

IV-249 - AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO (IET) NO RIO JOANES, BAHIA

Diego Andrade Almeida⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental e Sanitarista pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) e Mestrando em Energias Renováveis pela mesma instituição. Professor do Ensino Médio Integrado ao curso de Técnico em Meio Ambiente.

Endereço⁽¹⁾: Rua 1056, 80 – Conjunto Ceará - Fortaleza - CE - CEP: 60533 - 030 - Brasil - Tel: (85) 98727-6651 - e-mail: diego_aalmeida@hotmail.com

RESUMO

Os reservatórios utilizados para abastecimento público apresentam, em sua maioria, crescente deterioração da qualidade de suas águas devido ao grande crescimento demográfico, que atrelado ao desenvolvimento das práticas impactantes tem causado diminuição no potencial hídrico, tornando-o cada vez maior a preocupação com a qualidade das águas. Este estudo foi realizado em um dos principais rios do Estado da Bahia, com o objetivo principal de analisar a dinâmica deste reservatório através da avaliação do comportamento ao longo do tempo, por meio das concentrações dos parâmetros fósforo total e clorofila “a” e a determinação do seu Índice de Estado Trófico (IET) aplicando a metodologia de Carlson (1977) modificado por Toledo Jr. et al., (1983) e de Lamparelli (2004), fazendo a comparação entre ambos. O monitoramento da qualidade da água ocorreu com frequência trimestral no período de janeiro de 2008 a dezembro de 2016, com pontos de coleta na sub-superfície distribuídos ao longo do Rio Joanes de forma a abranger todo o manancial. Diante dos resultados obtidos, para o parâmetro de fósforo total, dois pontos do Rio Joanes apresentaram valores médios acima do que é enquadrado pela Resolução CONAMA 357/05. A caracterização do Rio Joanes em relação ao IET médio de ambas as metodologias aplicadas, determinaram a predominância do estado ultraoligotrófico e mesotrófico. Os resultados demonstram há necessidade de projetos que visem a recuperação e o manejo da qualidade das águas deste rio, com a diminuição das entradas de fósforo total, o desenvolvimento de piscicultura de forma sustentável, sem prejuízo aos demais usos, com destaque para o abastecimento humano.

PALAVRAS-CHAVE: Clorofila “a”, Eutrofização, Fósforo Total, Recursos Hídricos.

INTRODUÇÃO

O Estado da Bahia está situado na região nordeste do país, existem distinções quanto aos índices de precipitações nas diferentes regiões, no litoral tem-se índices de chuvas mais elevados quando comparados ao sertão. É importante ressaltar que na Bahia, os meses de fevereiro e março estão inseridos no período chuvoso do Estado e, nesse trimestre é na faixa centro-sul e oeste em que se esperam chuvas entre a categoria normal a ligeiramente acima da média histórica. Dessa forma, os maiores volumes são esperados para as regiões Oeste, São Francisco, Sudoeste e Sul. Para as demais áreas do território baiano, as maiores probabilidades são de chuvas em torno da normalidade (INEMA, 2015).

A precipitação pluviométrica tem grande impacto, principalmente, nos ecossistemas aquáticos nordestinos, por se concentrar em poucos meses do ano (CEBALLOS et al., 1997). O mesmo possui 86,8% de sua área inserida na região do semiárido brasileiro, com risco de seca superior a 60%. Apresentando solos rasos e a associação petroectônica denominada de Complexo Gnáissico-Migmatítico, características essas que representam embasamento cristalino, e por sua vez, estão correlacionadas com baixa infiltração, pouca acumulação de água no subsolo e a dificuldade na formação de aquíferos. Estudos determinam que a precipitação pluviométrica média no litoral e na região de Ilhéus podem ultrapassar os 1.500 mm/ano, entretanto, a evaporação alcança valores superiores a 2.100 mm/ano. Que impede a preservação dos volumes de água armazenados na época de chuva em açudes e represas, além, de diminuir a disponibilidade de água e aumentar os períodos de estiagem (INMET, 2016).

A ideia de uma sociedade consumista e que visa somente o capital levou a uma prática de exploração dos recursos de forma exacerbada, sem pensar nas consequências que poderão ser acarretadas para o meio ambiente. Isso provocou uma maior demanda de água para vários fins. “O desenvolvimento acelerado do meio

urbano, industrial e agrícola, desencadeou disputas pela utilização da água, levando à necessidade da criação de sistemas reguladores e de políticas de gerenciamento, surgindo então uma nova definição: a de recursos hídricos” (FERREIRA, 1992, p. 69).

Conforme ZANINI (2009), água é necessário reduzir o fluxo de nutrientes para o rio, principalmente os provenientes da produção agrícola como o nitrogênio, o fósforo e também aqueles de áreas urbanas e industriais para manter boas condições ecológicas da água. A disponibilidade de fósforo é um dos fatores mais importantes na regulação da produtividade dos ecossistemas aquáticos, principalmente para a estimativa da produtividade primária. (LAMPARELLI, 2004).

Em rios, a dinâmica do fósforo também está relacionada ao armazenamento de fósforo nos sedimentos depositados no leito dos rios. Nos rios a dessorção do fósforo é facilitada pela ressuspensão dos sedimentos devido à turbulência da água (PRADA & OLIVEIRA, 2006).

Agrupar os corpos d’água em diferentes graus de trofia, avaliando o seu enriquecimento por nutrientes é a finalidade do Índice de Estado Trófico tem a finalidade (ZAGATTO, 1999). Esse índice estabelece níveis de trofia em relação à concentração de fósforo total, à clorofila a e ao disco de Secchi, possibilitando a classificação das águas em classes tróficas. Segundo LAMPARELLI (2004), dentre as variáveis estabelecidas para cálculo do (IET) o fósforo total é a mais importante, pois este nutriente é, na maioria das vezes, o fator limitante para a produção primária. O IET deve ser entendido como medida do potencial de eutrofização no que concerne aos resultados correspondentes ao fósforo total, funciona, portanto, como um registro das atividades antrópicas na bacia hidrográfica, além de oferecer subsídios para a formulação de planos de manejo e gestão de ecossistemas aquáticos, por meio de estratégias que visem a sustentabilidade dos recursos hídricos e que garantam os usos múltiplos da água, em médio e longo prazo (VON SPERLING, 1996).

Carlson (1977), estudando critérios indicadores de eutrofização, definiu um índice do estado trófico, que pela sua simplicidade e objetividade, se tornou um dos mais utilizados para a classificação de lagos, segundo seu grau de trofia. O Índice do Estado Trófico Modificado (IET) proposto por TOLEDO et al., (1983) alterou as expressões originais do índice de CARLSON (1977), o adaptando aos ambientes tropicais. Outra modificação expressiva se refere à inclusão de uma expressão para o ortofosfato solúvel no cálculo do Índice de Estado Trófico Médio - IETm, que se aplica bem às regiões semiáridas (DATSENKO, 1999). Segundo Duarte et al., (1998), o IET modificado absorve valores mais altos dos parâmetros, em particular fósforo total. Concluiu-se assim que a versão modificada do índice se mostra mais adequada para a determinação do estado trófico de lagos de climas tropicais (LUNA, 2008).

A última alteração do IET para ambientes subtropicais foi realizada por Lamparelli (2004), que propôs um novo Índice de Estado Trófico, composto pelos Índices do Estado Trófico para a transparência, fósforo e para a clorofila “a”, baseada em dados coletados em reservatórios do Estado de São Paulo, seguindo a metodologia de outros autores, aplicando novamente a análise de regressão linear com o objetivo de melhor avaliar o grau de trofia de ambientes lênticos, e quando comparado com o de Toledo, permite uma maior gama de classificação, pois, além de ambientes classificados como oligotróficos, mesotróficos, eutróficos e hipereutróficos, são registrados ambientes ultraoligotróficos, bem como da nova classe supereutrófica.

Segundo dados do INEMA (Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Bahia) de 2008 a 2016 foi avaliado o rio Joanes no estado da Bahia, no qual este apresentou características em alguns pontos de ultraoligotrófico e em outros foi considerado mesotrófico.

Dessa forma, o objetivo desse trabalho é analisar a dinâmica de trofia do rio Joanes, Bahia, através da apreciação do comportamento ao longo do tempo das concentrações dos parâmetros fósforo total e clorofila “a” para o período de 2008 a 2014 e determinar seu Índice de Estado Trófico Médio (IET M) através da metodologia de Lamparelli (2004) e aplicada por INEMA (2008).

MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo está localizada no rio Joanes, que nasce no município de São Francisco do Conde (Fazenda Campinas), localizado no recôncavo da Bahia, e desemboca na praia de Buraquinho, no município de Lauro de Freitas. Os municípios que compõem a bacia hidrográfica do rio Joanes são: Lauro de Freitas, Camaçari, Simões Filho, São Sebastião do Passé, São Francisco do Conde, Candeias, Salvador e Dias D'Ávila. Com a área de aproximadamente 755 Km², o rio Joanes limita-se com a bacia do rio Jacuípe, as bacias da área urbana de Salvador, e a sudeste o limite da bacia é definido pelo oceano Atlântico (INEMA, 2008). O rio Joanes faz parte de uma APA (Área de Preservação Ambiental) e abastece a região metropolitana de Salvador.

Os resultados apresentados no presente trabalho foram gerados durante as campanhas de monitoramento dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos do rio Joanes realizadas pela pelo Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Bahia (INEMA). As coletas foram realizadas no período de junho de 2008 a junho de 2016. A análise dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos foram realizados segundo os métodos propósitos no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2005).

O Índice de Estado Trófico mais utilizado tanto no âmbito institucional como acadêmico no Brasil, é o índice clássico introduzido por Carlson (1977) e modificado por Toledo et al., (1983), assim como o índice proposto por Lamparelli (2004), conforme equações abaixo:

$$\text{IET (CL)} = 10 \cdot (6 - ((-0,7 - 0,6 \cdot (\ln \text{PT}) / \ln 2)) - 20) \quad \text{equação (1)}$$

$$\text{IET (PT)} = 10 \cdot (6 - ((0,42 - 0,36 \cdot (\ln \text{PT}) / \ln 2)) - 20) \quad \text{equação (2)}$$

$$\text{IET (S)} = 10 \cdot (6 - (\ln \text{S}) / \ln 2) \quad \text{equação (3)}$$

$$\text{IET (M)} = [\text{IET S} + 2 \cdot (\text{IET PT} + \text{IET CL})] / 5 \quad \text{equação (4)}$$

Onde:

CL é a concentração de clorofila a medida à superfície da água, em µg.L-1;

PT é a concentração de fósforo total medida à superfície da água, em µg.L-1;

S: transparência, medida por meio de disco de Secchi, expressa em metros (m);

ln é o logaritmo natural.

Para o cálculo do Índice do Estado Trófico Médio (IET M) foi utilizado a metodologia proposta por Lamparelli, no entanto apenas duas variáveis foram aplicadas (equação 5), assim como no trabalho de INEMA (2008): clorofila “a” e fósforo total, uma vez que os valores de transparência, muitas vezes, não são representativos do estado de trofia, pois esta pode ser afetada pela elevada turbidez decorrente de material mineral em suspensão e não apenas pela densidade de organismos planctônicos.

$$\text{IET (M)} = (\text{IET CL} + \text{IET PT}) / 2 \quad \text{equação (5)}$$

Segundo CETESB (2007) e Lamparelli (2004) existem seis tipologias de trofia para corpos d'água, as quais são descritas na tabela 1.

Tabela 1: Classes de estado trófico e suas características

VALOR DE IET	CLASSE DE ESTADO TRÓFICO	CARACTERÍSTICAS
$IET \leq 47$	Ultraoligotrófico	Corpos d'água limpos, de produtividade muito baixa e concentrações insignificantes de nutrientes que não acarretam em prejuízos aos usos da água.
$47 < IET \leq 52$	Oligotrófico	Corpos d'água limpos, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre os usos da água, decorrentes da presença de nutrientes.
$52 < IET \leq 59$	Mesotrófico	Corpos d'água com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, na maioria dos casos.
$59 < IET \leq 63$	Eutrófico	Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, com redução da transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água decorrentes do aumento da concentração de nutrientes e interferências nos seus múltiplos usos.
$63 < IET \leq 67$	Supereutrófico	Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, de baixa transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem com frequência alterações indesejáveis na qualidade da água, como a ocorrência de episódios florações de algas, e interferências nos seus múltiplos usos.
$IET > 67$	Hipereutrófico	Corpos d'água afetados significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, com comprometimento acentuado nos seus usos, associado a episódios florações de algas ou mortandades de peixes, com consequências indesejáveis para seus múltiplos usos, inclusive sobre as atividades pecuárias nas regiões ribeirinhas.

A Figura 1 mostra a localização da rede de amostragem no rio Joanes.

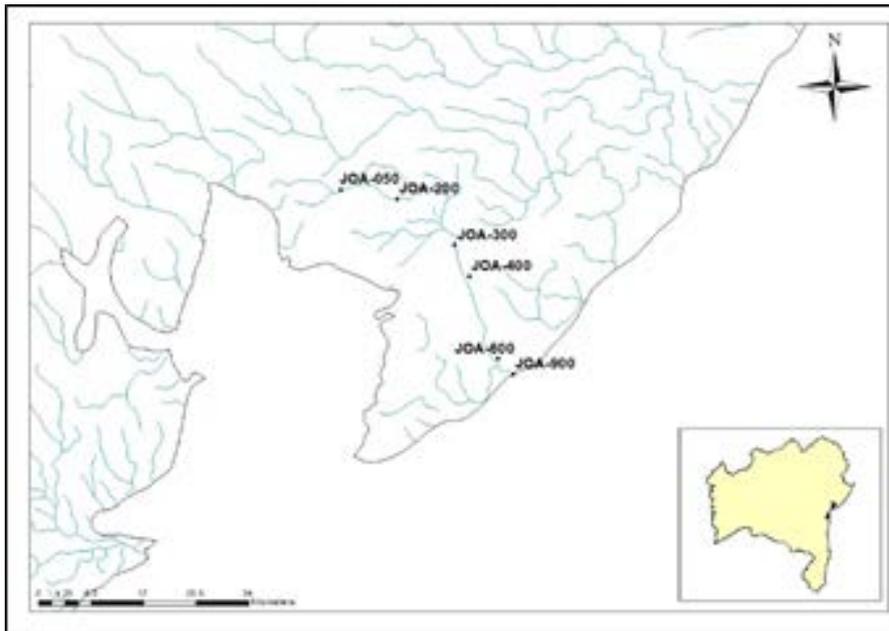


Figura 1: Pontos monitorados no rio Joanes.

RESULTADOS

Na Figura 2 estão apresentados os valores de fósforo total encontrado. Verifica-se que a concentração média de fósforo total nos pontos JOA- 600 e JOA- 900, durante o período amostral, foram superiores ao estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05, que o enquandra como ambiente lótico de classe 2, para os quais a concentração de fósforo total é deve ser menor ou igual a 0,1 mg/L. Esta distribuição com os valores medianos próximos, ou seja, pouca variação nos valores do PT revela um *input* constante de PT o ano inteiro.

Vale ressaltar que, a elevada concentração dessa forma de fósforo pode estar ligada à presença de ocupação urbana desordenada, lançamento de esgotos domésticos e industriais, processos erosivos e desmatamento e água com coloração escura conforme descrito por Sousa (2014).

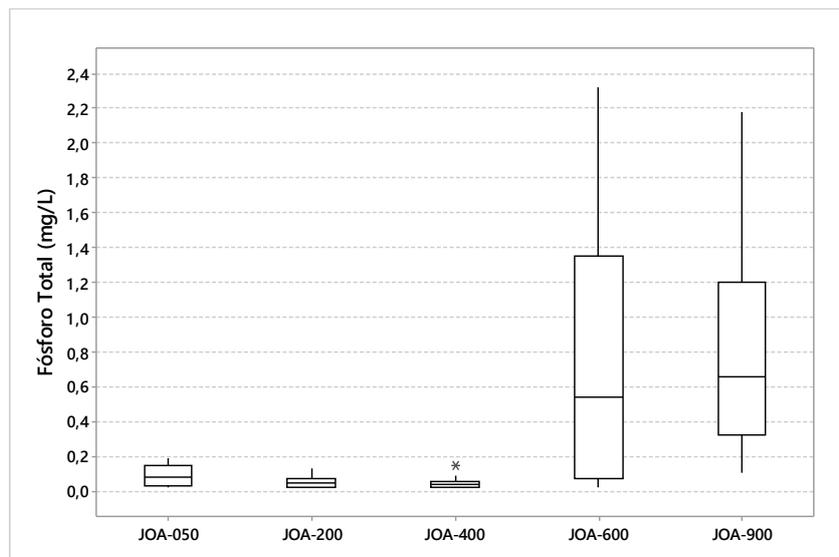


Figura 2: Concentrações de Fósforo Total (mg/L) nos pontos monitorados no rio Joanes.

A concentração de clorofila “a” é comumente utilizada em estudos limnológicos para estimar a biomassa fitoplanctônica de um corpo hídrico.

Na Figura 3 é apresentada a concentração média de clorofila “a” para os cinco pontos monitorados pelo INEMA no rio Joanes. Este parâmetro varia desde valores próximos de 0 a 100 µg/L, nos quais o maiores extremos são encontrados nos pontos JOA-600 e JOA-900.

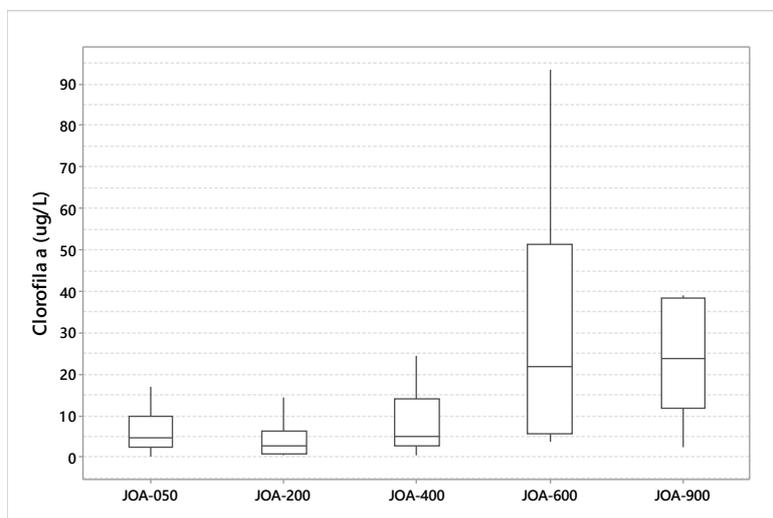


Figura 2: Concentrações de Clorofila a (µg/L) nos pontos monitorados no rio Joanes.

A trofia dos pontos monitorados é apresentada na tabela 2. É possível perceber que o IET Cl “a” é o agente de maior contribuição no estabelecimento do IET (m) para toda a rede de amostragem. O IET (PT) apresenta configuração mais estável, tendo uma disparidade crescente no ponto JOA – 900. Devido principalmente à alta relação entre o volume de água e a região marginal, em ambientes lóticos, além de maior velocidade das águas, quando comparados aos ambientes lênticos, são encontradas maiores concentrações de fósforo e menores concentrações de clorofila a (LAMPARELLI, 2004)

Tabela 2: Trofias específicas no rio Joanes

Ponto	IET	Valor	Classificação
JOA -050	IET (PT)	22	Ultraoligotrófico
	IET (Cl “a”)	59	
	IET (m)	40	
JOA- 200	IET (PT)	20	Ultraoligotrófico
	IET (Cl “a”)	56	
	IET (m)	38	
JOA - 400	IET (PT)	21	Ultraoligotrófico
	IET (Cl “a”)	60	
	IET (m)	39	
JOA - 600	IET (PT)	21	Mesotrófico
	IET (Cl “a”)	73	
	IET (m)	52	
JOA - 900	IET (PT)	33	Mesotrófico
	IET (Cl “a”)	72	
	IET (m)	53	

Como exemplo para caracterização trófica dos rios baianos, GOMES et al., (2010) analisando o rio Catolé Grande em Itapetinga-BA, concluíram que este apresentava classificação hipereutrófica segundo o índice de CARLSON (1977) modificado por TOLEDO Jr. et al. (1983). Utilizando a metodologia proposta por LAMPARELLI (2004), a classificação foi supereutrófica.

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

O rio Joanes apresentou valores de fósforo total superiores ao estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 nos pontos JOA – 600 e JOA – 900. Valores maiores de clorofila “a” também foram encontrados exclusivamente nestes pontos ao longo da rede de amostragem. Este fato corrobora com a ciência dos problemas ambientais de lançamento de esgotos domésticos e industriais e resíduos sólidos além da ocupação desordenada nos municípios de Camaçari e Lauro de Freitas. O crescimento ascendente destes parâmetros é notório a partir da jusante do ponto JOA – 400. É necessário maior fiscalização e monitoramento estratégico por parte do INEMA a partir da relação espacial encontrada com o aumento dos valores obtidos.

É encontrada eutrofização de baixa escala no rio, variando de um estado ultraoligotrófico a mesotrófico. O estudo estado trófico de sistemas aquáticos pode oferecer subsídios para a formulação de planos de manejo e gestão desses ecossistemas

É evidenciado o comportamento do Índice de Estado Trófico Médio pela contribuição majoritária do Índice de Estado Trófico de Clorofila “a”, uma vez que o fósforo total se manteve homogêneo a poucos valores. O emprego dessa variável nestes estudos se refere ao papel desse pigmento como um dos principais responsáveis pela fotossíntese, sendo, portanto, um valioso indicador do estado trófico de um ecossistema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American Public Health Association. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21^o ed. Washington, APHA/ WEF/ AWWA, 2005.
2. Brasil, Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. Normais Climatológicas do Brasil/1961-1990. Disponível em:<<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>>. Acesso em: Dezembro.2016.
3. CARLSON, R.E. A trophic state index for lakes. *Limnology and Oceanography*. Mach, v22(2):361-369. 1977.
4. CEBALLOS, B. S.; KÖNIG, A.; DINIZ, C. R.; WATANABE, T.; MISHINA, S. de V. Variabilidade da qualidade das águas de açudes nordestinos. In: 19^o Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Foz do Iguaçu. 1997.
5. CETESB . Relatório de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo: 2006. São Paulo: CETESB, 2007. (Série Relatórios)
6. CUNHA, D. G. F.; CALIJURI, M. C. Variação do estado trófico de um rio tropical em curto período de tempo. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA USP, XV, 2007, São Carlos. Anais eletrônicos do XV SIICUSP, 2007.
7. FERREIRA, S. T. Estudo da vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas na região de Ribeirão Preto – SP. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1992.
8. GOMES, D. P. P.; BARROS, F. M.; BARRETO, L. V.; ROSA, R. C. C.; TAGLIAFERRI, C. Avaliação do estado trófico para o rio Catolé-BA em diferentes épocas do ano. Centro Científico Conhecer - Enciclopédia Biosfera, Goiânia, vol.6, n.11, 2010.
9. INEMA. Metodologia e significado ambiental dos parâmetros. In: Programa Monitora. Bahia: Governo da Bahia, 2008.
10. LAMPARELLI, M. C. Grau de trofia em corpos d’água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento – São Paulo – Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências – USP. 238p. 2004.
11. SOUSA, G.B. Percepção ambiental do conselho gestor da APA Joanes-Ipitanga como contribuição para a gestão de mananciais de abastecimento da região metropolitana de Salvador. In: XII SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE. 2014. Natal. Anais. Natal: Associação Brasileira de Recursos Hídricos. 2014.

12. 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. Anais. Camboriú, Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária, p.1-34. 1983.
13. PRADA, S. M.; OLIVEIRA, E. de. Distribuição de nutrientes (C, N e P) em testemunhos de sedimentos do reservatório das Graças, Cotia – SP. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 29. São Paulo – SP. 2006.
14. VON SPERLING, M. Introdução a Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos. 2ª Ed. - Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 1996, 243p
15. Zagatto, P. A., Lorenzetti, M. L., Lamparelli, M. C., Salvador, M. E. P., Menegon, J. R., Bertolotti, E. Aperfeiçoamento de um índice de qualidade de águas. Acta Limnologia Brasiliensia. Vol 11 (2). 1999.
16. ZANINI, H. L. H. T. Caracterização limnológica e microbiológica do córrego rico que abastece Jaboticabal (SP). Jaboticabal, 75 f. 2009. Tese (doutorado em Microbiologia Agropecuária). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo.