



## Determinação do estado trófico de um reservatório urbano

Fernando Bezerra Lopes<sup>1</sup>, Ana Célia Maia Meireles<sup>2</sup>, Ana Gabriele Costa Sales<sup>3</sup>, Maria Monaliza de Sales<sup>4</sup>, Eunice Maia de Andrade<sup>5</sup>, Helena Becker<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, do Departamento de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, Ceará, Brasil. Bolsista da CAPES. e-mail: lopesfb@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Eng<sup>a</sup>. Agrônoma, D.Sc., Bolsista PNPd-CAPES, Departamento de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, Ceará, Brasil. e-mail: ameireles2003@yahoo.com.br

<sup>3</sup>Graduanda em Agronomia - UFC, Fortaleza, Ceará, Brasil. e-mail: gabrielesales@hotmail.com

<sup>4</sup>Graduanda em Irrigação e Drenagem - IFCE, Campus de Iguatu, Ceará, Brasil. Bolsistas do CNPq. e-mail: monnallysa2011@hotmail.com

<sup>5</sup>Eng<sup>a</sup>. Agrônoma, Ph.D., Prof<sup>a</sup> do Departamento de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, Ceará, Brasil. e-mail: eandrade@ufc.br

<sup>6</sup>Eng<sup>a</sup>. Química, D.Sc., Prof<sup>a</sup> do Departamento de Química Analítica e Físico-Química, UFC, Fortaleza, Ceará, Brasil. e-mail: becker@ufc.br

**Resumo:** O índice do estado trófico (IET) tem por finalidade classificar corpos d'água em diferentes graus de trofia, ou seja, avaliar a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito, relacionado ao crescimento excessivo das algas ou ao aumento de infestação de macrófitas aquáticas. Objetivou-se com esta pesquisa determinar o Índice do Estado Trófico – IET em um reservatório urbano, localizado no Campus do Pici, Fortaleza, Ceará. Foram coletadas 16 amostras de água ao longo do reservatório Santo Anastácio e os parâmetros determinados foram as concentrações de clorofila-a e transparência do disco de secchi. Foram calculados os IET de Calson, IET de Calson modificado por Toledo e o modificado por Lamparelli. A transparência do disco de Secchi apresentou valor máximo de 0,33 m e mínimo de 0,23 m. O açude apresenta alta concentração de Clorofila-a. De acordo com o índice do estado trófico usando (índice de Calson) todos os pontos são classificados como hipereutrófico. Já pela metodologia modificada por Toledo apenas os pontos 3, 6, 12, 13, 14 e 15 são classificados como hipereutrófico e os demais pontos foram classificados como eutrófico. Aplicando a metodologia modificada por Lamparelli apenas o ponto 1 é classificado como eutrófico e os demais pontos foram classificados como hipereutrófico. Tais resultados expressam o um avançado estado de eutrofização do açude.

**Palavras-chave:** clorofila-a, índice do estado trófico, qualidade da água, transparência do disco de secchi

### 1. INTRODUÇÃO

A água é a substância mais abundante no planeta, embora disponível em diferentes quantidades e em diferentes lugares. Possui papel fundamental no ambiente e na vida humana, e nada pode substituí-la, pois, sem ela, a vida não pode existir. Devido ao crescimento da população mundial, às altas taxas de consumo de água, ao modelo de desenvolvimento adotado e à contaminação dos recursos hídricos pela ação antrópica, a disponibilidade hídrica torna-se cada vez mais escassa (VEGA et al., 1998). As bacias hidrográficas urbanas, em geral, apresentam uma grande carga de poluição. Parte da poluição gerada em áreas urbanas tem origem no escoamento superficial sobre áreas impermeáveis, depósitos de lixo ou resíduos industriais e outros (ARAÚJO, 2003; BECKER et al., 2009).

A eutrofização é o crescimento excessivo das plantas aquáticas, tanto planctônicas quanto aderidas, a níveis tais que sejam considerados como causadores de interferências com os usos desejáveis do corpo d'água (THOMANN; MUELLER, 1987). O lançamento de grandes quantidades de nutrientes nos corpos de água, em especial nitrogênio e o fósforo, associado às boas condições de luminosidade, favorece o crescimento das algas e outras plantas aquáticas. A temperatura e a radiação solar podem intensificar a eutrofização.

O índice do estado trófico (IET) tem por finalidade classificar corpos d'água em diferentes graus de trofia, ou seja, avaliar a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito, relacionado ao crescimento excessivo das algas ou ao aumento de infestação de macrófitas aquáticas (CETESB, 2012).

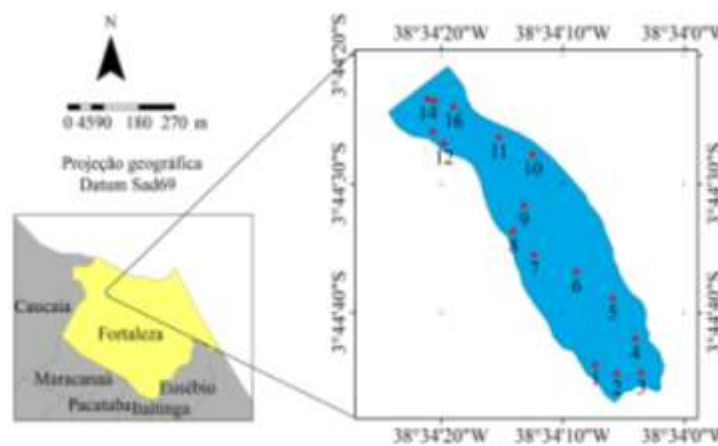


Várias pesquisas vêm sendo realizados para estudos da eutrofização empregado o índice de estado trófico desenvolvido por Carlson, com ou sem a adaptação, para classificar as águas de açudes localizados no Nordeste Brasileiro. Dentre estes trabalhos citam-se os seguintes: Andrade (2008), Barbosa et al. (2006), Duarte et al. (1998), Luna (2008), Paulino et al. (2012), Vilar (2009).

Portanto, objetivou-se com está pesquisa determinar o Índice do Estado Trófico – IET por diferentes metodologias em um reservatório urbano, tendo sido utilizado o açude Santo Anastácio como estudo de caso.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo é o açude Santo Anastácio, Ceará (Figura 1). A bacia hidráulica do referido reservatório é de, aproximadamente, 12,8 hectares e uma bacia hidrográfica com aproximadamente 143.400 m<sup>2</sup>, inserida na área urbana do município de Fortaleza. A barragem construída é de 182 metros de comprimento.



FONTE: Lopes et al. (2011)

Figura 1 - Localização dos pontos de coletas no açude Santo Anastácio, Ceará

O reservatório localizado, parcialmente, no Campus do Pici (margem esquerda da Figura 2), da Universidade Federal do Ceará (UFC), em Fortaleza, capital do Estado do Ceará, Brasil, possui coordenadas 03° 44' 37" Latitude S e 38° 34' 20" Longitude W. O seu entorno é constituído por distintos bairros, (Alagadiço, Amadeu Furtado, Pici, Cachoeirinha e Bela Vista), sendo 42% da área inundada de propriedade da UFC (Figura 2). O clima na região que compreende o açude é do tipo Aw', com precipitação média anual de 1.523 mm, evapotranspiração potencial anual de 1.747 mm.



FONTE: adaptado de Meireles et al. (2012)

Figura 2 - Açude Santo Anastácio, inserido na área urbana de Fortaleza, Ceará, Brasil



As amostras de água foram coletadas em 16 pontos (Figura 1), na superfície do reservatório, profundidade de 30 cm, para avaliação da Clorofila-a (Cl-a) e transparência de secchi (DS) em outubro de 2010. Essas amostras foram analisadas conforme Standard methods for the examination of water and waste-water -APHA (1998). O Índice de Estado Trófico (IET) proposto inicialmente por Carlson (1977), basea-se na biomassa fitoplanctônica encontrada no sistema em observação.

As equações empregadas para o cálculo do Índice do Estado Trófico, desenvolvido por Carlson (1977) para a transparência do disco de secchi e Clorofila-a (Cl-a), respectivamente, foram:

$$IET (SD) = 10 * \left( 6 - \frac{\ln DS}{\ln 2} \right) \quad \text{Eq. (1)}$$

$$IET (Cl-a) = 10 * \left( 6 - \frac{2,04 - 0,68 * \ln Cl-a}{\ln 2} \right) \quad \text{Eq. (2)}$$

Na Tabela 1 são apresentados os critérios de classificação do estado trófico segundo Carlson (1977).

Tabela 1 - Limites para diferentes níveis de estado trófico segundo o sistema de classificação proposto por Carlson (1977)

Nível Trófico	Clorofila – a ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	SD (m)	IET
<b>Ultraoligotrófico</b>	$\leq 0,51$	$\geq 7,8$	$< 20$
<b>Oligotrófico</b>	0,52 - 3,81	7,7 – 2,0	20 - 40
<b>Mesotrófico</b>	3,82 - 10,34	1,9 – 1,0	40 - 50
<b>Eutrófico</b>	10,35 - 76,06	0,9 – 0,3	50 - 60
<b>Hipereutrófico</b>	$> 76,06$	$< 0,3$	$> 60$

Posteriormente Toledo (1983), através de análise estatística por regressão, alterou as expressões originais, desenvolvidas por Carlson (1977), para adequá-las aos ambientes subtropicais. As equações empregadas para o cálculo do Índice do Estado Trófico, adaptado por Toledo, referentes a transparência do disco de secchi e às concentrações de clorofila-a (cl-a) podem ser observadas abaixo, nas equações 3 e 4, respectivamente.

$$IET (SD) = 10 * \left( 6 - \frac{0,64 + \ln DS}{\ln 2} \right) \quad \text{Eq. (3)}$$

$$IET (Cl-a) = 10 * \left( 6 - \frac{2,04 - 0,695 * \ln Cl-a}{\ln 2} \right) \quad \text{Eq. (4)}$$

Na Tabela 2 são apresentados os critérios de classificação do estado trófico segundo Toledo (1990).

Tabela 2 - Limites para diferentes níveis de estado trófico segundo o sistema de classificação proposto por Toledo (1990)

Nível Trófico	Clorofila – a ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	SD (m)	IET
<b>Ultraoligotrófico</b>	$\leq 0,51$	$\geq 7,8$	$IET \leq 24$
<b>Oligotrófico</b>	0,52 - 3,81	7,7 – 2,0	$24 < IET \leq 44$
<b>Mesotrófico</b>	3,82 - 10,34	1,9 – 1,0	$44 < IET \leq 54$
<b>Eutrófico</b>	10,35 - 76,06	0,9 – 0,3	$54 < IET \leq 74$
<b>Hipereutrófico</b>	$> 76,06$	$< 0,3$	$IET > 74$

FONTE: Lamparelli, 2004



Recente Lamparelli (2004) também fez uma adaptação nas equações para determinar o Índice do Estado Trófico para o Estado de São Paulo. De acordo com Lamparelli, a equação para as concentrações de clorofila-a (Cl-a) é a seguinte:

$$IET(Cl-a) = 10 * \left( 6 - \frac{0,92 - 0,34 * \ln Cl-a}{\ln 2} \right) \quad \text{Eq. (5)}$$

A expressão do índice utilizado para obter o IET médio pode ser visto na Equação 6.

$$IET = \frac{IET(SD) + IET(Cl-a)}{2} \quad \text{Eq. (6)}$$

Onde:

IET: Índice do Estado Trófico;

SD: transparência medida por meio de disco de Secchi, expressa em m;

Cl-a: concentração de clorofila-a medida à superfície da água, em  $\mu\text{g L}^{-1}$ ;

ln: logaritmo natural.

Na Tabela 3 são apresentados os critérios de classificação do estado trófico segundo Lamparelli (2004).

Tabela 3 - Limites para diferentes níveis de estado trófico segundo o sistema de classificação proposto por Lamparelli (2004) em reservatórios

Nível Trófico	Clorofila - a ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	SD (m)	IET
<b>Ultraoligotrófico</b>	$Cl-a \leq 1,17$	$\geq 2,4$	$IET \leq 47$
<b>Oligotrófico</b>	$1,17 < Cl-a \leq 3,24$	$2,4 > SD \geq 1,7$	$47 < IET \leq 52$
<b>Mesotrófico</b>	$3,24 < Cl-a \leq 11,03$	$1,7 > SD \geq 1,1$	$52 < IET \leq 59$
<b>Eutrófico</b>	$11,03 < Cl-a \leq 30,55$	$1,1 > SD \geq 0,8$	$59 < IET \leq 63$
<b>Supereutrófico</b>	$30,55 < Cl-a \leq 69,05$	$0,8 > SD \geq 0,6$	$63 < IET \leq 67$
<b>Hipereutrófico</b>	$Cl-a > 69,05$	$< 0,6$	$IET > 67$

No caso de não haver resultados para o fósforo total ou para a clorofila - a, o índice é calculado com o parametro disponível e considerado equivalente ao IET, devendo, apenas, constar uma uma observação junto ao resultados, informando que apenas um dos parâmetros foi utilizado (LAMPARELLI, 2004). Neste trabalho não foi considerado o fósforo total.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A transparência da água obtida por meio de disco de Secchi (m) no açude Santo Anastácio, Campus do Pici, Fortaleza, Ceará, pode ser vista na Figura 3. Os valores máximos foram de 0,33 m (para os pontos 4 e 10) e os mínimos foram de 0,23 m (para os pontos 3, 12 e 14). Segundo Herry et al. (1998), a variação da transparência ocorre principalmente devido a dois fatores: introdução de material alóctone, elevando a quantidade de material em suspensão na água e ressuspensão de sedimento de fundo, provocada pelo vento, principalmente nos períodos em que as cotas hídricas dos sistemas aquáticos estão baixas, modificando assim, sua transparência (BARBOSA et al., 2006). Este comportamento foi verificado no reservatório em estudo, quando no período da coleta, mês de outubro, não ocorre entradas de água de chuvas, apenas provenientes dos efluentes domésticos e industriais e a velocidade média do vento é de  $5,6 \text{ m s}^{-1}$  (SILVA et al., 2010) provocando grande revolvimento e mistura das água pelo vento. Assim, a transparência medida pelo disco de Secchi é função, essencialmente da reflexão da luz na superfície do corpo d'água sendo, por isso, influenciada





pela luz, pelos constituintes da matéria orgânica dissolvida na água e/ou em suspensão (WETZEL, 1993), e pelos material em suspensão inorgânico.

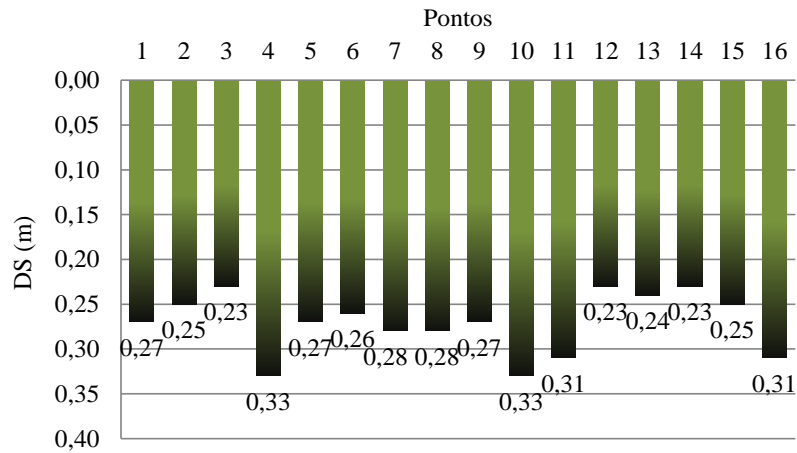


Figura 3 – Transparência por meio de disco de Secchi (DS) no açude Santo Anastácio, Campus do Pici, Fortaleza, Ceará

A clorofila-a é um pigmento de fundamental importância como indicador do índice de estado trófico de um corpo de água. Existem 4 tipos de clorofila: a, b, c, d. O tipo "a" é considerado o mais primitivo e está presente em todas as algas, desde cianobactérias até formas multicelulares filamentosas. Desse modo, sua medição permite, de forma indireta estimar a concentração desses organismos na água. Já que a concentração de clorofila-a é proporcional à concentração de células algais, e estas por sua vez, têm crescimento favorecido em ambientes mais ricos em fósforo, é possível usar a concentração de clorofila-a como um dos indicadores de estado trófico de águas superficiais (KELLY; WHITTON, 1994). A maior concentração encontrada foi de  $171,91 \mu\text{g L}^{-1}$  para o ponto 14, e a menor concentração de clorofila-a encontrada foi de  $61,97 \mu\text{g L}^{-1}$  para o ponto 1 (Figura 4). Verifica-se que todos os pontos amostrados para o Açude Santo Anastácio apresentaram concentrações de clorofila-a acima do padrão de qualidade para águas de Classe 2 - Resolução Conama nº 357/2005, valor limite de até  $30 \mu\text{g L}^{-1}$ .

De maneira geral, os maiores concentrações de clorofila-a foram verificado na parte alta da bacia do reservatório. Isso pode ser devido ao fato de mais de 50% da área da bacia ser ocupada por conjuntos habitacionais, aproximadamente 100 habitantes por hectares, muito dos quais sem qualquer infra-estrutura, recebendo grande quantidade de esgoto e lixo, ricos em nutrientes (ARAUJO, 2003).

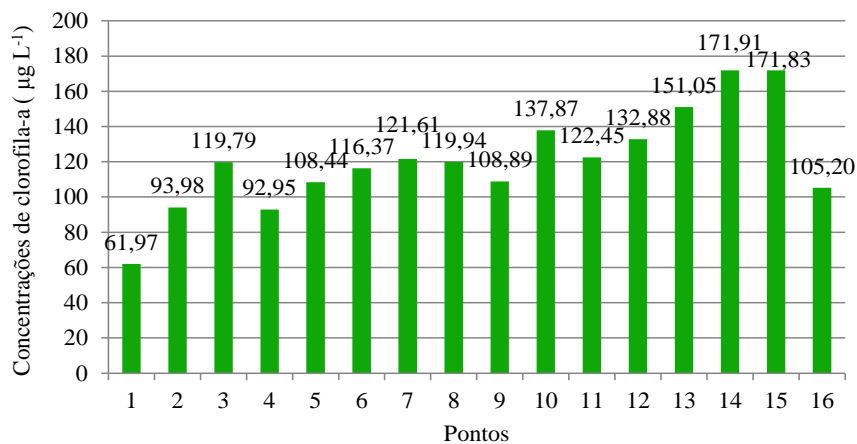


Figura 4 – Concentrações de clorofila-a (em  $\mu\text{g L}^{-1}$ ) no açude Santo Anastácio, Campus do Pici, Fortaleza, Ceará



Na Tabela 4, são apresentados os resultados do índice do estado trófico com as metodologias proposta por Carlson (1977), modificada por Toledo (1990) e modificada por Lamparelli (2004). Verifica-se que o IET calculado pela metodologia de Carlson (1977) para todos os 16 pontos amostrados no açude Santo Anastácio são classificados como hipereutrófico. Usando a metodologia modificada por Toledo (1990) apenas os pontos 3, 6, 12, 13, 14 e 15 são classificados como hipereutrófico e para os demais pontos são classificados como eutrófico. Aplicando a metodologia modificada por Lamparelli (2004) apenas o ponto 1 é classificado como eutrófico e os demais pontos são classificados como hipereutrófico.

Tabela 4 – Classificação do açude Santo Anastácio através dos índices do estado trófico de Carlson (1977), modificada por Toledo (1990) e modificada por Lamparelli (2004)

Pontos	DS (m)	Cl-a ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	Carlson (1977)			Toledo (1990)			Lamparelli (2004)	
			IET Cl-a	IET - DS	IET médio *	IET Cl-a	IET - DS	IET médio*	IET Cl-a	IET**
1	0,27	61,97	71,05	78,89	74,97	71,95	69,66	70,80	66,97	66,97
2	0,25	93,98	75,14	80,00	77,57	76,12	70,77	73,44	69,01	69,01
3	0,23	119,79	77,52	81,20	79,36	78,55	71,97	75,26	70,20	70,20
4	0,33	92,95	75,03	75,99	75,51	76,01	66,76	71,39	68,96	68,96
5	0,27	108,44	76,54	78,89	77,72	77,56	69,66	73,61	69,71	69,71
6	0,26	116,37	77,23	79,43	78,33	78,26	70,20	74,23	70,06	70,06
7	0,28	121,61	77,67	78,37	78,02	78,71	69,13	73,92	70,28	70,28
8	0,28	119,94	77,53	78,37	77,95	78,57	69,13	73,85	70,21	70,21
9	0,27	108,89	76,58	78,89	77,74	77,60	69,66	73,63	69,73	69,73
10	0,33	137,87	78,90	75,99	77,45	79,96	66,76	73,36	70,89	70,89
11	0,31	122,45	77,73	76,90	77,32	78,77	67,66	73,22	70,31	70,31
12	0,23	132,88	78,54	81,20	79,87	79,59	71,97	75,78	70,71	70,71
13	0,24	151,05	79,79	80,59	80,19	80,88	71,36	76,12	71,34	71,34
14	0,23	171,91	81,06	81,20	81,13	82,18	71,97	77,07	71,97	71,97
15	0,25	171,83	81,06	80,00	80,53	82,17	70,77	76,47	71,97	71,97
16	0,31	105,20	76,24	76,90	76,57	77,25	67,66	72,46	69,56	69,56
<b>Ultraoligotrófico</b>		<b>Oligotrófico</b>		<b>Mesotrófico</b>		<b>Eutrófico</b>		<b>Supereutrófico</b>		<b>Hipereutrófico</b>

\*Considerando as concentrações de clorofila-a e transparência do disco de secchi; \*\* considerando apenas as concentrações de clorofila-a.

A utilização dos novos índices alterou a distribuição das classificações, demonstrando que o índice de Carlson modificado por Toledo (1990) foi o que apresentou maior número de pontos classificados como eutrófico, porém o índice de Carlson (1977) todos os pontos são classificados como hipereutrófico e o índice de Lamparelli (2004) teve apenas um ponto não classificado como hipereutrófico. Verifica-se que, o valor de índice do estado trófico modificado por Toledo (1990) é menor que o calculado por Carlson (1977) e que, também, na distribuição das classes do IET de Carlson (1977) os valores das classes são menores que do IET modificado por Toledo (1990), conforme observado nas tabelas 1 e 2, respectivamente. A classificação proposta por Lamparelli adiciona a classe supereutrófica (Tabela 3). A avaliação da classificação modificada por Lamparelli (2004) foi considerada apenas as concentrações de clorofila-a.

As suas principais consequências nos sistemas aquáticos eutróficos são: anoxia (ausência de oxigênio dissolvido), que causa a morte de peixes e de invertebrados e também resulta na liberação de gases tóxicos com odores desagradáveis; florescimento de algas e crescimento incontrolável de outras plantas aquáticas; produção de substâncias tóxicas por algumas espécies de cianofíceas; altas concentrações de matéria orgânica, as quais, se tratadas com cloro, podem criar compostos carcinogênicos; deterioração do valor recreativo de um lago ou de um reservatório devido à diminuição da transparência da água; acesso restrito à pesca e às atividades recreativas devido ao acúmulo de plantas aquáticas; menor número de espécies de plantas e animais (biodiversidade); alterações na composição de espécies; diminuição da produção de peixes causada por depleção de oxigênio na coluna d'água (TUNDISI et al., 2006).



## 6. CONCLUSÕES

A transparência do disco de Secchi apresentou os valores máximos de 0,33 m e mínimos de 0,23 m. O açude apresenta alta concentração de Clorofila-a. De acordo com as metodologias utilizadas na avaliação do estado trófico do reservatório Santo Anastácio, verifica-se que o reservatório está em estado avançado de eutrofização. Dentre os métodos determinados, Carlson (1977) foi mais rígido quanto ao grau de trofia, sendo todos os pontos classificados como hipereutrófico.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos professores: Helena Becker (Departamento de Química) e Raimundo Nonato Conceição (Engenharia de Pesca) da UFC pelo apoio nas análises e coleta dos dados. Ao CAPES, CNPq e INCT/SAL pelo apoio financeiro à pesquisa.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, R. S. **Dinâmica do fitoplâncton, qualidade de água e a percepção ambiental da comunidade de pescadores em açudes da bacia do rio Taperoá**. 2008. 150p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal do Paraíba, João Pessoa, 2008.

APHA. **Standard methods for the examination of water and waste-water**. 16. ed. Washington: A. P. H. A.; A. W. W. A. and W. P. C. F., 1985. 128 p.

ARAÚJO, J.C. Assoreamento em reservatórios do Semiárido: modelagem e validação. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.8, n.2, p.39-56, 2003.

BARBOSA, J. E. L.; ANDRADE, R. S.; LINS, R. P.; DINIZ, C. R. 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**, Suplemento Especial (1): p.81-89. 2006.

BECKER, H.; SOUSA, L. A. V.; FARIAS, D. B. A.; CORREIA, L. M. Distribuição de metais nos sedimentos do Açude Santo Anastácio-CE. In: 32ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Química (SBQ). 2009.

CARLSON, R. E. A trophic state index for lakes. **Limnol. Oceanogr.** v.22, n.2. p.361-369. 1977.

CETESB. COMPANHIA ESTADUAL DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO BÁSICO E DEFESA DO MEIO AMBIENTE. **IET – Índice do Estado Trófico**. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguas-interiores/documentos/indices/04.pdf>>. Acesso em: 18 jun. 2012.

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências**. Resolução 357, de 17 de março de 2005. Diário Oficial da União. 18 de março de 2005.

DUARTE, M. A. C.; CEBALLOS, O.; SUSANA, B.; ANNEMARIE, K.; MELO, H. N. M.; ARAÚJO, J. A. H. Índice do estado trófico de Carlson (IET) aplicado em corpos aquáticos lênticos do nordeste do Brasil. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL, 26., Lima, 1998. **Resumes...** Lima: Asociación Peruana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental - AIPS; AIDIS, 1998. p.1-5.

HENRY, R.; NUNES, M. A.; MITSUKA, P. M.; LIMA, N.; CASANOVA, S. M. C. Variação espacial e temporal da produtividade primária pelo fitoplâncton na represa de Jjurumirim (rio Paranapanema, SP). **Rev. Brasil. Biol.**, v.58, n.4, p.571-590. 1998.



KELLY, M. G.; WHITTON, B. A. **Detailed Methodology for Surveying Phototrophic organisms in streams and small rivers.** Survey Methodology for algae and Other Phototrophs in Small Rivers. NRA R&D Note 278: 117-116. 1994.

LAMPARELLI, M. C.. **Grau de trofia em corpos d'água do Estado de São Paulo: Avaliação dos métodos de monitoramento.** 2004. 207p. Tese (Doutorado em Ecologia). Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

LOPES, F. B.; MEIRELES, A. C. M.; ANDRADE, E. M.; CAITANO, R. F.; CHAVES, L. C. G. Avaliação da reflectância espectral da água do açude através de técnicas de espectroscopia de campo. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais...** Curitiba: INPE. 2011.

LUNA, B. J. C. **Características espaços-temporais do sistema do Açude Acauã-PB, e seu atual Índice de estado Trófico.** 2008. 118p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal do Paraíba, João Pessoa, 2008.

MEIRELES, A. C. M.; LOPES, F. B.; ANDRADE, E. M.; BARBOSA, C. C. F.; NOVO, E. M. L. M.; BECKER, H. Evaluation of Spectral Similarity of Water in Urban and Rural Reservoirs Using Cluster Analysis. In: 21st Watershed Technology Conference and Workshop Improving Water Quality and the Environment, **Anais...**Bari: 21st Watershed Technology Conference and Workshop Improving Water Quality and the Environment, 2012.

PAULINO, W. D.; OLIVEIRA, R. R. A.; AVELINO, F. F. **Metodologia para definição da eutrofização.** Disponível em: <<http://www.hidro.ce.gov.br/wp-content/uploads/2011/09/Boletim-eutrofiza%C3%A7%C3%A3o.pdf>>. Acesso em: 18 jun. 2012.

SILVA, A. B.; SILVA ARAGÃO, M. R.; CORREIA, M. F.; OLIVEIRA SILVA, P. K. Caracterização da variabilidade do vento no Aeroporto Internacional de Fortaleza, Ceará. Parte 1: análise da direção. In: XVI Congresso Brasileiro de Meteorologia. **Anais...**, Belém – PA: Sociedade Brasileira de Meteorologia (SBMET). 2010.

THOMANN, R. V.; MUELLER, J. A. **Principles of surface water quality modeling and control.** Harper Internacional Edition, 1987. 644 p.

TOLEDO Jr., A. P. **Informe preliminar sobre os estudos para a obtenção de um índice para avaliação do estado trófico de reservatórios de regiões quentes tropicais.** São Paulo: CETESB, 1990. 12p. (Relatório Interno Cetesb).

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; GALLI, C. S. **Eutrofização na América do Sul: causas, consequências e tecnologias para gerenciamento e controle - EUTROSUL - Rede Sul Americana de Eutrofização.** 1. ed. São Carlos - SP: DMD Propaganda, 2006. v. 1. 532 p.

VEGA, M. PARDO, R.; BARRADO, E; DEBAN, L. Assesment of seasonal and polluting effects on the quality of river water by exploratory data analysis. **Water Research**, v.32, n.12, p.3581-3592, 1998.

VILAR, M. S. A. **Condições ambientais e da qualidade da água no processo de eutrofização de açudes em cascata no semi-árido paraibano.** 2009. 104p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal do Paraíba, João Pessoa, 2009.

WETZEL, R.G. **Limnology.** New York, USA: Suanders, 1983. 324 p.