

**COMPARAÇÃO DE ÍNDICES DE AVALIAÇÃO DE ESTADO TRÓFICO EM
RESERVATÓRIO UTILIZADO PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO DURANTE
PERÍODO DE SECA, SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

Leandro Gomes Viana⁽¹⁾

Mestrando em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). e-mail: **leandrogomesbiologo@gmail.com**

Patrícia Silva Cruz⁽²⁾

Doutoranda em Engenharia Ambiental, Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). e-mail: **patriciacruz_biologa@hotmail.com**

Dayany Aguiar Oliveira⁽³⁾

Graduanda em Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). e-mail: **dayanyaguiar93@gmail.com**

Ranielle Daiana Santos⁽⁴⁾

Graduanda em Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). e-mail: **ranielledaiana@hotmail.com**

José Etham de Lucena Barbosa⁽⁵⁾

Doutor em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos (Ufscar). e-mail: **ethambarborsa@hotmail.com**

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar a evolução do estado trófico do reservatório Argemiro de Figueiredo (Acauã), semiárido brasileiro, durante período de seca prolongada, e comparar a aplicação de dois índices de estado trófico. Para tanto, foram coletadas amostras de água em quatro profundidades, para análise de fósforo total, fósforo reativo solúvel e clorofila-*a* e foi medida a transparência da água com o disco de secchi em um ponto próximo a barragem. As coletadas tiveram periodicidade mensal de outubro de 2014 a julho de 2015. O reservatório apresentou águas com altas concentrações de nutrientes fosfatados, baixa transparência e clorofila-*a* que repercutiram nos elevados valores do IETs observados durante o estudo. Pela classificação proposta por Lamparelli (2004), o reservatório variou de condições mesotróficas a eutróficas. Pela metodologia de Toledo Jr, o reservatório apresentou condições eutróficas durante todo o período de estudo. As diferentes categorias tróficas indicadas pelos índices de estado trófico sinalizam sua fragilidade ao serem aplicados em ambientes aquáticos do semiárido. Métodos para a avaliação do estado trófico, como IET, devem se aplicados de forma secundarista ou integrada, por sua fragilidade em não indicar estados reais de eutrofização em ambientes aquáticos do Semiárido Brasileiro.

PALAVRAS-CHAVE: Semiárido, Reservatórios, Estado Trófico.

INTRODUÇÃO

Na região semiárida do Nordeste do Brasil o combate à seca nas últimas décadas tem sido realizado mediante fornecimento de água superficial armazenada em reservatórios. A construção desses sistemas foi crucial para a sua ocupação e desenvolvimento de atividades econômicas da região.

Os reservatórios são ecossistemas aquáticos artificiais resultantes do represamento de um rio em uma bacia hidrográfica. São sistemas que agregam usos múltiplos, como a hidroeletricidade, sobretudo a irrigação, piscicultura, transporte, turismo, dessedentação animal e abastecimento humano.

Os reservatórios no Semiárido do Brasil apresentam características limnológicas peculiares. Suas características físicas, químicas e biológicas podem ser influenciadas por flutuações sazonais no nível d'água, as quais estão associadas a fatores climáticos e a o uso consultivo da água pela população (NASELLI-FLORES; BARONE, 2005; STRAŠKRABA; TUNDISI, 2013).

No período chuvoso, geralmente os reservatórios tendem a possuírem uma água de melhor qualidade, tendo em vista sua utilização para abastecimento público, devido ao efeito da diluição e da renovação da água decorrente do

escoamento superficial resultante das altas taxas de precipitação. No período de seca, estes sistemas são propensos a terem o seu estado trófico aumentando para condições eutróficas, decorrente da alta taxa de evaporação e concentração de nutrientes (COSTA et al., 2009).

A eutrofização cultural é atualmente um dos principais problemas relacionados à qualidade da água e disponibilidade de recursos hídricos na região semiárida brasileira. Com a aceleração do processo de eutrofização mudanças ocorrem nos parâmetros bióticos e abióticos dos ecossistemas aquáticos, refletindo diretamente na qualidade da água desses sistemas, dentre eles, as florações do fitoplâncton, e como consequência do processo de decomposição da matéria orgânica acumulada ocorre uma depleção do oxigênio dissolvido, provocando a morte de organismos aquáticos aeróbios.

Estados avançados de eutrofização pode provocar “blooms” de cianobactérias, onde a literatura reporta que vários gêneros de cianobactérias podem produzir toxinas que têm efeitos sobre a saúde humana e provocam aumento nos custos para o tratamento da água (FERRÃO-FILHO; MOLICA; AZEVEDO, 2009).

Visto que alguns fatores climáticos, como baixa precipitação e altas taxas de evaporação, comuns em regiões semiáridas, podem alterar a qualidade da água armazenada em reservatórios, estudos que visam avaliar o estado trófico nesses sistemas são cruciais, uma vez que indicam a qualidade da água presentes nesses sistemas.

OBJETIVO

O presente estudo buscou avaliar a evolução do estado trófico de um reservatório utilizado para abastecimento da região semiárida tropical durante um período de seca prolongada, e comparar a aplicação de dois índices de estado trófico.

METODOLOGIA

Área de estudo

O estudo foi realizado no reservatório Argemiro de Figueiredo (Acauã), situado na bacia do Rio Paraíba, nos limites entre o Médio e o Baixo Rio Paraíba e inserido no município de Itatuba entre as latitudes 7°27,5'3'' e 7°28'31,4''S e as longitudes 35°35'52,6'' e 35°35'3,4''W, Semiárido do Brasil. Possui capacidade máxima de 253.143.247 m³ e profundidade máxima de 40 m.

Amostragem

O estudo foi realizado no período de outubro de 2014 a julho de 2015 com amostras coletadas com periodicidade mensal. As amostras de água para análises de fósforo total, fósforo reativo solúvel e clorofila *a* foram coletadas em um ponto próximo a barragem em quatro profundidades com o auxílio de garrafa de Van Dorn de 5 litros. As profundidades foram definidas a partir do desaparecimento do disco de Secchi (observação visual): na superfície - a 100% de incidência luminosa, na zona eufótica - 50% e 1% de incidência de luz e na zona afótica (profundidade máxima).

Análise das amostras

As análises de fósforo total e fósforo reativo solúvel foram realizadas através do método colorimétrico. Na análise de clorofila *a*, as amostras foram filtradas em membranas de fibra de vidro ($\varnothing = 47$ mm e porosidade = 1,2 μ m) e, após extração com acetona 95%, tiveram suas concentrações determinadas por análise colorimétrica.

Análise dos dados

Para avaliação do grau de trofia do reservatório, foi utilizado o IET de Carlson (1977) modificado por Lamparelli (2004) para reservatórios, utilizando as concentrações, em μ g/l, de fósforo total (PT) (Equação 1) e clorofila *a* (CL) (Equação 2), e calculando o valor do IET (Equação 3) a partir da média dos índices obtidos através das equações 1 e 2.

$$\text{IET (PT)} = 10 \times (6 - (1,77 - 0,42 \times (\ln \text{PT}) / \ln 2)) \quad (1)$$

$$\text{IET (CL)} = 10 \times (6 - ((0,92 - 0,34 \times (\ln \text{CL})) / \ln 2)) \quad (2)$$

$$\text{IET} = [\text{IET (PT)} + \text{IET (CL)}] / 2 \quad (3)$$

Por fim, classificou-se o nível trófico do reservatório a partir dos resultados encontrados no cálculo do IET (Tabela 1).

Tabela 1: (IET) de Carlson (1977) modificado por Lamparelli (2004).

ESTADO TRÓFICO	CRITÉRIO	PT (µg/l)	CL (µg/l)
Ultraoligotrófico	$\text{IET} \leq 47$	$\text{PT} \leq 8$	$\text{CL} \leq 1,17$
Oligotrófico	$47 < \text{IET} \leq 52$	$8 < \text{PT} \leq 19$	$1,17 < \text{CL} \leq 3,24$
Mesotrófico	$52 < \text{IET} \leq 59$	$19 < \text{PT} \leq 52$	$3,24 < \text{CL} \leq 11,03$
Eutrófico	$59 < \text{IET} \leq 63$	$52 < \text{PT} \leq 120$	$11,03 < \text{CL} \leq 30,55$
Supereutrófico	$63 < \text{IET} \leq 67$	$120 < \text{PT} \leq 233$	$30,55 < \text{CL} \leq 69,05$
Hipereutrófico	$\text{IET} > 67$	$233 < \text{PT}$	$69,05 < \text{CL}$

Ainda para avaliação da evolução do grau de trofia do reservatório, utilizou-se o IET de Carlson (1977) modificado por Toledo Jr. et al., (1983), desenvolvido para ambientes tropicais. O modelo propõem as equações 4, 5, 6, 7 e equação final, de síntese, 8.

$$\text{IET (S)} = 10 \times \{6 - [0,64 + (\ln \text{S} / \ln 2)]\} \quad (4)$$

$$\text{IET (P)} = 10 \times [6 - \ln(80,32/\text{P}) / \ln 2] \quad (5)$$

$$\text{IET (PSR)} = 10 \times [6 - \ln(21,67/\text{PO}_4) / \ln 2] \quad (6)$$

$$\text{IET (Cl)} = 10 \times [6 - 2,04 - (0,695 \times \ln \text{Cl}) / \ln 2] \quad (7)$$

$$\text{Equação final: IET} = \frac{\text{IET(S)} + 2 [\text{IET(P)} + \text{IET(PO}_4) + \text{IET(Cl)}]}{7} \quad (8)$$

7

Onde:

S= transparência do Disco de Secchi (m); **PSR**= concentração de fósforo reativo solúvel na água (µg/l); **P**= concentração de fósforo total na água (µg/l) e **Cl** = concentração de clorofila "a" na água (µg/l); **ln**=logaritmo natural. Os valores limites pra interpretação dos níveis de eutrofização são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: (IET) de Carlson (1977) modificado por Toledo Jr et al. (1983).

ESTADO TRÓFICO	IET
Oligotrófico	<44
Mesotrófico	44<IET>54
Eutrófico	≥54

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O período de estudo, é caracterizado por ser de seca atípica, com ocorrência de precipitação abaixo da média histórica, na maioria dos meses (Figura 1). Em relação ao volume, o reservatório Argemiro de Figueiredo passou de 24,4% para 16,4% em relação à sua capacidade total de armazenamento, durante o estudo. A transparência do secchi foi baixa. Os valores não ultrapassaram 1 m, exceto no mês de março de 2015 cujo valor foi 1,57 m (Tabela 3). As concentrações de fósforo total durante o período de estudo foram elevadas (acima de 100 µg/l), exceto no mês de julho de 2015 (53,25 µg/l) (Tabela 3). As concentrações de clorofila *a*, tiveram valores mínimos de 21,57 µg/l em julho de 2015, e máximos, 135,73 µg/l em janeiro de 2015, com oscilações durante todo o período de estudo (Tabela 3). Os valores do fósforo reativo solúvel variaram de 39 µg/l em maio de 2015 a 127,25µg/l em março de 2015 (Tabela 3). Pela classificação proposta por Lamparelli (2004), o reservatório variou de condições mesotróficas ($52 < \text{IET} \leq 59$) a eutróficas ($59 < \text{IET} \leq 63$), sendo que maioria dos meses apresentou condições eutróficas (Figura 2). Pela metodologia

de Toledo Jr. et al. (1983), o reservatório apresentou condições eutróficas ($IET \geq 54$) durante todo o período de estudo (Figura 3).

Figura 1: Variação da precipitação mensal na região do reservatório Acauã, período de Outubro/2014 a Julho/2015.

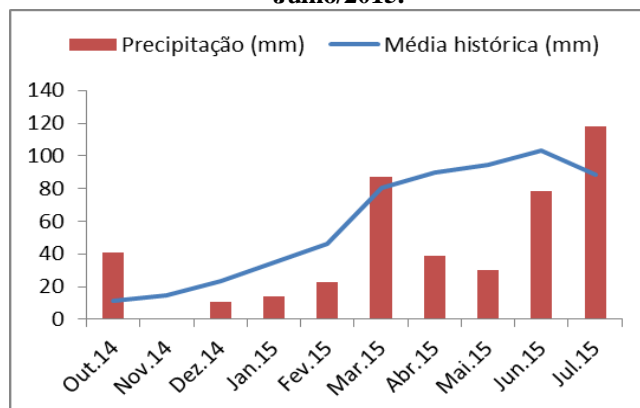


Tabela 3: Valores médios das variáveis analisadas, exceto o Secchi (m).

Variáveis	2014			2015						
	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho
Secchi (m)	0,59	0,70	0,53	0,80	0,78	1,57	0,67	0,10	0,10	0,77
Fósforo Total ($\mu\text{g/l}$)	118,88	112,00	155,13	179,38	199,38	153,75	138,88	168,25	164,50	53,25
Fósforo Reativo Solúvel ($\mu\text{g/l}$)	30,25	27,75	38,25	72,25	97,25	127,25	35,25	39	59	61,50
Clorofila-a ($\mu\text{g/l}$)	43,71	34,61	46,97	135,73	22,13	30,22	27,75	48,31	25,50	21,57

Figura 2: Variação do IETm de Carlson adaptado por Lamparelli (2004) durante o período de estudo.

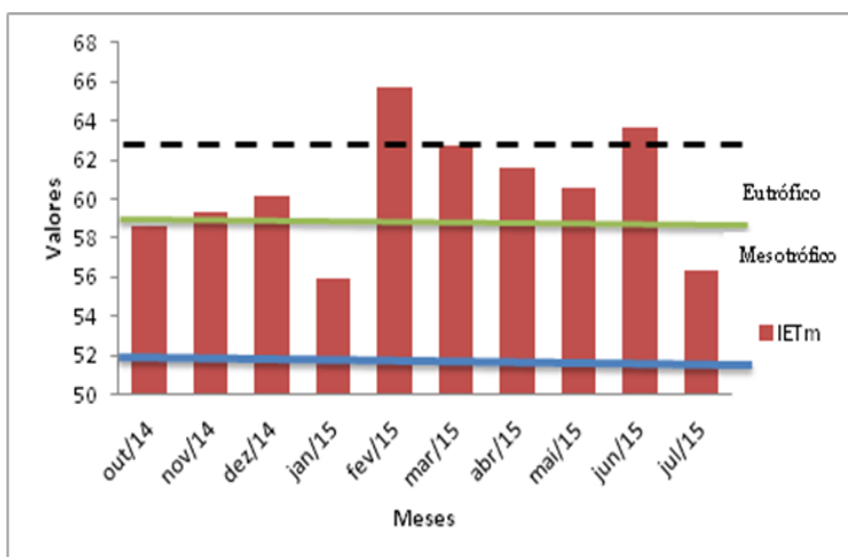
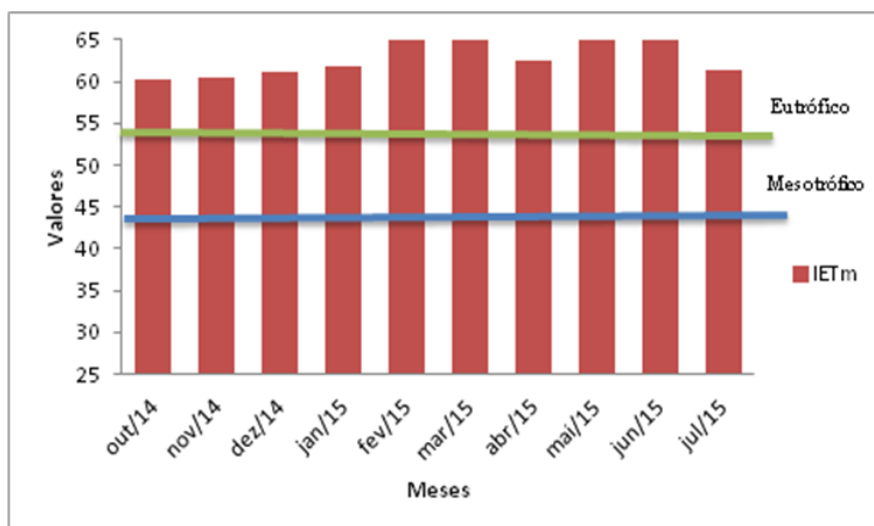


Figura 3: Variação do IETm de Carlson adaptado por Toledo Jr. et al (1983) durante o período de estudo.



O reservatório Acauã recebe rios afluentes poluídos, e está sob fortes impactos de diversas origens de sua bacia hidrográfica altamente antropizada pelas atividades agrícolas e de criação de gado. Nas águas do reservatório se desenvolvem ainda atividades de piscicultura intensiva, onde já houve registros de mortes massivas de peixes, em virtude da falta de oxigênio ao longo da profundidade das gaiolas ou tanques redes ou pelo excesso de cianobactérias que ocasionam obstrução das guelras desses animais.

As altas concentrações de fósforo total, fósforo reativo solúvel, clorofila-a e a baixa transparência do disco de Secchi do reservatório Acauã, são resultantes das atividades de piscicultura e agrícolas da sua bacia de drenagem e, sobretudo das cargas poluidoras de matéria orgânicas transportadas pelos rios afluentes como Rio Bodocongó.

Embora os índices aplicados, indiquem graus avançados de eutrofização do reservatório, sua variabilidade entre as categorias indicadas, mostra sua fragilidade em indicar estados reais de eutrofização em ambientes aquáticos do Semiárido Brasileiro, uma vez que os sistemas aquáticos dessa região são dinâmicos, em virtude principalmente do regime hidrológico, secas intensas e fortes chuvas, que alteram características físicas, químicas e biológicas, influenciando a evolução trófica desses sistemas. Para tanto, recomenda-se que os índices sejam aplicados de forma secundarista ou integrados, uma vez que são metodologias desenvolvidas para ambientes aquáticos temperados adaptadas para ambientes aquáticos tropicais, que apresentam características limnológicas peculiares.

CONCLUSÕES

O reservatório apresentou águas com altas concentrações de nutrientes fosfatados, baixa transparência e clorofila-a que repercutiram nos elevados valores do IETs observados durante o estudo. As diferentes categorias tróficas indicadas pelos índices de estado trófico sinalizam sua fragilidade ao serem aplicados em ambientes aquáticos do semiárido. Métodos para a avaliação do estado trófico, como IET, devem se aplicados de forma secundarista ou integrada, por sua fragilidade em não indicar estados reais de eutrofização em ambientes aquáticos do Semiárido Brasileiro, uma vez que os sistemas aquáticos dessa região são dinâmicos, em virtude principalmente do regime hidrológico, que alteram características físicas, químicas e biológicas, influenciando na evolução trófica desses sistemas.

REFERÊNCIAS

- COSTA, I.A.S., CUNHA, S.R.S., PANOSSO, R., ARAÚJO, M.F.F., MELO, J.L., ESKINAZI-SANT'ANNA, E.M. Dinâmica de cianobactérias em reservatórios eutróficos do semi-árido do Rio Grande do Norte. *Oecologia Brasiliensis*, v. 13, n. 2, p. 382-401, 2009.
- FERRÃO-FILHO, A.S.; MOLICA, R.; AZEVEDO, S.M.F.O. Ecologia, Ecofisiologia e Toxicologia de Cianobactérias *Oecologia Brasiliensis*, v. 13, n. 2, p. 225-228, 2009.
- LAMPARELLI, M. C. *Grau de Trofia em Corpos D'Água do Estado de São Paulo: Avaliação dos Métodos de Monitoramento*. 2004, 238 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

NASELLI-FLORES, L.; BARONE, R. Water-level fluctuations in mediterranean reservoirs: setting a dewatering threshold as a management tool to improve water quality. *Hydrobiologia* , v. 548, p. 85-89, 2005.

STRAŠKRABA, M.; TUNDISI, J.G. *Gerenciamento da qualidade da água de represas*. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

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: *Anais do 12º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária*. p.1-34,1983.