práticas**. 9 ed. São Paulo: Gaia.

Dring MJ. 1992. **The biology of marine plants**. Cambridge: Cambridge University Press.

Esteves FA, Marinho CC. 2011. Nitrogênio. In: Esteves FA. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência. p. 239-258.

Fleck L, Queiroz CB, Eying E, Schutz FCA. 2012. Análise físico-química da qualidade da água do Rio Alegria localizado no município de Medianeira – PR. **Revista Eletrônica Científica Inovação e Tecnologia**, 1(5):65-71.

Franceschini IM, Prado JF, Burliga AL. 2010. Diversidade. In: Franceschini IM et al. **Algas: Uma abordagem filogenética, taxonômica e ecológica**. Porto Alegre: Artmed. p. 73-214.

FUCEME- Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Clima. Disponível em: http://www.funceme.br/?page_id=2783. Acesso em: 15 jul. 2019.

Freire FGC, Batista RO, Silva PCM, Costa SC, Oliveira AFM. 2013. Indicadores de qualidade da água no Rio Jaguaribe em São João do Jaguaribe-CE, Brasil. **Irriga**, 18 (4): 700-707.

Gondim RS, Teixeira AS, Rosa MF, Figueiredo MCB, Pereira PM, Costa CAG, Sabino KV. 2004. Diagnóstico da agricultura irrigada no Baixo e Médio Jaguaribe. **Revista econômica do Nordeste**, 35(3):424-430.

Hou Z, Jiang Y, Liu Q, Tian Y, He K, Fu L. 2018. Impacts of Environmental Variables on a Phytoplankton Community: A Case Study of the Tributaries of a Subtropical River, Southern China. **Water**, 10(2): 152-164.

IBGE-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2017. Censo demográfico. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/jaguaribe/panorama>. Acesso em: 18 out. 2018.

Macedo CF, Sipaúba-Tavares LH. 2010. Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: consequências e recomendações. **Boletim do Instituto de Pesca**, 36(2):149-163.

Marmontel CVF, Rodrigues VA. 2015. Parâmetros Indicativos para Qualidade da Água em Nascentes com Diferentes Coberturas de Terra e Conservação da Vegetação Ciliar. **Floresta e Ambiente**, 22(2):171-181.

Mascarenhas GL, Cunha MCC, Martins LR. 2013. Caracterização do fitoplâncton das bacias do rio São Francisco, Moxotó e Paraíba, inseridas no projeto de integração do rio São Francisco. **Revista Brasileira de Geografia Física**, 6(5):1050-1068.

Mendes NGS, Costa AG. 2016. Comunidades de microalgas e variáveis limnológicas abióticas no rio Santa Maria do Doce (Santa Teresa, ES). **Natureza online**, 14(1):32–37.

Molica R, Azevedo S. 2009. Ecofisiologia de cianobactérias produtoras de cianotoxinas. **Oecologia Brasilienses**, 13(2):229-246.

- Nieweglowski AMA. 2006. **Indicadores de qualidade da água na Bacia Hidrográfica do Rio Toledo - PR**. Universidade Federal do Paraná, 218 p.
- Rego AHG, Rangel-Junior A, Costa IAS. 2018. Phytoplankton scenario and microcystin in water during extreme drought in semiarid tropical water supplies, Northeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, (AHEAD), 1-11.
- Reynolds, CS. 2006. **The ecology of phytoplankton**. Cambridge University Press.
- Rice EW, Baird RB, Clesceri AD. 2012. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 22. ed. Washington, DC: APHA, AWWA, WPCR, 1496 p.
- Riediger W, Bueno NC, Sebastien NY, Bortolini JC. 2015. Spatial and temporal variation of phytoplankton in subtropical stabilization ponds. **Acta Limnologica Brasiliensia**, 27(4):441–453.
- Salomoni SE, Rocha O, Callegaro VL, Lobo EA. 2006. Epilithic diatoms as indicators of water quality in the Gravataí river, Rio Grande do Sul, Brazil. **Hydrobiologia**, 559(1):233–246.
- Santos ACA. 2016. **Análise da Comunidade Fitoplanctônica do Rio Doce e afluentes**. GIAIA, p.1-5.
- Sousa AB, Silva DF. 2013. Causas climáticas da variabilidade pluviométrica e tendências climáticas na Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe (Ce). **Revista Caminhos de Geografia**, 14(46):101-117.
- Souza MDCC, Crossetti LO, Becker V. 2018. Effects of temperature increase and nutrient enrichment on phytoplankton functional groups in a Brazilian semi-arid reservoir. **Acta Limnologica Brasiliensia**, 30: 215-222.
- Townsend CR, Begon M, Harper JL. 2010. **Fundamentos em Ecologia**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed.
- Tundisi JG, Tundisi TM. 2008. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos.
- Valle-Junior RF, Abdala VL, Guidolini JF, Almeida RF, Souza MASC. 2010. Ortofosfato como parâmetro indicador de qualidade da água em diferentes pontos de coleta na Bacia do Rio Uberaba. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, 6(11): 1-6.
- Zanella ME. 2014. Considerações sobre o clima e os recursos hídricos do semiárido nordestino. **Caderno Prudentino de Geografia**, (36): 126-142.