

## MUDANÇAS NAS CARACTERÍSTICAS DA ÁGUA DECORRENTE DA SECA PROLONGADA EM RESERVATÓRIOS DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Vanessa Virginia Barbosa; Camila Ferreira Mendes; José Etham de Lucena Barbosa;

*Universidade Estadual da Paraíba, vanessa\_bio18@hotmail.com; camilafmendes@hotmail.com; ethambarbosa@hotrmail.com*

**Resumo:** A região semiárida situa-se numa zona de transição entre as regiões áridas e sub-úmidas, caracterizando-se por elevadas taxas de evaporação, temperaturas altas durante os meses mais quentes, regime de chuva escassa e acentuada irregularidade espaço-temporal desta, além de longos períodos de estiagem. Objetivou-se neste estudo verificar as mudanças na qualidade de água em um período de chuvas e de seca prolongada. Foram estudados dois açudes, um com maior capacidade hídrica, Boqueirão e outro de menor capacidade, Camalaú, para assim verificar o efeito da seca em açudes de diferentes tamanhos. As coletas foram realizadas trimestralmente nos anos de 2009, 2011, 2015 e 2016. Foram usados dados de fósforo total, transparência da água e clorofila-a. Durante os anos, ambos os açudes diminuíram drasticamente seus volumes hídricos diante dos baixos índices de precipitação. Ambos apresentaram aumento do fósforo total ao longo do tempo, as concentrações desse nutriente eram maiores no período de seca prolongada do que no início do estudo sendo estatisticamente significativa ( $p=0,03$ ). Levando-se em consideração a Resolução CONAMA N° 357/05, o parâmetro fósforo total, apresentou-se acima dos valores máximos permitidos (VMP) pela legislação para a classe 2, que é de  $0,03\text{mg/L}^{-1}$  em todos os meses de estudo. As concentrações de clorofila-a aumentaram ao longo do período, sendo maior nos períodos de chuvas, possivelmente relacionado à transparência da água a qual foi também maior nesse período. No estudo foi possível observar que períodos em que as precipitações são escassas ou ausentes, as concentrações de nutrientes elevaram-se, acarretando diminuição da transparência da água e presença de biomassa algal. De acordo com o estudo este evento pode ocorrer tanto em reservatórios de maior tamanho como de menor tamanho.

**Palavras-chave:** Estiagem; Eutrofização; Qualidade de água

### Introdução

O processo de eutrofização em sistemas naturais ou artificiais tende a se intensificar com as mudanças climáticas, devido ao conseqüente aumento da temperatura e à redução da precipitação nos meses secos (Brasil et al., 2015). As mudanças climáticas têm papel relevante no ciclo hidrológico e na reserva hídrica e, por isso, eventos hidrológicos extremos (secas e precipitações intensas) decorrentes dessas mudanças precisam ser investigados no que diz respeito a qualidade de água.

A região semiárida situa-se numa zona de transição entre as regiões áridas e sub-úmidas, caracterizando-se por elevadas taxas de evaporação, temperaturas altas durante os meses mais quentes, regime de chuva escassa e acentuada irregularidade espaço-temporal desta, além de longos períodos de estiagem (Barbosa et al., 2012). Com isso, a redução do nível da água, pode afetar as características limnológicas dos açudes, promovendo aumento da concentração de nutrientes, como o fósforo, diminuição da transparência da água e aumento da biomassa algal (Brasil et al., 2015).

Além dos fatores extrínsecos mencionados anteriormente, os impactos da escassez de chuvas será condicionado também por fatores intrínsecos, incluindo a profundidade e morfometria do reservatório (Bakker e Hilt, 2015).

Diante do exposto, se faz necessário saber as influências que a seca prolongada pode acarretar no reservatório numa perspectiva para eutrofização bem como saber se essas influências são as mesmas ou se mudam diante de reservatórios de tamanhos diferentes.

## **Metodologia**

Foram estudados dois açudes localizados no estado da Paraíba, com tamanhos diferentes, o Epitácio Pessoa mais conhecido como Boqueirão e o reservatório Camalaú, sendo este último de menor tamanho. O açude Epitácio Pessoa, está localizado a 165 km da capital do Estado, e a 44 km de Campina Grande. Situa-se entre as coordenadas E: 0815598 e N: 9171184, a 420m de altitude, na mesorregião da Borborema e possui capacidade máxima de 411.686.287 m<sup>3</sup>. O açude de Camalaú está localizado de acordo com as Coordenadas Geográficas de E: 0738459 e N: 9127722. Possui uma capacidade máxima de 48.107.240 m<sup>3</sup>. Os açudes são usados para o abastecimento urbano, a piscicultura extensiva e irrigação. Ambos fazem parte da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, formada pelo Alto Paraíba e sub-bacia do Rio Taperoá.



Figura 1. Reservatório Epitácio Pessoa (Boqueirão) (Foto: Danielly Lucena)



Figura 2. Reservatório Camalaú ( Foto: Danielly Lucena)

Foram realizadas amostragens trimestrais no período de Julho de 2009 a Dezembro de 2016. A clorofila-a foi extraída com etanol 96% e medida por espectrofotometria (Jespersen e Christoffersen, 1987). Foi utilizado a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA Nº 357/2005, para ambientes lânticos para análise dos resultados.

A transparência da água foi medida com o auxílio do disco de Secchi, o Fósforo total foi obtido através de análises com o método do ácido ascórbico, e o volume mensal dos reservatórios foi retirado do site da AESA. Foi realizado uma permanova para verificar diferenças entre os períodos chuvosos (2009 e 2011) e os períodos de seca prolongada (2015 e 2016) quanto às variáveis estudadas.

## **Resultados e Discussão**

No açude Epitácio Pessoa, o volume do reservatório diminuiu significativamente ao longo dos anos. Em 2009 o menor valor registrado foi de 86,7%, em 2011 ocorreu o transbordamento do açude. Em 2015 o açude esteve abaixo de metade de sua capacidade e ao final de 2016 estava com 5,4% de sua capacidade total. Em Camalaú a situação foi similar. Em 2009 o açude registrou volume de 82,5%, em 2011 esteve com 64,8%, em 2015 houve um decréscimo para 13,3% encerrando-se o ano de 2016 com 10,3% de sua capacidade total (Figura 3).

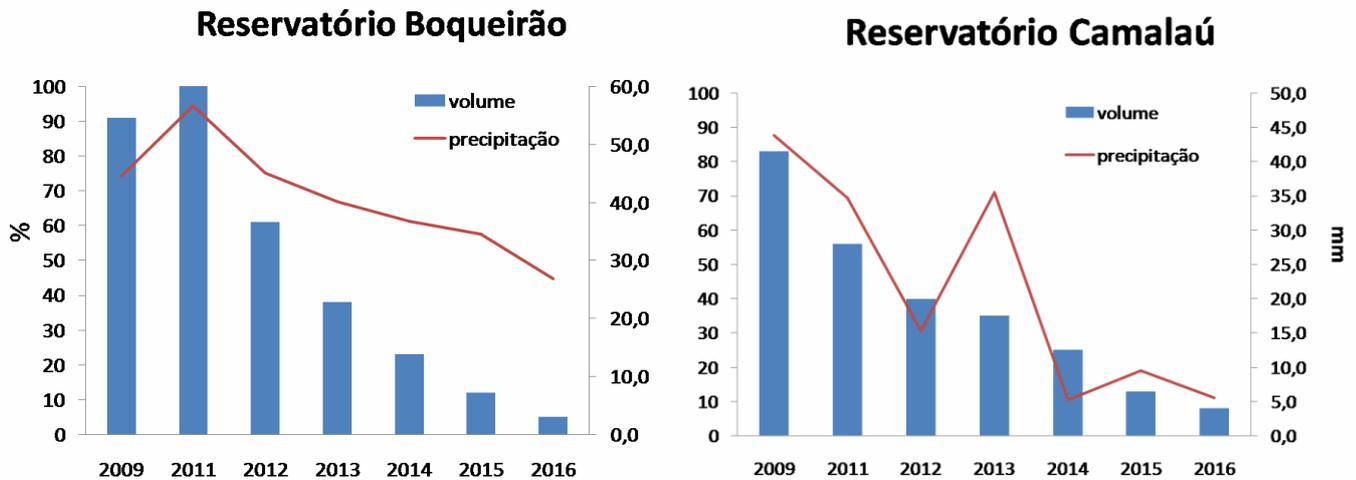


Figura 3. Relação de volume e precipitação pluviométrica entre os anos de 2008, 2011, 2015 e 2016.

Esse período de escassez de chuvas deveu-se ao evento climático do EL nino. No nordeste, este fenômeno provoca a intensificação da seca, e gera mudanças no regime de chuvas e na temperatura em várias regiões do planeta e em diferentes épocas do ano. De acordo com o resultado da Permanova, os períodos (chuvosos = 2009 e 2011 e secos= 2015 e 2016) foram considerados diferentes para as variáveis estudadas ( $p < 0,05$ ).

Levando-se em consideração a Resolução CONAMA N° 357/05, o parâmetro fósforo total, apresentou-se acima dos valores máximos permitidos (VMP) pela legislação para a classe 2, que é de  $0,03\text{mg/L}^{-1}$  em todos os meses de estudo. Em 2011, ano de intensa precipitação pluviométrica, os valores foram 120 (Março)  $\text{ug/L}^{-1}$  e 46,3 (Julho) mostrando um maior aporte desse nutriente no mês de chuvas mais intensas, ao contrário de Julho que é final de período de chuvas. Em 2015 e 2016, os valores foram acima disso, sendo registrados valores mínimos de 74,5 (Julho de 2015) até 144,59  $\text{ug/L}^{-1}$  (Julho de 2016).

Em Camalaú, os valores de fósforo total também estiveram acima da resolução, sendo registrado valores de 49,4 até 284,9  $\text{ug/L}^{-1}$  em 2009. Em 2011, os valores variaram de 54,5 a 165,08  $\text{ug/L}^{-1}$  e em 2016 este parâmetro esteve entre 79,1 e 236,2  $\text{ug/L}^{-1}$  (figura 4). O açude Camalaú apresentou enriquecimento das águas durante todo período, observando-se, no entanto, valores que

aumentavam gradativamente ao longo dos anos (Média de 2009= 109,79; média 2016= 158,99  $\mu\text{g/L}^{-1}$ ). A diferença nas concentrações de fósforo total entre os períodos chuvosos e secos foi estatisticamente significativa ( $p= 0,03$ ;  $F= 4,59$ ).

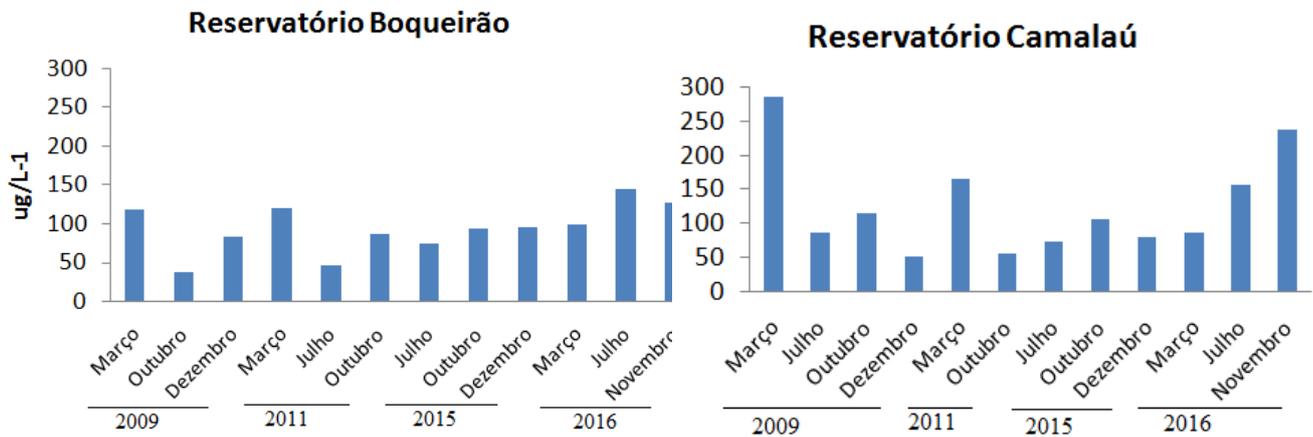


Figura 4. Concentrações de fósforo total no período estudado de 2009, 2011 (última sangria), 2015 e 2016 (anos de seca).

Com a diminuição das chuvas, os nutrientes tornam-se mais concentrados, situação na qual favorece o crescimento de algas fitoplânctônicas, especialmente as cianobactérias, que é um problema agravante para a qualidade de água de abastecimento (Moss et al., 2011). A clorofila-a, usada como indicativo de biomassa algal, aumentou nos anos de seca, sendo registrados valores de  $1,89 \mu\text{g/L}^{-1}$  em 2009 e  $9,53 \mu\text{g/L}^{-1}$  em 2016 para Boqueirão. Apenas em 2011, registraram-se valores mais altos ( $14,26 \mu\text{g/L}^{-1}$ ) e em 2015 ( $13,31 \mu\text{g/L}^{-1}$ ).

Em Camalaú a clorofila variou de 0,84 e máximo de  $5,6 \mu\text{g/L}^{-1}$  em 2009, em 2011 foi de 6,44 e no máximo  $8,92 \mu\text{g/L}^{-1}$  (Figura 3). Apenas em 2015 que o valor foi mais alto ( $15,53 \mu\text{g/L}^{-1}$ ) em relação aos outros anos (Figura 5).

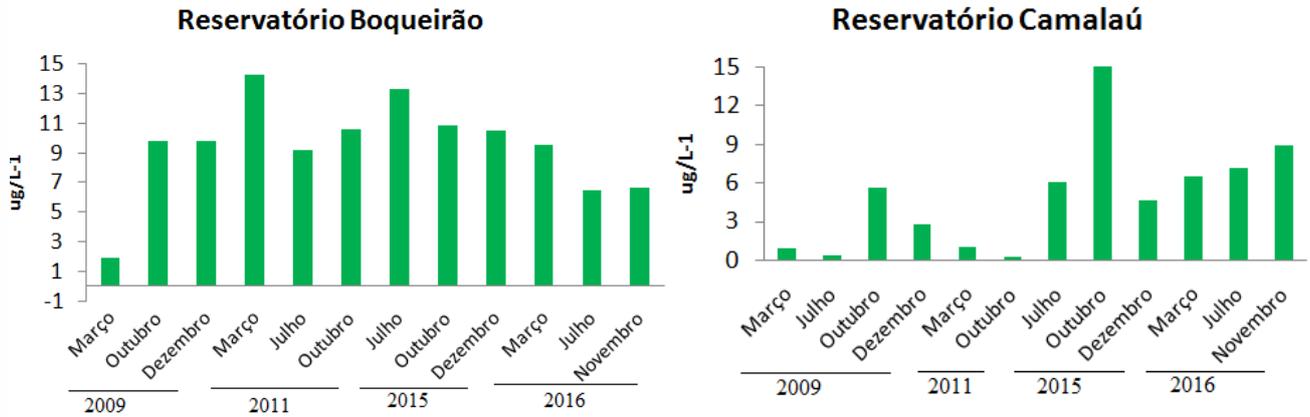


Figura 5. Concentrações de clorofila-a no período estudado de 2009, 2011 (última sangria), 2015 e 2016 (anos atípicos).

No estudo, o aumento da clorofila-a, foi vista nos anos com maior transparência da água (2011 e 2015 em Boqueirão e 2015 em Camalaú). Como Camalaú é mais raso e menor, as fortes precipitações de 2011 não elevaram os níveis de clorofila-a, pois as fortes chuvas devem ter propiciado um aumento da turbidez da água prejudicando a disponibilidade de luz.

A transparência da água sofreu redução drástica ao longo do tempo ( $p < 0,05$ ;  $F = 8,20$ ), sendo visto transparência maior no período de maior chuva (2011), onde houve transparência de 3,70 metros em Boqueirão, contrastando com valores de 1 metro em 2016. Em Camalaú, a transparência também ocorreu de modo similar, sendo equivalente a 1,09 em 2011 e em 2016 apresentando valores entre 1,33 e 1 metro. Segundo Figueiredo (et al.2014) no período chuvoso há renovação de águas e melhoria do aspecto visual, tornando as águas mais transparentes (Figura 6).

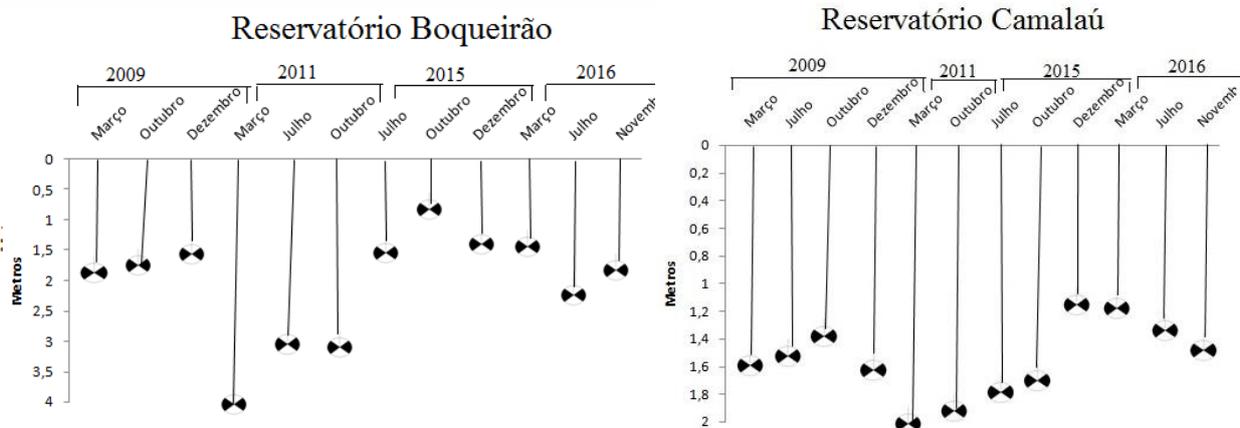


Figura 6. Transparência da coluna d'água nos anos de 2009, 2011, 2015 e 2016.

No decorrer do estudo, foi possível verificar um aumento bem demarcado dos níveis de eutrofização, por meio do aumento das concentrações de fósforo total. O aumento das concentrações de nutrientes está associado às elevadas taxas de evaporação características das regiões semiáridas e a redução nos fluxos de entrada de água no manancial tornando os nutrientes mais concentrados. As chuvas intensas e rápidas podem promover uma grande entrada de nutrientes e poluentes no ambiente promovendo uma alta turbidez que pode ser a curto prazo (Reich; Lake, 2014).

### Considerações Finais

De acordo com os resultados obtidos, a redução do volume dos reservatórios como consequência da seca prolongada, aumentou de forma gradativa as concentrações de fósforo total no sistema. Sendo um fator climático que contribui para o enriquecimento das águas. Nos sistemas estudados as concentrações estiveram acima do recomendado pela resolução CONAMA em todo o período sendo, portanto uma característica que não se espera observar apenas em seca prolongada, mas que é considerada típica em reservatórios do semiárido. As concentrações de clorofila-a aumentaram lentamente, porém não foi um aumento significativo. Provavelmente devido à perda da transparência da água contínua e possivelmente a competição por recursos com os vegetais

aquáticos, bem evidentes em ambos os reservatórios. Os sistemas são diferentes em tamanhos, porém pode-se ver o mesmo padrão de enriquecimento por fósforo na ausência e na presença de uma seca prolongada nessas regiões.

### Referências Bibliográficas

AESA, Agência Executiva de Gestão das águas do Estado da Paraíba. 2016. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/>. Acesso em: 23 De Março de 2016.

BARBOSA, J. E. L., ANDRADE, R. A., LINS, R. P., DINIZ, C. R. 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 Ciências da Terra*, n. 1, p. 81-89.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n° 357, de 17 de março de 2005. *Diário Oficial da União – Seção1*, n° 53.

BARBOSA, J. E. L.; MEDEIROS, E. S. F.; BRASIL, J.; CORDEIRO, R. S.; CRISPIM, M.C. B.; SILVA, G. H. G. 2012. Aquatic systems in semi-arid Brazil: limnology and management. *Acta Limnol. Bras.* 24 (1): 103-118.

BAKKER, E. S.; HILT, S. 2015. Impact of water-level fluctuations on cyanobacterial blooms: options for management. *Aquat. Ecol.* DOI 10.1007/s10452-015-9556-x.

BRASIL, J.; ATTAYDE, J. L.; VASCONCELOS, F. R.; DANTAS, D. D. F.; HUSZAR, V. L. M. 2015. Drought-induced water-level reduction favors cyanobacteria blooms in tropical shallow lakes. *Hydrobiologia*. Primary Research Paper.

JESPERSEN, A. M.; CHRISTOFFERSEN, K. 1987. Measurements of chlorophyll-a from phytoplankton using ethanol as extraction solvent. *Arch. Hydrobiol.* 109: 445-454.

REYNOLDS, C. S. 2006. *Ecology of Phytoplankton*. Cambridge: Cambridge University Press. 535 p.

REICH, P. & LAKE, P.S. 2014. Extreme hydrological events and the ecological restoration of flowing waters. *Freshwater Biology*, doi:10.1111/fwb.12508.

THORNTON, J. A. & RAST, W. 1993. A test of hypotheses relating to the comparative limnology and assessment of eutrophication in semi-arido man-made lakes. In: M. L. Straskraba, J. G. Tundisi & A. Duncan (eds), Comparative Reservoir Limnology and Water Quality Management