

IV-072 – AVALIAÇÃO DA VARIAÇÃO SAZONAL DO GRAU DE TROFIA EM UM RESERVATÓRIO DA REGIÃO TROPICAL SEMIÁRIDA

Lorena Dandara Nogueira de Lima⁽¹⁾

Tecnóloga em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE, *Campus* de Sobral.

Fabiana Conceição Souza de Freitas

Graduanda do Curso de Tecnologia em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE, *Campus* de Sobral.

Maria Keline Xavier Freire

Graduanda do Curso de Tecnologia em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE, *Campus* de Sobral.

Júlio César Xavier Souza

Tecnólogo em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE, *Campus* de Sobral.

Francisco Rafael Sousa Freitas

Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Mestre em Engenharia Sanitária (PPgES / UFRN). Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE, *Campus* de Sobral.

Endereço⁽¹⁾: Av. Dr. Guarani, 317 - Derby Clube - Sobral - CE - CEP: 62.042-030 - Brasil – Tel: (88) 3112-8050 - e-mail: lodandaralima@gmail.com

RESUMO

A escassez hídrica é uma das características principais quando nos referimos à região semiárida, a qual é caracterizada por baixas precipitações pluviométricas, temperaturas elevadas, altas taxas de evapotranspiração e pequena capacidade de acumulação dos aquíferos. Para a melhoria desse cenário foi necessária a implantação de reservatórios, regionalmente denominados de açudes, com o intuito de acumular água para o período de estiagem. Aspectos naturais associados à baixa cobertura de saneamento básico e práticas agropecuárias inadequadas tornaram os reservatórios vulneráveis à eutrofização, processo causado pelo excesso de nutrientes (nitrogênio e fósforo). A avaliação do grau de trofia de um corpo aquático pode ser avaliada através do Índice de Estado Trófico – IET. O objetivo deste trabalho foi avaliar a variação sazonal do grau de trofia de um reservatório situado na região semiárida do noroeste do Estado do Ceará através do IET proposto por Toledo (1984) e por Lamparelli (2004). Para tanto foram monitorados mensalmente, no período de março de 2016 a agosto de 2017, os parâmetros Clorofila *a*, Transparência e Fósforo Total. O IET médio de Toledo (1984) classificou o reservatório como Eutrófico tanto para o período seco como para o período chuvoso. O IET proposto por Lamparelli (2004) classificou o reservatório no período seco e chuvoso de 2016 e 2017 Mesotrófico e Eutrófico, respectivamente. As maiores concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total foram observadas em janeiro de 17 que representa o início da quadra chuvosa da região, momento que coincidiu com os menores valores de transparência e baixo volume do reservatório (aproximadamente 10% da capacidade total de acumulação). Para o reservatório estudado pode-se considerar mais representativo a utilização do índice de Lamparelli (2004), visto que esse apresenta-se mais sensível às variações dos parâmetros de qualidade monitorados.

PALAVRAS-CHAVE: Eutrofização, Nutrientes, Clorofila *a*, Biomassa Fitoplanctônica, Semiárido.

INTRODUÇÃO

Devido ao déficit hídrico significativo na região semiárida do Nordeste brasileiro foram construídos sistemas de armazenamento de água com a finalidade de possibilitar para a população a prática de irrigação, consumo humano e turismo, no intuito de diminuir as dificuldades socioeconômicas que se apresentam na época da seca (Bezerra-Júnior & Silva, 2007). Os reservatórios são usados primordialmente para o consumo humano,

abastecimento industrial, pesca e dessedentação animal. Segundo Araújo *et al.*, (2005) mais de 90% da água demandada pelo estado do Ceará é suprida por meio de barragens.

Esses reservatórios, como afirma Datsenko *et al.*, (1999), são limnologicamente vulneráveis à eutrofização em função da grande variabilidade sofrida pela temperatura da água e variação de volume por causa dos eventos de seca. Estes açudes também possuem elevado tempo de detenção hidráulica, visto que sua principal função, em sua grande maioria, é a reserva hídrica plurianual, fator que contribui ainda mais para essa vulnerabilidade.

O nível de eutrofização de um ambiente lântico pode ser expresso através de Índices de Estado Trófico – IET's, que reúnem em um único valor, as variáveis de indicadores do avanço ou de retrocesso desse fenômeno. Considerando as concentrações de Clorofila a, Fósforo e as medições relativas de transparência. São os mais divulgados o IET de Carlson modificado por Toledo (1984) e o de Lamparelli (2004).

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.

Desta forma, este trabalho teve como objetivo avaliar a variação do grau de trofia de um reservatório localizado na zona tropical semiárida, considerando a sazonalidade, período chuvoso e de estiagem, além de comparar os índices propostos por Toledo (1984) e Lamparelli (2004), para a classificação do IET do reservatório.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

Reservatório Sobral

O reservatório Sobral é um reservatório de pequeno porte conhecido como Cachoeira, responsável por barrar as águas do Riacho Mata Fresca, teve sua obra finalizada no ano de 1921. Localizado na região semiárida do Estado do Ceará, precisamente na zona periurbana da cidade de Sobral. Este reservatório possui capacidade de 4.675.000 m³, com um volume de 1.980.000 m³ em agosto desse ano (DNOCS, 2017), tendo como órgão responsável hoje a COGERH.

A barragem do reservatório Sobral tem 274 m de extensão, medido pelo coroamento, construída em solo compactado do tipo seção homogênea, com altura máxima de 16,4 m. A área da bacia hidráulica é de 69,000ha (SIRH, 2015). Atualmente o reservatório é responsável pelo atendimento de indústria, pela irrigação da área de lazer de Sobral e é submetido ao despejo de esgotos domésticos. Além disso, há captações difusas das propriedades que estão no seu entorno (CEARÁ, 2010).

Metodologia

Coleta de amostras e trabalho de campo

Os dados foram obtidos através do monitoramento do reservatório no período de março de 2016 a agosto de 2017. As campanhas foram realizadas mensalmente em três pontos de coleta ao longo da bacia hidráulica do reservatório (Figura 1), totalizando treze campanhas amostrais.



Figura 1: Localização de pontos de amostragem no reservatório Sobral (Fonte: Google Earth, 2017).

As amostras foram coletadas em garrafas de polietileno para análise de Fósforo e em frascos âmbar para Clorofila *a*, em seguida foram acondicionadas em caixas térmicas com gelo e imediatamente levado ao Laboratório de Águas e Efluentes – LAAE do IFCE para o processamento das análises. Em cada ponto de coleta foi feita a avaliação da transparência da água medida através do disco de Secchi.

Análises laboratoriais

Para a análise de Clorofila *a*, inicialmente as amostras foram filtradas, com auxílio de bomba de vácuo em filtros de fibra de vidro Whatman 934-AH (47mm; 1,5µm de porosidade). A extração da clorofila *a* foi realizada incubando os filtros macerados imersos em 10 mL de acetona 90% em tubos tipo Falcon cobertos com papel alumínio a fim de evitar a fotodegradação, foi levado à geladeira por um período de aproximadamente 22 horas. Logo após a incubação, os tubos foram centrifugados e então foi conduzida a leitura do extrato no espectrofotômetro, nos comprimentos de onda de 664, 665 e 750nm. Foi realizada a correção da feofitina com ácido clorídrico.

A análise de Fósforo Total foi determinada através do método de ácido ascórbico após digestão com persulfato. É essencial que o fósforo na água seja determinado pela espectrofotometria UV – visível. Quando os íons ortofosfato reagem com a solução de ácido ascórbico, molibdato de amônio e tartarato de antimônio e potássio ocorrerá uma coloração azulada obedecendo a Lei de Beer-Lambert. A leitura no espectrofotômetro é feito com comprimento de onda de 880 nm (APHA, 2005).

A medida de Transparência foi calculada à partir da média aritmética das profundidades de desaparecimento e reaparecimento do disco de Secchi *in loco*.

Para a avaliação do estado trófico do reservatório foram utilizados os índices propostos por Toledo Jr. (1884) e Lamparelli (2004).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados apresentados referem-se as médias mensais dos três pontos de coleta monitorados (Tabela 1).

Os maiores valores de transparência observados ocorreram nos meses de mai/17 com 0,61m e mai/16 com 0,60m. O valor mínimo de transparência apresentado foi de 0,14m no mês de jan/17. Esse valor mínimo ocorre

possivelmente devido ao aumento da turbidez da água (HAVENS *et al.*, 2003), causado no fim da estiagem quando se iniciam as primeiras chuvas o que causará no reservatório um aumento do material suspenso fazendo com que a transparência diminua.

Tabela 1: Valores médios dos parâmetros monitorados.

Mês	Clorofila <i>a</i> (ug/L)	Fósforo (mg/L)	Transparência (m)
mar/16	7,32	0,07	0,52
abr/16	7,48	0,08	0,42
mai/16	3,74	0,06	0,60
jun/16	3,21	0,08	0,52
ago/16	9,07	0,05	0,52
set/16	9,07	0,06	0,50
nov/16	13,35	0,14	-
jan/17	36,95	0,19	0,14
mar/17	24,80	0,03	0,27
abr/17	12,99	0,10	0,57
mai/17	6,25	0,17	0,61
jun/17	20,40	0,08	0,46
ago/17	13,85	0,03	0,45
<i>Média</i>	9,06	0,08	0,52
<i>DV</i>	9,53	0,05	0,14
<i>Mínimo</i>	3,22	0,03	0,14
<i>Máximo</i>	36,95	0,19	0,61
<i>Amplitude</i>	33,74	0,18	0,48
<i>CV</i>	1,05	0,64	0,28

As concentrações de clorofila *a* apresentaram um valor máximo de 36,95 µg.L⁻¹, no mês de jan/17 e mínimo no mês de jun/16 (3,21 µg.L⁻¹). O valor máximo identificado foi no início da quadra chuvosa, onde encontrou-se os menores valores de transparência. Tal fato pode estar relacionada com o baixo volume do reservatório, que apresentou aproximadamente 10% do sua capacidade total, favorecendo o crescimento de fitoplâncton na superfície. Nesse mês também foi observado valor máximo do fósforo, nutriente considerado limitante para o crescimento fitoplanctônico.

As concentrações de fósforo oscilaram entre 0,03mg/L e 0,19mg/L. Nenhuma concentração se enquadrou na Resolução CONAMA nº 357/ 2005, que define a concentração máxima de Fósforo Total para corpos aquáticos lênticos de águas doces Classe 2 sejam inferiores a 0,03mg/L. Estudos realizados por Barbosa *et al.*, (2016) no reservatório Epitácio Pessoa localizado na Paraíba no período de Dezembro/2014 a Março/2016, evidenciam o mesmo comportamento estando todas as concentrações acima do valor definido pela Resolução.

Para o cálculo o IET médio foi utilizado apenas os parâmetros Clorofila *a* e Fósforo Total, pois, os valores obtidos pelo disco de Secchi muitas vezes não são representativos do estado de trofia, tendo em vista que a penetração de luz nas águas pode estar relacionada à turbidez abiótica e não apenas à alta densidade de organismos planctônicos (LAMPARELLI, 2004).

Os valores do IET médio (Figura 1A) de acordo com Toledo (1984), mostram que o corpo d'água em questão pode ser classificado como Mesotrófico e Eutrófico. Somente os meses de mai/16 (51,4) e jun/16 (50,73) foi classificado como Mesotrófico. O valor máximo (63,22) determina o corpo aquático como Eutrófico classificado como corpo hídrico que apresenta presença abundante de fitoplâncton, onde ocorrem interferências na qualidade da água e nos seus diversos usos. Lopes *et al.*, (2015) avaliou de acordo com o IET

de Toledo (1984) no reservatório Santo Anastácio, localizado em Fortaleza/CE, o qual foi classificado em dois grau de trofia sendo eles: Eutrófico e Hipereutrófico.

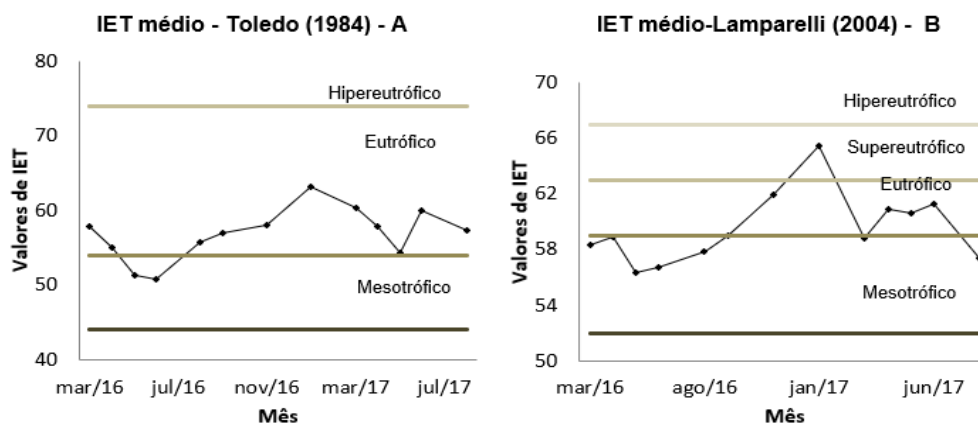


Figura 1: Valores do IET médio segundo Toledo (1984) e Lamparelli (2004).

Segundo a metodologia seguida por Lamparelli (2004), o IET médio (Figura 1B), apresentou-se enquadrado em três classes de trofia, variando de Mesotrófico a Supereutrófico. O menor valor do IET ocorreu em mai/16 (56,37), já o maior valor ocorreu no mês de jan/17 (65,46), classificando o reservatório como Supereutrófico, como consequência dos elevados níveis de Clorofila *a* e Fósforo, coincidindo com o final do período de estiagem de 2016, momento em que o reservatório encontra-se com baixo volume armazenado (cerca de 10% da capacidade de acumulação). Oliveira *et al.*, (2003) realizou um estudo no reservatório Gavião – CE que apresentou-se para o IET proposto por Lamparelli (2004), como Ultraoligotrófico, comportamento bem distinto do mostrado no reservatório Sobral.

A Tabela 2 apresenta um comparativo do IET – Fósforo Total e IET – Clorofila *a* (IET de Lamparelli 2004), para avaliação do Fósforo como nutriente limitante ao desenvolvimento da comunidade fitoplanctônica em termos da Clorofila *a*.

Nos meses de mar/16 a jun/16, set/16, nov/16 e mai/17, o IET (Cl *a*) enquadrava o reservatório numa categoria trófica inferior aquela definida pelo IET (Ft). Este fato pode caracterizar uma possível limitação do desenvolvimento da comunidade fitoplanctônica pelo Fósforo na maior parte do tempo monitorado, e de forma mais evidentemente no mês de mai/17.

Apenas nos meses de mar/17 e ago/17 o desenvolvimento do fitoplâncton apresenta baixo grau de limitação pelo Fósforo. No restante do tempo, os dois parâmetros enquadraram as águas do reservatório na mesma categoria não exibindo portanto limitação pelo Fósforo.

Tabela 2: Grau de limitação do IET (Ft) e IET (Cl a).

	Lamparelli (2004)		Grau de Limitação
	IET (Ft)	IET (Cl a)	
mar/16	60,15	56,49	A
abr/16	61,19	56,6	A
mai/16	59,54	53,2	A
jun/16	61,07	52,44	A
ago/16	58,25	57,54	N
set/16	59,14	58,78	A
nov/16	64,41	59,44	A
jan/17	66,48	64,43	N
mar/17	55,07	62,48	B
abr/17	62,56	59,3	N
mai/17	65,58	55,72	A
jun/17	61,01	61,52	N
ago/17	55,07	59,62	B

■ Mestófico ■ Eutrófico ■ Supereutrófico

A: Alto grau de limitação/ B: Baixo grau de limitação/ N: Não possui

CONCLUSÕES

- Tanto para o período seco de 2016 como para o período de 2017 o IET para transparência classificou-se como Eutrófico segundo Toledo (1984), e como Hipereutrófico para Lamparelli (2004). No período chuvoso de 2016 e 2017 no tocante a transparência essa classificação permanece. Isso pode ser um indicativo de que o volume fornecido ao reservatório no período de chuva não foi suficiente para alterar as classificações no que tange a transparência;
- Quando analisa-se o IET à partir dos dados de Clorofila a, as classificações tanto para Toledo (1984) como para Lamparelli (2004), são semelhantes, de modo que no período seco de 2016 e 2017 o reservatório é enquadrado na mesma classe de trofia na maior parte do período estudado. No período chuvoso de 2016 e 2017 o reservatório apresenta-se como Mesotrófico e Eutrófico, respectivamente, para ambos os índices;
- No IET para Fósforo, o índice de Toledo (1984) não apresenta variação, caracterizando o reservatório como Eutrófico para todo o período monitorado. O IET de Lamparelli (2004), em contrapartida apresenta-se mais sensível evidenciando variações que vão do Mesotrófico ao Supereutrófico.
- Quanto ao IET médio, nos períodos secos de 2016 e 2017 observa-se o estado Eutrófico como predominante pelo índice de Toledo (1984). No índice de Lamparelli (2004), observa-se maiores variações quanto a classificação, o qual aponta um estado predominantemente Eutrófico no período seco de 2016. Em relação ao período chuvoso de 2016 foi classificado como Mesotrófico, enquanto que em 2017 apresentou maiores variações estando entre Mesotrófico e Supereutrófico;
- Os dados demonstraram que o pior cenário de qualidade da água do reservatório coincidiu com o fim do período de estiagem de 2016, quando ambos os índices apresentaram os maiores valores, e o índice de Lamparelli (2004), enquadrando o manancial como Supereutrófico. Este aspecto pode ocorrer comumente em reservatórios de regiões semiáridas em decorrência dos menores volumes armazenados no reservatório nesses períodos, cuja água apresenta elevado tempo residência o que contribui consideravelmente para sua degradação;

- Em termos práticos, para o reservatório estudado, pode-se considerar mais representativo a utilização do índice de Lamparelli (2004), visto que esse apresenta-se mais sensível às variações da qualidade do reservatório;
- Por fim, os resultados apresentados sugerem ainda que o Fósforo atuou como nutriente limitante para o desenvolvimento da comunidade fitoplanctônica do reservatório na maior parte do período avaliado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. A.P.H.A. (2005). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Washington: A.P.H.A., A.W.W.A. and W.E.F. Washington, D. C.
2. ARAÚJO, J.C.; MOLINAS, P.A.; JOCA, E.L.L.; BARBOSA, C.P.; BEMFEITO, C.J.S.; BELO, P.S.C. . Custo de disponibilização e distribuição da água por diversas fontes no Ceará. Revista. Econômica do Nordeste, v. 36, 2005.
3. BARBOSA, V. V.; MENDES, C. F.; CRUZ, P.S.; NERY, J. F.; BARBOSA, J. E. L.; Mudanças do estado trófico da água em reservatórios do semiárido brasileiro em períodos de longas estiagens.IV Congresso Baiano de Engenharia Sanitária e Ambiental. Paraíba, 2016. Disponível em: <http://cobesa.com.br/2016/download/cobesa-2016/IVCOBESA-198.pdf> Acesso em: 20 out. 2017
4. BEZERRA-JUNIOR, J. G. O.; SILVA, N. M. 2007. Caracterização geoambiental da microrregião de Seridó Oriental do Rio Grande do Norte. Holos. 23(2):78-91.
5. CEARÁ. INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. Mapa de Unidades Fitoecológicas do Estado do Ceará. Fundação Cearense de Meteorologia. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. 2010.
6. HAVENS, K.E.; JAMES, R.T.; EAST, T.L.; SMITH, V.H. (2003) N:P ratios, light limitation, and cyanobacterial dominance in a subtropical lake impacted by non-point source nutrient pollution. Environmental Pollution, v.122, n.3, p.379-390.
7. LAMPARELLI, M. C. Grau de trofia em corpos d'água do Estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento. Tese (Doutorado em Ciências), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004. Disponível em: <www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/.../TeseLamparelli2004.pdf>. Acesso em: 15 de setembro de 2017.
8. LOPES, F. B.; MEIRELES, A.C.M. , SALES, A. G. C.; SALES, M. M.; ANDRADE, E. M.; BECKER, H.; Eutrofização em reservatórios da região semiárida. III Inovagri Internacional Meeting. Fortaleza, 2015.
9. OLIVEIRA, M.S.; LEITE, J.S.; LIMA, V.A; CARVALHO, A.C.; OLIVEIRA, T.G.A.; PINHEIRO, J. P.S.; LEITE, L.V.; NUNES, L.T. Índice do estado trófico da água do açude do Gavião – CE. Biodiversidade e água: desafios e cooperação. Fortaleza, 2013.
10. SIRH. Secretaria dos Recursos Hídricos. Atlas Eletrônico dos Recursos Hídricos do Ceará. Características Técnicas. 2015. Disponível em: <<http://www.hidro.ce.gov.br/#0>> Acessado: 12 de set. de 2017.
11. TOLEDO, A. P.; AGUDO, E. G.; TOLARICO, M.; CHINEZ, S. J. A Aplicação de Modelos Simplificados para a Avaliação do Processo de Eutrofização em Lagos e Reservatórios Tropicais; XIX CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL – AIDIS, Santiago do Chile, 1984. Anais... Santiago do Chile, 1984.