

DINÂMICA DE NUTRIENTES EM RESERVATÓRIO BENEFICIADO COM A TRANSPOSIÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO, SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Dayany Aguiar de Oliveira (1); Patrícia Silva Cruz (1); Hérica Cavalcante (2);
Raniele Daiana dos Santos Silva (3); José Etham de Lucena Barbosa (4)

- (1) Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, E-mail: dayanyaguiar93@gmail.com
(1) Universidade Estadual da Paraíba - UEPB. E-mail: patriciacruz_biologa@hotmail.com
(2) Universidade Estadual da Paraíba – UEPB. E-mail: herikacavalcante@yahoo.com
(3) Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, E-mail: ranielledaiana@hotmail.com
(4) Universidade Estadual da Paraíba -UEPB, E-mail:ethambarbosa@hotmail.com

Resumo: Objetivou-se analisar a dinâmica de nutrientes e a evolução do Estado Trófico em um reservatório receptor da transposição, antes e após a entrada das águas do Rio São Francisco. O estudo foi realizado no reservatório Poções (7°53'22" latitude, e 37°07'12" longitude), Semiárido Brasileiro. Para tanto, foram realizadas amostragens com frequência trimestral no período de Outubro/2016 à Junho/2017, em um ponto próximo a barramento do reservatório. As variáveis físicas, químicas e biológicas da água mensuradas foram: pH, transparência, nutrientes fosfatados (Fósforo Total e Fósforo Reativo Solúvel) e nitrogenados (Nitrogênio Amoniacoal, Nitrito e Nitrato) e Clorofila-a. Para analisar a Evolução de Estado Trófico do reservatório, utilizou-se o Índice de Estado Trófico de Carlson (1977) modificado por Toledo Jr. et al. (1983), desenvolvido para ambientes tropicais. Quanto às variáveis analisadas, o reservatório apresentou águas com baixa transparência (<1 m), e pH básico. Foram também observadas altas concentrações de Fósforo total, Fósforo Reativo Solúvel e Clorofila-a durante todo o período de estudo, indicando um avançado grau de eutrofização. Das variáveis analisadas, apenas Fósforo Total e Clorofila-a estiveram acima do limite estabelecido pela Resolução Conama 357/2005 para Águas Doces da Classe 2. De acordo com os resultados do Índice de Estado Trófico, o reservatório apresentou águas com elevado grau de trofia (Eutróficas). As águas do reservatório Poções apresentou um elevado nível de eutrofização, mesmo com a entrada das águas do Rio São Francisco. As elevadas concentrações de nutrientes em suas águas, além de causar a eutrofização, pode favorecer a proliferação de cianobactérias tóxicas que afetam a saúde humana.

Palavras-Chave: Açude, Água, Escassez, Projeto, Seca.

Introdução

O expansivo crescimento da população mundial vem sendo refletido na alta exploração dos recursos hídricos. Em regiões áridas e semiáridas que apresentam baixo índice de precipitação, altas temperaturas e elevadas taxas de evaporação, a exemplo do Nordeste do Brasil tem sido construídos reservatórios de água com o intuito de atender as necessidades básicas da população, uma vez que esses ecossistemas aquáticos fornecem usos múltiplos como, abastecimento público, dessedentação animal, produção agrícola irrigada, uso industrial e piscicultura (FREITAS; RIGHETTO; ATTAYDE, 2011). Desta forma, os reservatórios são importantes meios de garantir a qualidade da água e sua respectiva disponibilidade em regiões altamente urbanizadas (LEHNER et al., 2011; LIU; PAN; CHEN, 2016).

Os reservatórios sofrem influência das alterações climáticas típicas do Nordeste do Brasil. O prolongado tempo de estiagem provoca a redução do volume hídricos destes ambientes, e

geralmente o aumento das concentrações de nutrientes. Além dos fatores climáticos, estes ambientes são fortemente afetados por ações antrópicas, como o lançamento de efluentes domésticos e industriais, e exploração de atividades pesqueiras (MUSHTAQ; NEE LALA, 2016, ZHOU et al., 2015), que alteram variáveis limnológicas, como as concentrações de nutrientes fosfatos e nitrogenados, que favorecem a eutrofização e o consequente crescimento da produção primária, e proliferação de cianobactérias (HUANG et al., 2017).

Nos últimos anos, a região Nordeste do Brasil vem passando por forte e longo período de estiagem. Este fato colaborou para grande redução do volume hídrico/ou colapso em muitos reservatórios. Como solução para os problemas advindos da seca, o Governo Federal Brasileiro, buscou discutir medidas para amenizar os efeitos da escassez de água. Uma dessas medidas foi à implementação do projeto da transposição águas do Rio São Francisco.

O Rio São Francisco nasce na Serra da Canastra no Estado de Minas Gerais, e atravessa os Estados de Bahia, Pernambuco, Alagoas e Sergipe. A transposição das águas do Rio São Francisco consiste em transportar a água do rio para abastecer reservatórios na região Nordeste. Na Paraíba até o momento os reservatórios Poções, Camalaú e Boqueirão receberam água do rio.

De acordo com o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), apresentado pelo Ministério da Integração Nacional (2004), o projeto de Transposição do Rio São Francisco promove benefícios, pois gera empregos, desenvolvimento regional e maior demanda de abastecimento público e rural. Entretanto, esse projeto também provoca malefícios, pois causa mudanças no regime fluvial e alterações nos fatores bióticos e abióticos dos sistemas aquáticos receptores. Neste contexto, a transposição do Rio São Francisco além de subsidiar água para o abastecimento público, pode trazer consequências como a alterações de cunho limnológico e biológico, como a introdução de espécies exóticas. Dessa forma, são necessários estudos pré e pós-transposição que visem analisar a dinâmica de variáveis químicas e físicas de ecossistemas aquáticos receptores das águas do Rio São Francisco.

Diante do exposto, o presente estudo objetivou analisar a dinâmica de nutrientes e a evolução do estado trófico em um reservatório receptor da transposição, antes e após a entrada das águas do Rio São Francisco.

Metodologia

Área de Estudo

O estudo foi realizado no reservatório Poções (Figura 1) situado no município de Monteiro-PB entre as coordenadas geográficas 7° 53'22'' latitude, e 37° 07'12'' longitude. O reservatório Poções foi construído entre os anos de 1980 a 1982. Fica situado no riacho Mulungu, pertence à sub bacia do alto Paraíba, e tem capacidade máxima de acumulação de 29.861.562 m³ de água (AZEVEDO et al., 2017).



Figura 1: Reservatório Poções, Monteiro-PB.

Amostragem

Foram realizadas coletas com frequência trimestral no período de Outubro de 2016 à Junho de 2017. As amostras de água (500 ml) foram coletadas em três profundidades. As profundidades foram determinadas pelo desaparecimento do disco de Secchi, na superfície - a 100% de incidência luminosa, na zona eufótica -1% de incidência de luz e na zona afótica (profundidade máxima). As amostras foram coletadas com o auxílio da garrafa de Van Dorn de 5 litros em um ponto próximo ao barramento.

Dados de Hidrológicos

Os dados de volume foram obtidos pelo site da Agencia Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAs, 2017).

Variáveis Ambientais

Foram mensurados *in situ* a transparência da água (m) pela observação visual do disco de Secchi, e os valores de pH usando-se a Sonda Paramétrica (Horiba/U-50). Nutrientes fosfatados (Fósforo Reativo Solúvel e Fósforo Total) e nitrogenados (Nitrogênio Amoniacal, Nitrito e Nitrato), foram analisados de acordo com técnicas descritas na 20ª edição do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1998). Para análise de clorofila-a, as amostras foram filtradas em membranas de fibra de vidro ($\varnothing=47$ mm e porosidade=1,2 μm) e, após extração com acetona a 96%, tiveram suas concentrações determinadas por análise colorimétrica.

Índice de Estado Trófico

O Índice de Estado Trófico (IET) foi determinado seguindo o índice de Carlson (1977) modificado para ambientes tropicais por Toledo Jr. et al. (1983). A classificação trófica segue o seguinte critério: oligotrófico $\text{IET} < 44$, mesotrófico $44 < \text{IET} < 54$ e eutrófico $\text{IET} > 54$.

Resultados e discussões

O reservatório apresentou águas com pH básico (Figura 2). Os valores do pH estiverem em conformidade aos estabelecidos pela Resolução Conama 357/2005 para Águas Doces de Classe 2 (pH: 6,0 a 9,0). A transparência da água foi baixa não ultrapassando 1,0 m (Figura 3)

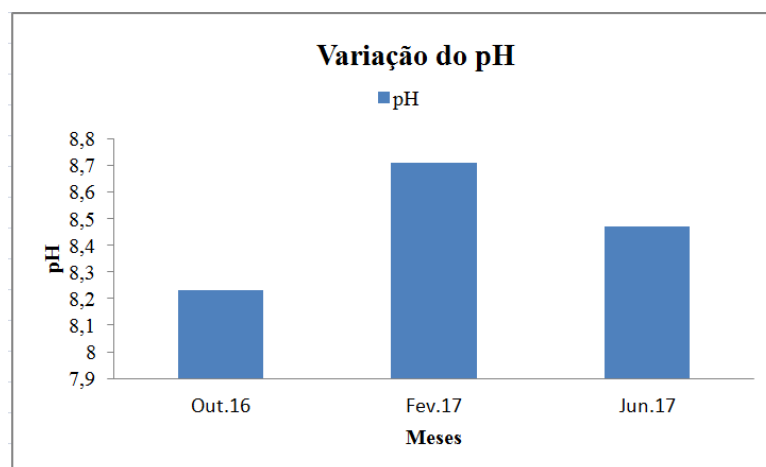


Figura 2: Variação do pH durante o período de estudo.

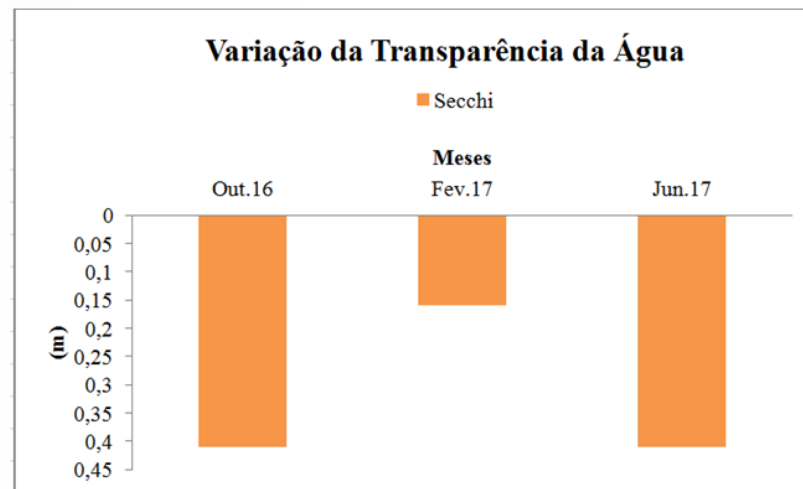


Figura 3: Variação da transparência da água durante o período de estudo.

Com relação aos nutrientes foi observado que as concentrações de Nitrogênio Amoniacal, Nitrito, Nitrato, Fósforo Total e Fósforo Reativo Solúvel tiveram um acréscimo, em Fevereiro/2017 (Tabela 1). A clorofila-a apresentou em concentrações altas, acima de 250 mg/L em Outubro/2016 e Fevereiro/2017. Em Junho/2017 o valores registrados foram menores, abaixo de 20 mg/L (Tabela 1). As concentrações de clorofila-a estiveram em desacordo com o padrão proposto pela Resolução 357/2005 para Águas Doces de Classe 2, que é até 30 µg/L.

Tabela 1: Média e Desvio Padrão das variáveis limnológicas analisadas durante o estudo (NA: Nitrogênio Amoniacal; PT: Fósforo Total; PSR: Fósforo Reativo Solúvel; Cl-a: Clorofila-a).

VARIÁVEIS						
MESES	NA (µg/L)	Nitrito (µg/L)	Nitrato(µg/L)	PT (µg/L)	PSR (µg/L)	Cl-a (m-g/L)
Outubro/16	29,49 ± 10	13,75 ± 0,49	47,68 ± 46,53	700,29 ± 86,99	128±42,44	256±23,56
Fevereiro/17	239,74*	226,11*	186,52*	870,33*	638*	250,59*
Junho/17	68,16 ± 30,94	8,58 ± 0,64	132,01 ± 14,68	760,33 ± 679,46	144±14,43	18,75±11

*Valor único para a variável.

O aumento das concentrações de nutrientes no reservatório no mês de Fevereiro/2017 pode estar associado com a redução do volume hídrico do reservatório, ocasionado principalmente pelo longo período de estiagem, o que pode ter exercido um efeito concentrador. Outra provável contribuição de nutrientes para as águas do reservatório pode estar associada ao processo de

mistura, favorecido pela ação dos ventos e a baixa profundidade do reservatório analisado, o que provoca a ressuspensão de materiais depositados no sedimento, principalmente nutrientes. Durante Fevereiro/2017 o reservatório Poções estava muito raso e apenas com 6% da sua capacidade total de armazenamento (AESA, 2017).

A dinâmica de nutrientes em reservatórios do semiárido é controlada, principalmente, pela variação sazonal das condições climatológicas e hidrológicas (CHELLAPPA; BORBA; ROCHA, 2008). A diminuição das concentrações de nutrientes durante em Junho/17 pode ter relação com a diluição do material particulado, visto que nesse período o reservatório recebeu novas águas via transposição do Rio São Francisco.

No tocante aos nutrientes, foi observado que as concentrações de fósforo total também estiveram acima dos valores limites para águas doces de Classe 2 para ambientes lênticos (0,050mg/L) (CONAMA 357/2005). Nitrito, Nitrato e Nitrogênio Amoniacal apresentaram concentrações abaixo dos valores permitidos pelo CONAMA 357/2005, cujas concentrações são de respectivamente, 1,0 mg/L, 10,0 mg/L, e 2,0 mg/L, para águas que apresentem pH: ($7,5 < \text{pH} \leq 8,0$).

Para avaliar o grau de trofia do reservatório, foi calculado o IETm, que evidenciou a classificação do ambiente como eutrófico durante todo o período do estudo (Figura 4). Tal fato pode ser explicado pela baixa transparência do Secchi, aliado as altas concentrações de fósforo reativo solúvel, fósforo total e clorofila-a que se mantiveram altas durante o estudo.

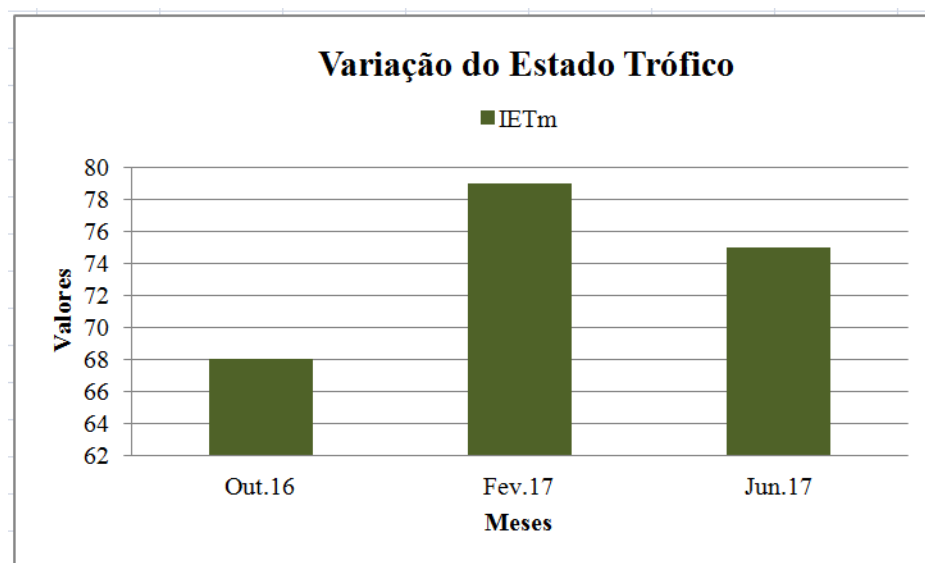


Figura 4: Variação do IETm durante o período de estudo.

Segundo Medeiros et al. (2015), ecossistemas aquáticos em períodos caracterizados por estiagem prolongada, estão propensos a terem seu estado trófico aumentado para condições eutróficas, fato observado nesse estudo.

A eutrofização artificial dos corpos hídricos principalmente pelo enriquecimento de nitrogênio e fósforo (FIGUEIRÊDO et al., 2007), tem se mostrado como um fenômeno de ocorrência mundial, e por esse motivo, tem sido considerado o mais importante problema que afeta a qualidade da água em ecossistemas de águas doces e águas costeiras em todo o mundo (SMITH; SCHINDLER, 2009). Dentre os efeitos negativos que a eutrofização pode causar, os mais comuns são depleção do oxigênio dissolvido (ocasionando em hipoxia ou anoxia do ecossistema), diminuição da transparência da água, proliferação de macrófitas aquáticas e cianobactérias tóxicas, que pode afetar tanto a biota aquática como a saúde humana (DANTAS-SILVA; DANTAS, 2013).

Conclusões

Concluiu-se que as águas do reservatório Poções apresentou um elevado nível de eutrofização, mesmo com a entrada das águas do Rio São Francisco. As elevadas concentrações de nutrientes em suas águas, além de causar a eutrofização, pode favorecer a proliferação de cianobactérias tóxicas que afetam a saúde humana.

Referências

AESA, Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Disponível em: <<http://site2.aesa.pb.gov.br/aesa/volumesAcudes.do?metodo=preparaVolumesMensaisAnterior>>, Acesso em: 21 DE Outubro de 2017.

American Public Health Association- APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20 a ed. American Public Health Association, 1998, 1220 p.

AZEVÊDO, E. L.; BARBOSA, J. E. L.; VIANA, L. G.; ANACLETO, M. J. P.; CALLISTO, M.; MOLOZZI, J. Application of a Statistical Model for the Assessment of Environmental Quality in Neotropical Semi-arid Reservoirs. **Environmental monitoring and assessment**, v. 189, n. 2, p. 65, 2017.

CHELLAPPA, N. T; BORBA, J. M; ROCHA, O. Phytoplankton community and physical-chemical characteristics of water in the public reservoir of Cruzeta, RN, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, n. 3, p.477-494. 2008.

CONAMA, RESOLUÇÃO Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 21 de Outubro. 2017.

DANTAS-SILVA, L. T.; DANTAS, E. W. Zooplâncton (Rotifera, Cladocera e Copepoda) e a Eutrofização em Reservatórios do Nordeste Brasileiro. **Oecologia Australis**, v. 17, n. 2, p. 53-58, 2013.

FIGUEIRÊDO, M. C. B.; TEIXEIRA, A. S.; ARAÚJO, L. F. P.; ROSA, M. F.; PAULINO, W. D.; MOTA, S.; ARAÚJO, J. C. Avaliação da Vulnerabilidade Ambiental de Reservatórios à Eutrofização. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 12, n. 4, p.399-409, 2007.

FREITAS, F. R. S.; RIGHETTO A. M.; ATTAYDE. J. L. Cargas de fósforo total e material em suspensão em um reservatório do semiárido Brasileiro. **Oecologia Australis**, v. 15, n. 3, p.655-665, 2011.

HUANG, J.; XU, CHANG-CHUN.; RIDOUTT, B. G.; WANG, XUE-CHUN.; REN, PIN-AN. Nitrogen and phosphorus losses and eutrophication potential associated with fertilizer application to cropead in China. **Jornal of Cleaner Production**, v. 159, p.171-179, 2017.

LEHNER, B.; LIERMANN, C. R.; REVENGA, C.; VOROSMARTY, C.; FEKETE, B.; CROUZET, P.; DOLL, P.; ENDEJAN, M.; FRENKEN, K.; WISSER, D. High-Resolution Mapping of the World's Reservoirs and Dams for Sustainable River-flow Management. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 9, n. 9, p. 494-502, 2011.

LIU, H.; PAN, D.; CHEN, P. A. Two-year Field Study and Evaluation of Water Quality and Trophic State of a Large Shallow Drinking Water Reservoir in Shanghai, China. **Desalination and Water Treatment**, v. 57, n. 29, p. 13829-13838, 2016.

MEDEIROS, L. D. C.; MATTOS, A.; LÜRLING, M.; BECKER, V. Is the future blue-green or brown? The effects of extreme events on phytoplankton dynamics in a semi-arid man-made lake. **Aquatic Ecology**, v. 49, n. 3, p. 293-307, 2015.

MIN. 2004. Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional. Relatório de Impacto Ambiental (RIMA). Ministério da Integração Nacional, Brasília. 136p.

MUSHTAQ, F.; NEE LALA, M. G. Remote estimation of water quality parameters of Himalayan lake (Kashmir) using Landsat 8 OLI imagery. **Geocarto International**, v. 32, n.3, p.274-285, 2016.
SMITH, V. H.; SCHINDLER, D. W. Eutrophication science: where do we go from here?. **Trends in ecology & evolution**, v.24, n.4, p.201-207, 2009.

TOLEDO JR, A. P.; TALARICO M.; CHINEZ, S. J.; AGUDO, E. G. A Aplicação de Modelos Simplificados para a Avaliação de Processo da Eutrofização em Lagos e Reservatórios Tropicais. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária, 12. 1983, Rio de Janeiro. **Anais do 12º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária**, Rio de Janeiro: ABES, 1983.

ZHOU, Y.; ZHANG, Y.; SHI, K.; LIU, X.; NIU, C. Dynamics of chromophoric dissolved organic matter influenced by hydrological conditions in a large, shallow, and eutrophic lake in China. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 22, n. 3, p.12992-13003, 2015.