

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO VOLUME HÍDRICO SOBRE A LIMNOLOGIA DO ROSÁRIO DURANTE PERÍODO DE ESTIAGEM PROLONGADA (2011-2018)

Marcos Aurélio Figueiredo dos Santos¹
Maria Dandara Cidade Martins²
Hênio do Nascimento Melo Júnior³

RESUMO

Os açudes são reservatórios construídos no semiárido brasileiro que são vitais para o desenvolvimento da região, os quais são utilizados para múltiplas finalidades, constituindo-se, portanto, em ecossistemas de grande valor sócio-econômico e cultural. A qualidade deste ambientes deve ser observada com frequência e por isso, objetivo deste estudo foi verificar a influência do volume hídrico sobre as variáveis limnológicas tais como Clorofila-*a*, fósforo total e transparência no açude Rosário localizado na região do Cariri, através da análise do banco de dados da COGERH, no período de 2011 a 2018. Os dados foram analisados por meio da estatística descritiva e para verificar a influência do volume hídrico sobre as variáveis foram realizados testes de correlação Pearson e regressão linear utilizando programa Bioestat 5.0. Os resultados mostram que houve uma correlação negativa entre o volume hídrico e a concentração de fósforo total, indicando uma dependência negativa para esta variável, ou seja, a medida que o volume do açude aumenta, a quantidade de fósforo total diminui. A transparência demonstrou pelo teste de correlação de Pearson uma correlação positiva com o volume hídrico. A clorofila – *a* não mostrou valores significativos. Neste trabalho não ficou evidenciado uma total influência da variação do volume hídrico sobre as variáveis limnológicas analisadas. Dessa forma recomenda-se ampliar o espectro de análise levando em consideração a presença da piscicultura em tanque rede instalada no açude e a atividade antropogênica.

PALAVRAS CHAVE: Volume hídrico; Nutrientes; Variação temporal; Limnologia; Semiárido.

INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da civilização humana, o homem sempre dependeu da água para sua sobrevivência. Diversos fatores fazem com que seja exigida uma atenção maior voltada para este recurso, já que sua quantidade e qualidade são condições essenciais para o desenvolvimento da atividade humana. Estudos atuais estão sendo conduzidos para uma perspectiva quanto aos

¹ Professor do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Regional do Cariri - URCA, marcos.figueiredo@urca.br;

² Graduanda do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Regional do Cariri – URCA, dandamaria50@yahoo.com.br;

³ Coordenador do laboratório de Limnologia e Aquicultura-URCA/DCB. Universidade Regional do Cariri, heniolimnologia@yahoo.com.br;

processos que ocasionam risco de deterioração ao ambiente, visando entender o nível de suporte dos recursos naturais para desenvolverem metodologias sustentáveis de uso e ocupação do solo e qualidade de água (SHRESTHA; KAZAMA, 2007).

Esta peculiaridade, no que se refere a sustentabilidade do solo e da qualidade da água, está sendo constantemente alterada por processos físicos, químicos e biológicos, de origem natural ou antrópica (GIRÃO et al., 2007). Estes processos, atrelados à escassez dos sistemas hídricos como eventos extremos de seca, vem sendo um grande desafio para os gestores desses recursos (KUSANGAYA et al., 2014). Dentre os processos biológicos, um que vem causando degradação da qualidade dos corpos hídricos no semiárido tropical brasileiro é a eutrofização.

Eutrofização é o aumento da concentração de nutrientes, especialmente fósforo e nitrogênio, nos ecossistemas aquáticos, que tem como consequência o aumento da produtividade (ESTEVES, 1998). Este processo se dá por meio do enriquecimento dos corpos hídricos por nutrientes oriundos de poluição em geral, aumentando a floração de algas e cianobactérias (SCHINDLER, 2012).

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).

A construção de reservatórios no semiárido brasileiro, regionalmente chamados de açudes, foi vital para o desenvolvimento da região. Esses reservatórios são utilizados para múltiplas finalidades como o abastecimento doméstico e industrial, irrigação, dessedentação animal, pesca, aquicultura e lazer, constituindo-se, portanto, em ecossistemas de grande valor sócio-econômico e cultural.

No entanto, a qualidade da água desses ambientes vem sendo reduzida por emissões antropogênicas de poluentes ao mesmo tempo em que crescem as necessidades de consumo e a demanda de água, gerando consequentemente conflitos de uso (CARVALHO et al 2002).

A grande variação do volume hídrico provocada pela evaporação devido às altas temperaturas da região, influencia diretamente a dinâmica do ecossistema, promove a concentração das substâncias presentes, como sais e nutrientes que influenciam diretamente na qualidade da água (CRISPIM E FREITAS, 2005). No período chuvoso, o ambiente também sofre modificações de ordem química e física, devido ao aumento da quantidade de água

diluindo os nutrientes (FFOLIOTT. et al, 2002), e à força mecânica promovida pela precipitação e fluxo de água.

Dentre os nutrientes dissolvidos na água, o nitrogênio e o fósforo são um dos elementos mais importantes no metabolismo de ecossistemas aquáticos. A importância do nitrogênio deve-se principalmente à participação na formação de proteínas, um dos componentes básicos da biomassa.

Quando presente em baixas concentrações os nutrientes pode atuar como fator limitante na produção primária de ecossistemas aquáticos e em alta concentração pode promover processos de eutrofização (KALFF, 2002; TUNDISI e MATSUMURA-TUNDISI, 2008; JEPPESEN et al., 2014).

Na maioria das águas continentais o fósforo é o principal fator limitante da produtividade. Além disso, este tem sido apontado como o responsável direto pela eutrofização artificial destes ecossistemas (MACÊDO, 2004). Existe ainda a contribuição dos animais aquáticos que excretam fezes ricas em fosfato e também a interação com a paisagem (PAUL *et al*, 2012).

Segundo Carmouze (1994), a clorofila a é um indicativo direto da produtividade. Reynold (2006), comenta que existe correlação entre biomassa, clorofila a e disponibilidade de fósforo, sendo esta a base para classificação de corpos d'água de acordo com os níveis de trofia. A produtividade está relacionada com elevados concentrações de nutrientes dos ecossistemas aquáticos com destaque para fósforo, nitrato, amônia, carbono e silicato (ESTEVES, 2011; LOW-DÉCARIE et al., 2014).

A implementação de estudos de avaliação trófica em sistemas aquáticos tem como relevância a detecção e predição dos seus processos de eutrofização e busca de propostas de soluções que viabilizem o aumento da vida útil desses ecossistemas (TUNDISI, 1999). Segundo Duarte et al (1998), o conceito de estado trófico é multidimensional, envolvendo concentração de nutrientes, produtividade, diversidade e densidade da biota, além da morfometria do lago.

O Índice do Estado Trófico tem por finalidade classificar corpos d'água em diferentes graus de trofia, ou seja, avalia a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo das algas ou ao aumento da infestação de macrófitas aquáticas (CETESB, 2004).

Conforme Fia et al. (2009), um índice de estado trófico funciona como um registro das atividades humanas nas várias bacias hidrográficas, além de oferecer subsídios para a formulação de planos de manejo e gestão de ecossistemas aquáticos, por meio de estratégias que visem à sustentabilidade dos recursos hídricos e que garantam os usos múltiplos da água, em médio e longo prazo.

Dessa forma, para identificação do estado trófico de um corpo hídrico, alguns índices tem sido utilizados, sendo o mais comum o de Carlson (1977), modificado por Toledo Jr. et al. (1983), utilizado na avaliação da qualidade da água de rios e lagos de regiões de clima tropical.

Os reservatórios são parte de uma bacia hidrográfica e, como tal, são influenciados por todos os efeitos das atividades antropogênicas (TUNDISI, 1999), que podem provocar alterações no corpo hídrico. Este trabalho realiza uma análise do banco de dados da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do estado do Ceará – COGERH – Direção Regional da bacia hidrográfica do rio Salgado, bem como, os dados de volume hídrico foram coletados do portal hidrológico/FUNCEME/COGERH (<http://www.hidro.ce.gov.br/>). Neste estudo foi considerado o período de 2011 a 2018, sendo analisado os dados de volume hídrico, Clorofila-*a*, fósforo total e a transparência.

METODOLOGIA.

O açude Rosário (lat. 6°53'08.43" S e long. 39°04'06.49" O), está inserido na bacia hidrográfica do rio Salgado, região geográfica do Estado do Ceará denominada Cariri (Figura 01), possui volume hídrico de 47,22 hm³.

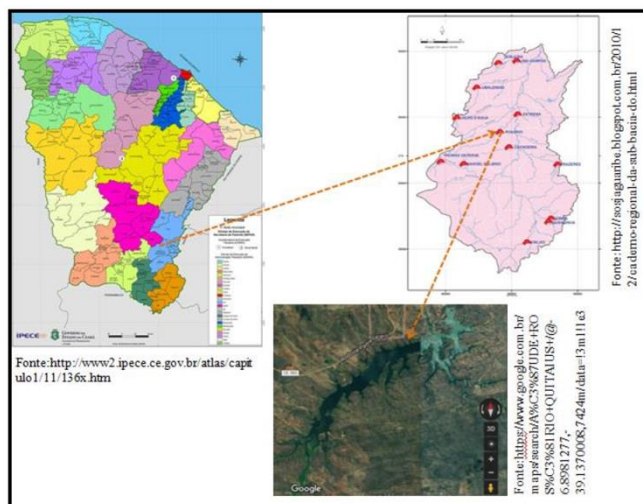


Figura 01. . Estado do Ceará. Localização município. Bacia hidrográficas do do rio Salgado. Localização do açude Rosário.

Esse açude é caracterizado pelas diversas formas preponderantes de uso do corpo hídrico: abastecimento humano sua principal função; manutenção do fluxo hídrico do riacho Rosário, visando a irrigação e abastecimento da população rural; pesca artesanal (subsistência e comercial); pesca esportiva; pesca comercial de camarão e piscicultura em tanque rede.

Este trabalho realiza uma análise do banco de dados da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do estado do Ceará – COGERH – Direção Regional da bacia hidrográfica do rio Salgado, bem como, os dados de volume hídrico foram coletados do portal hidrológico/FUNCEME/COGERH (<http://www.hidro.ce.gov.br/>). Neste estudo foi considerado o período de 2011 a 2018, sendo analisado os dados de volume hídrico, Clorofila-*a*, fósforo total e transparência.

Para analisar qualitativamente a condição ambiental do corpo hídrico os dados foram comparados com os valores limites determinados pela resolução nº357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA.

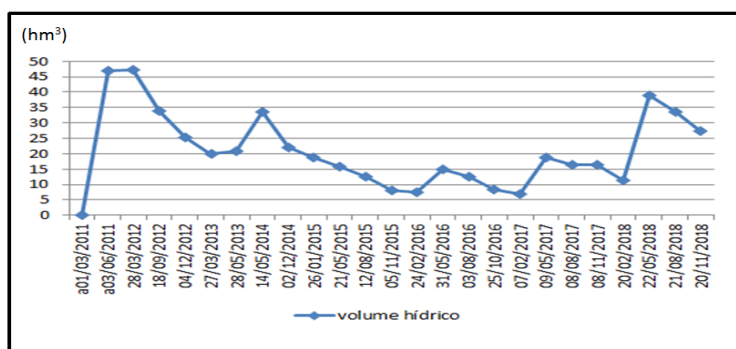
Para análise quantitativa os dados foram organizados em planilhas eletrônicas, Excel e Bioestat 5.0. foi utilizadas para realizar análise estatística descritiva e para verificar a influência do volume hídrico sobre as variáveis foram realizados testes de correlação Pearson e regressão linear.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Volume hídrico

O volume máximo registrado foi 47,22 hm³, em 2011. Posteriormente iniciou um declínio até 2017 (6,90 hm³). Nesse intervalo foi verificado dois picos de recuperação de carga hídrica, 2014 - 29,76 hm³ e 2017-18,91 hm³, em 2018 o volume chega a 39,02 hm³.

Gráfico 01. Volume hídrico do açude Rosário, Lavras da Mangabeira Ceará. 2011-2018.



Fonte: portal hidrológico (<http://www.hidro.ce.gov.br/>).

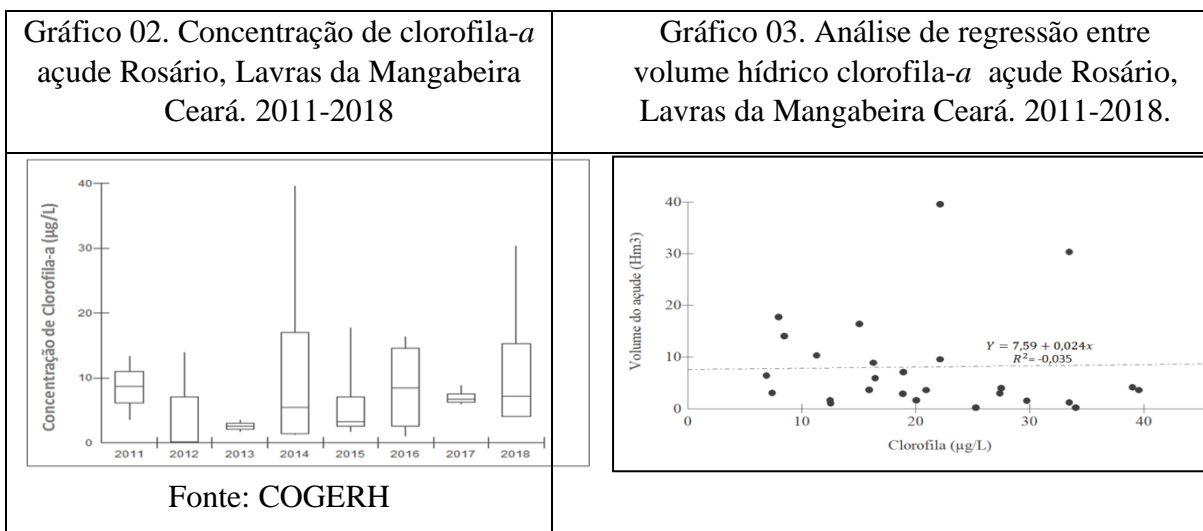
Clorofila - a

A concentração de clorofila-*a*, na maioria do período analisado esteve abaixo de valor citado na resolução 357/2005/Conselho Nacional do Meio Ambiente/CONAMA (30,00 µg/L). Apenas em 31 de março de 2014 e 21 de agosto 2018 ocorreram dois picos na concentração de clorofila-*a* que superaram os valores determinados pela resolução 357/2005/CONAMA (Gráfico 02).

No entanto, esses dois picos de clorofila-*a*, supracitados, sucedem os dois maiores picos de volume hídrico, respectivamente 28/03/2012 e 22/05/2018 (Gráfico 02), fato este que possibilita inferir que sobre o possível carreamento de matéria orgânica e inorgânica para o corpo hídrico, o qual foi promovido por escoamento superficial resultante das precipitações pluviométricas ocorridas. Dessa maneira, é provável que o metabolismo do ecossistema tenha incorporado o aporte de matéria incrementando a produtividade biológica determinando o aumento na concentração de Clorofila-*a*.

Após esse momento de pico de clorofila-*a* foi verificado quedas acentuadas nas concentrações de clorofila-*a*, bem como, o volume hídrico também apresenta registro de queda

dos volumes (Gráfico 02). Esse fato pode significar que cessado o escoamento superficial, a redução da entrada de matéria no corpo hídrico implica em redução de produtividade e concentração de clorofila-a.



A estatística descritiva revela variação de concentração com amplitude de $39,54 \mu\text{gL}^{-1}$, com valor mínimo detectado de $0,2 \mu\text{gL}^{-1}$ em setembro e dezembro de 2012 e o valor máximo de $39,54 \mu\text{g/L}$ em março de 2014. No contexto geral a variação média de $8,16 \mu\text{g/L}$ encontra-se dentro dos valores determinados para ambientes aquáticos da classe II – RESLUÇÃO 357/2005-CONAMA (Gráfico 02).

A análise de regressão demonstra um valor não significativo ($p=0,8644$), indicando que não houve variação na quantidade de clorofila-a em relação ao volume do açude e também há valores que se distanciam da reta ajustada (Gráfico 03). A correlação de Pearson para a clorofila-a revela a não foi influenciada pelo volume do açude durante o todo o período ($r=0,0332$).

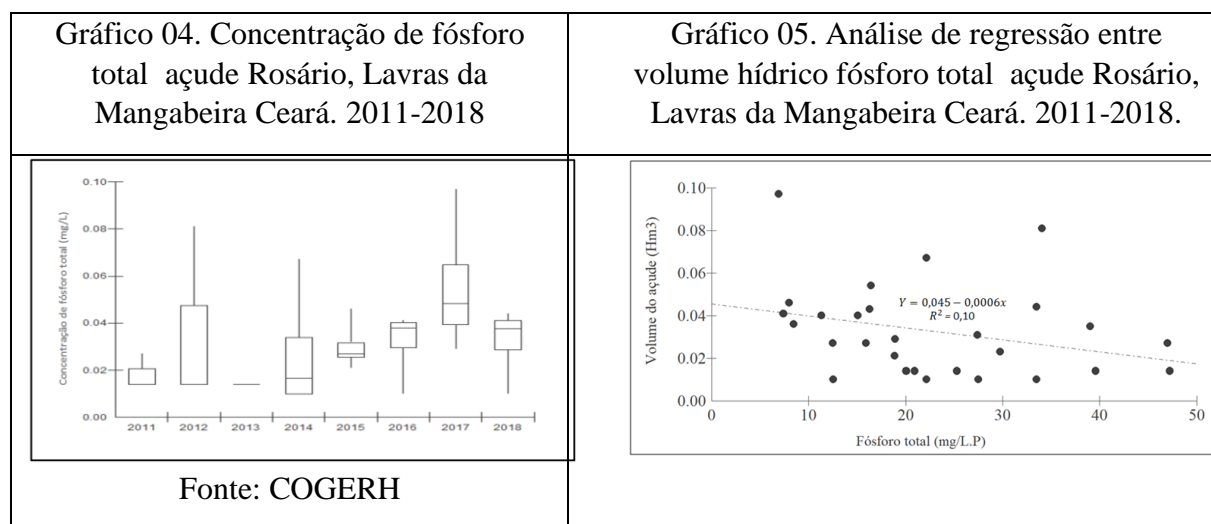
Provavelmente além do volume hídrico deverá haver outros componentes da bacia de captação do açude que contribuiram para esses baixos índices de clorofila-a. A proteção da mata ciliar no entorno do açude pode ser um papel importante executado pela COGERH, Associação de Piscicultores do Açude Rosário e moradores da região, certamente é uma ação que muito contribui para esse resultado.

Fósforo total

No período analisado foi verificado que entre março de 2011 e agosto de 2015 houve predomínio de concentrações de fósforo total abaixo do valor máximo determinado pela resolução 357/2005/CONAMA, 0,05 mg/L, nesse período foi verificado dois pontos com valores acima da resolução CONAMA, respectivamente 0,081mg/l em setembro de 2012 e 0,067mg/l em março de 2014 (Gráfico 04).

Entre novembro de 2015 e novembro de 2018 foi verificado que a maioria das concentrações estiveram acima do valor máximo determinado pela resolução 357/2005, porém nesse período ocorreu uma variação entre 0,097mg/l e 0,01mg/l, sendo esta última concentração registrada em duas datas, agosto de 2016 e novembro de 2018 (Figura 05).

Os dados analisados entre 2011 e 2018 revelaram concentração média de 0,032 \pm 0,087mg/l mg/l, nesse período a amplitude de variação correspondeu a 0,087mg/l (Figura 05).



A variação dos picos de concentração de fósforo total podem apresentar causas variadas, em 18/02/2012 a alta concentração foi precedida do volume máximo, assim sugerindo que o escoamento superficial e o aporte de água pela bacia de captação possam ter contribuído com material lixiviado e transportado resultando em maior concentração de fósforo total; nesse mesmo período é registrado queda do volume hídrico, porém a partir de 27/03/2013, ao iniciar a recuperação do volume hídrico também é registrado novo crescimento de fósforo total para 0,067 mg/l em 31/03/2014.

Porém, em 07/02/2017 foi verificado a maior concentração de fósforo total, 0,097 mg/l, esse período corresponde ao menor volume hídrico do açude no período estudado, nesse caso é possível que tenha acontecido relação entre o volume e concentração.

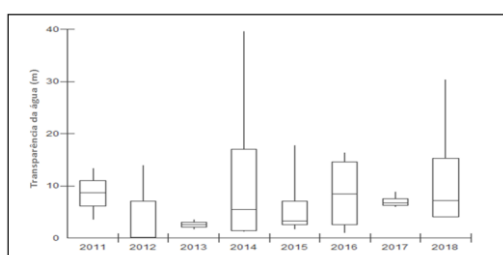
A relação volume hídrico e concentração de fósforo total (Gráfico 05) fica mais clara quando essas grandezas foram submetidas ao teste de correlação de Pearson, resultando mostrou uma correlação negativa ($r = -0,3193$) e a análise de regressão expressou um valor de p não significativo ($p = 0,0913$), entre o volume hídrico e o fósforo total demonstrando que há uma dependência negativa para a quantidade de fosforo total, ou seja, a medida que o volume do açude aumenta, a quantidade de fósforo total diminui. (Gráfico 05).

Transparência

O comprimento médio da transparência foi $1,41\text{m} \pm 0,79\text{m}$. Porém foram registrados dois picos negativos, inferiores a 0,5 m verificados em 03/2013 e 08/2018. Os maiores valores registrados foram em 08/2016 (2,6 m), 05/2018 (3,0 m) e 05/2015 (3,9 m).

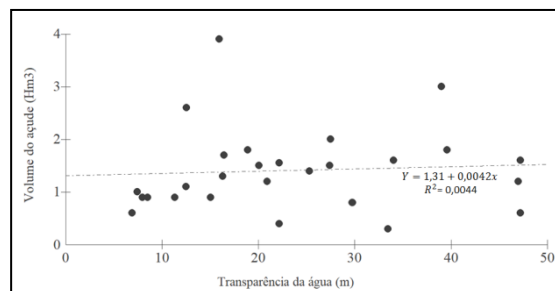
Durante o período analisado, na maior parte de tempo, o comportamento da transparência demonstrou tendência de ser proporcional ao volume hídrico do açude. A transparência variou entre 0,30m e 3,90m o valor médio foi 1,40 m e amplitude 3,60m e desvio padrão de $\pm 0,79\text{m}$ (Gráfico 06).

Gráfico 06. Transparência do açude Rosário, Lavras da Mangabeira Ceará. 2011-2018



Fonte: COGERH

Gráfico 07. Análise de regressão entre volume hídrico e transparência açude Rosário, Lavras da Mangabeira Ceará. 2011-2018.



Em três momentos a relação volume hídrico e transparência apresentaram caminhos inversamente proporcionais, o primeiro ocorreu entre março de 2013 a agosto de 2014, nesse

período foi verificado incremento do volume hídrico e decréscimo da transparência. Entre dezembro de 2014 e agosto de 2015, bem como, entre maio e outubro de 2016 é possível observar fenômeno inverso caracterizado por queda de volume hídrico e aumento da transparência.

O teste de Pearson demonstrou correlação positiva entre o volume e transparência, bem como, revelou valor não significativo entre as variáveis ($r=0,0660$ e $p= 0,7435$). O teste de regressão, embora moderadamente, confirmou essa correlação positiva, demonstrado que no contexto geral o incremento do volume hídrico resulta em aumento da transparência (gráfico 07).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise do banco de dados da COGERH foi possível verificar que o pleno entendimento das dinâmicas limnológicas do açude Rosário, inexoravelmente, deverá ser mais aprofundada. Neste trabalho não ficou evidenciado uma total influência da variação do volume hídrico sobre as variáveis limnológicas analisadas.

Na maioria das análises ficou evidenciado uma correlação de baixa intensidade entre o volume hídrico e as variáveis limnológicas, fato este comprovado pelos testes de correlação de Pearson e o teste de regressão.

No contexto geral fica notório que, em boa parte do período estudado, a condição verificada está abaixo do limite determinado pela resolução 357/2005-CONAMA. A clorofila-*a* superou os valores da resolução apenas em dois períodos dos 28 períodos analisados. Para o fósforo total, 15 dos períodos analisados abaixo do valor recomendado pela resolução, contudo, há 13 períodos em que as concentrações estão acima do valor recomendado pela resolução - 357/2005, porém sendo a maioria destes distribuídos entre 2015 e 2018.

A transparência foi o parâmetro que foi mais influenciado pelo volume hídrico, a partir de 2015 revela-se uma tendência de acompanhamento do comportamento do volume hídrico.

Para uma melhor compreensão é provável que tenhamos que ampliar o espectro de análise, inclusive considerando as possíveis atividades antrópicas da baía de captação do açude

e, especialmente, levar em consideração a presença da piscicultura em tanque rede instalada no açude.

AGRADECIMENTOS

Expressamos os agradecimentos a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do estado do Ceará – COGERH – Direção Regional da bacia hidrográfica do rio Salgado pela parceria, apoio as atividades e fornecimento dos dados utilizados neste estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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. et al., 2005; GUO et al., 2009)

CARMOUZE, J. P., 1994, **O metabolismo dos ecossistemas aquáticos: fundamentos teóricos, métodos de estudo e análises químicas.** Editora Edgar Blücher Ltda/Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, São Paulo, 253p.

CARVALHO, F.S.; BUARQUE, D.C. & CARVALHO, G.S. Disponibilidade Hídrica da Bacia Hidrográfica do Rio São Miguel. In: **VI Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste.** Maceió, AL, Brasil. 1 CD-ROM. 2002.

CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental). **Relatório de Qualidade das Águas interiores de São Paulo.** São Paulo: CETESB, 2004.

DUARTE, M. A. C.; CEBALLOS, O.; SUSANA, B.; ANNEMARIE, K.; MELO, H. N. M.; ARAUJO, J. A. H. **Índice do Estado Trófico de Carlson (JET) aplicado em corpos aquáticos lênticos do nordeste do Brasil.** In: CONGRESO INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL, 26., Lima, 1998. Resumos... Lima: Asociacion Peruana de Ingenier Ya Sanitaria y Ambiental - AIPS; AIDIS, 1998. p.1-5.

ESTEVES, FA, **Fundamentos de Limnologia**, 3 ed. Rio de Janeiro: Interciência. 826 p. 2011.

FIA, R., MATOS, A. T., CORADI, P. C., PEREIRA-RAMIREZ, O. **Estado trófico da água na bacia hidrográfica da Lagoa Mirim**, RS, Brasil. Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science: v. 4, n. 1, 2009. (GUO e LI, 2003; GUARINO

FREITAS, G. T. & CRISPIM, M. C. 2005. Seasonal effects on zooplanktonic community in a temporary lagoon of northeast Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia** 17(4):385-393.

FFOLIOTT, P. F., K. N. Brooks, and M. M. Fogel. 2002. **Managing watersheds for sustaining agriculture and natural resource benefits into the future.** Quarterly Journal of International Agriculture 41(1/2):23-40.

GIRÃO, E.G.; ANDRADE, E.M.; ROSA, M.F.; ARAÚJO, L.F.P.; MEIRELES, A.C.M. **Seleção dos indicadores da qualidade de água no Rio Jaibaras pelo emprego da análise da componente principal.** Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v.38, n.1, p.17-24, 2007.

JEPPESEN, E.; MEERHOFF, M.; DAVIDSON, T.A.; TROLLE, D.; SØNDERGAAR, M.; LAURIDSE, T.L.; BEKLIOGLU, M.; BRUCET, S.; VOLTA, P.; BERGONZONIGONZÁLEZ, I.; NIELSEN, A. **Climate change impacts on lakes: an integrated ecological perspective based on a multi-faceted approach, with special focus on shallow lakes.** Journal of Limnology, v. 22, p. 1077-1082, 2014.

KALFF, J. (2002) **Limnology. Inland Water Ecosystems.** Prentice Hall, Upper Saddle River.

KUSANGAYA, S.; WARBURTON, M.L.; VAN GARDEREN, E.A.; JEWITT, G.P.W. **Impacts of climate change on water resources in southern Africa: a review.** Physics and Chemistry of the Earth, v.67, p.47–54, 2014.

LOW-DÉCARIE, E.; FUSSMANN, G.F.; BELL, G. **Aquatic primary production in a high-CO₂ world.** Trends in Ecology & Evolution, v. 29, n. 9, p.223-232, 2014.

MACÊDO, J.A.B. **Águas e Águas.** 2ed. Belo Horizonte. Ed. CRQ-MG, 2004. 977p.

PAUL, W.J; HAMILTON, D.P.; OSTROVSKY, I.; MILLER, S.; ZHANG, A.; MURAOKA, K. Catchment land use and trophic state impacts on phytoplankton composition: a case study from the Rotorua lakes' district, New Zealand. **Hydrobiologia**, v. 698, p. 133-146, 2012.

SCHINDLER, D.W. **The dilemma of controlling cultural eutrophication of lakes.** Royal Society B: Biological sciences, v.279, n.1746, p.4322-4333, 2012.

SHRESTHA, S.; KAZAMA F. **Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques: A case study of the Fuji river basin, Japan.** Environmental Modelling & Software, v.22 n.04, p.464-475, 2007.

TOLEDO JR., A. P.; TALARICO, M.; CHINEZ, S.J.; AGUDO,E.G. **A aplicação de modelos simplificados para a avaliação de processos de eutrofização em lagos e reservatórios tropicais.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA, 12, 1983, Camboriú. Anais... Camboriú: 1983, p.1-34.

TUNDISI, J. G.; GENTIL, J. G. & DIRICKSON, C. **Seasonal cycle of primary production of nano and microphytoplankton in a shallow tropical reservoir.** Rev. Bras. Bot., v.1, p.35-39, 1999.

TUNDISI, J.G. e MATSUMURA-TUNDISI, T. **Limnologia.** São Paulo: Oficina de Textos. 631p. 2008.