

XV SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO COM BASE EM CLOROFILA-A E FÓSFORO TOTAL EM UMA ESTAÇÃO NO RIO TAPACURÁ EM VITÓRIA DE SANTO ANTÃO/PE

Jocimar Coutinho Rodrigues Junior¹; Daniela Maria Fernandes Tavares¹; Haylla Rebeka de Albuquerque Lins Leonardo¹; Anderson Luiz Ribeiro de Paiva²; Suzana Maria Gico Lima Montenegro²

RESUMO – Corpos hídricos vêm sendo cada vez mais afetados pelo aporte de nutrientes, tanto provenientes de esgoto doméstico quanto de utilização de fertilizantes em culturas agrícolas. Esses nutrientes ocasionam o fenômeno da eutrofização. Para então avaliar o nível de aporte de nutrientes foi criado por Carlson (1977), e atualizado por Toledo *et al.* (1999) e Lamparelli (2004), um Índice de Estado Trófico (IET), que com base em formulações, se objetiva classificar os corpos hídricos de acordo com os diferentes graus de trofia. A região de estudo corresponde a estação CB-62, no rio Tapacurá, localizada no município de Vitória de Santo Antão e inserida na bacia hidrográfica do rio Capibaribe. A metodologia aplicada nesse estudo constitui-se de um levantamento de dados de monitoramento de qualidade de água, para Clorofila-a e Fósforo Total, entre os anos de 2016 e 2018, bem como os dados de precipitação local. Sendo assim, a partir dos cálculos e obtenção dos resultados foi possível constatar um IET elevado em outubro de 2016 e fevereiro de 2017, coincidindo com períodos de estiagem, já os outros meses, apresentaram valores aceitáveis. Portanto, pode-se concluir que os resultados negativos têm relação direta com fontes pontuais de poluição.

ABSTRACT– Water bodies have been increasingly affected by the supply of nutrients, both from domestic sewage and from the use of fertilizers in agricultural crops. These occasional nutrients or eutrophication phenomenon. To then assess the level of nutrient input created by Carlson (1977), and updated by Toledo *et al.* (1999) and Lamparelli (2004), a Trophic State Index (IET), which based on formulations, aim to classify water bodies according to the different degrees of trophy. The study region corresponds to the CB-62 station, in Tapacurá River, located in the municipality of Vitória de Santo Antão and inserted in the hydrographic basin of the Capibaribe River. The methodology applied in this study is the collection of water quality monitoring data, for Chlorophyll-a and Total Phosphorus, between 2016 and 2018, as well as local location data. Therefore, from the calculations and the results of the results, it was possible to verify a high IET in October 2016 and February 2017, coinciding with the drought estimates, already in the other months, acceptable values. Therefore, it can be concluded that the results directly affect the relationship with point sources of pollution.

Palavras-chave – Qualidade de água, recursos hídricos, eutrofização.

1) Mestrando/Mestranda, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – PPGEC, Universidade Federal de Pernambuco - UFPE
Rua Acadêmico Hélio Ramos, S/N - Cidade Universitária, CEP 50740-530 - Recife – PE. jocimar_junior@hotmail.com; hayllarebeka.hr@gmail.com; tavaresfernandesdaniela@gmail.com

2) Professor Associado, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DECIV e PPGEC, UFPE. Rua Acadêmico Hélio Ramos, S/N - Cidade Universitária, CEP 50740-530 - Recife – PE. anderson.paiva@ufpe.br; suzanam@ufpe.br.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, principalmente na região Nordeste, corpos hídricos estão sendo constantemente afetados por ações antrópicas que modificam a qualidade da água. Sabendo disto, a principal ação antrópica é a contaminação através da liberação de esgotos domésticos sem tratamento, em corpos hídricos, que implica em degradação. Além disso, outro fator que pode acarretar no aumento do aporte, é o carreamento de fertilizantes utilizados, indiscriminadamente, em culturas agrícolas.

Em relação ao tratamento do esgotamento sanitário em Vitória de Santo Antão, o município não possui Plano de Saneamento Básico, bem como não possui informações sobre atendimento dos serviços de saneamento, no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. Deste modo, esses fatores intensificam significativamente o aporte de nutrientes em corpos d'água, favorecendo o aparecimento do fenômeno de eutrofização, que nada mais é que, o aumento das concentrações de nutrientes, especialmente o nitrogênio e o fósforo, em ecossistemas aquáticos. Tendo como resultado a diminuição do oxigênio dissolvido devido ao aumento do seu consumo através da decomposição da matéria orgânica, o aumento no número de algas e conseqüentemente a redução direta da qualidade da água (ESTEVEVES, 1988; VON SPERLIN, 2008).

Tendo em vista avaliar os níveis de condição de qualidade da água relacionados ao fenômeno de eutrofização, foi inicialmente proposto por Carlson (1977) um índice baseado em equações que utilizam variáveis limnológicas. Esse índice foi chamado de Índice de Estado Trófico (IET) e teve alterações feitas por Toledo Jr. *et al.* (1990), que introduziu as informações relativas a biomassa fitoplanctônica, adotando as variáveis Clorofila-a e Fósforo Total.

Sendo assim, o Índice de Estado Trófico (IET) tem como objetivo classificar corpos hídricos em diferentes graus de trofia (ultr oligotrófico, oligotrófico, mesotrófico, eutrófico e hipereutrófico), avaliando a qualidade da água em relação as concentrações de nutrientes e assim poder servir como instrumento para gestão e manejo de corpos hídricos (LAMPARELLI, 2004).

Desse modo, propõe-se avaliar as interações entre as atividades antrópicas e os recursos naturais em uma estação inserida no rio Tapacurá, localizado no município de Vitória de Santo Antão, como também avaliar o cumprimento dos limites estabelecidos para a classe de uso de água imposto pela Lei nº 9.433/1997. Assim, objetiva-se nesta pesquisa a obtenção do Índice de Estado Trófico (IET) para os anos de 2016 a 2018, avaliando as diferenças entre os períodos de estiagem e chuvoso.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A área de estudo abrange a região da bacia hidrográfica do rio Capibaribe, especificamente a Estação CB – 62, no rio Tapacurá, localizada no município de Vitória de Santo Antão. A bacia hidrográfica do rio Capibaribe (Figura 1) é composta por uma área de drenagem de 7.557,41 Km², abrangendo a área total ou parcialmente de 43 municípios, e 12 reservatórios entre eles o rio Tapacurá (CPRH, 2020).

Um dos municípios abrangido pela bacia hidrográfica é o município de Vitória de Santo Antão que se localiza nas coordenadas 8° 6' 50" de latitude sul, 35° 17' 29" de longitude oeste, composto por uma área de 371,8 Km². A Estação CB – 62, situa-se na ponte da PE-50, a jusante da cidade de Vitória de Santo Antão, localizado nas coordenadas no Sistema Universal Transverso de Mercator (UTM) 250.825 E e 9.103.994 N.

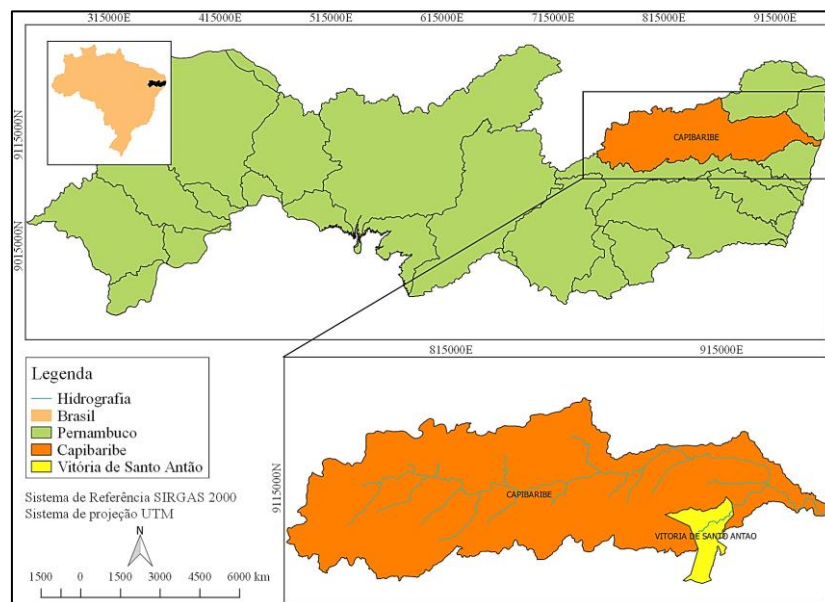


Figura 1 - Localização da bacia do rio Capibaribe.
Fonte: Os Autores.

2.2 Levantamento de dados

O estudo propõe-se análise da qualidade do rio Tapacurá, com a análise dos dados entre os anos de 2016 e 2018. Para o cálculo do IET utilizou-se os dados referentes a Estação CB-62, que foram obtidos a partir de estudos de monitoramento realizados pela Agência Estadual de Meio Ambiente (CPRH, 2020), que realizou o monitoramento dos dados necessários apenas entre 2016 e 2018. Assim, selecionou-se os dados relativos as variáveis limnológicas, que consistem em Clorofila-a e Fósforo Total.

Para a análise da precipitação no período de estudo utilizou-se os dados pluviométricos da área estudada, que estão contidos nos relatórios da CPRH, considerados para a estação de qualidade CB-62. Com isso, estes dados que são utilizados pelo referido órgão, correspondem aos dados de precipitação obtidos pela Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC, 2020), através do monitoramento realizado nos seguintes locais: Estação de Pluviometria 267, na Barragem Tapacurá, em São Lourenço da Mata, para o ano de 2016 e, Estação de Pluviometria IPA 26, em Vitória de Santo Antão, para os anos de 2017 e 2018.

Nesse sentido, a partir dessas informações que estão contidas nos relatórios anuais da CPRH, de 2016 a 2018, foram selecionados os dados pluviométricos mensais totais referentes aos meses em que foram realizadas as análises de água, a fim de comparar os valores calculados de IET, com os índices pluviométricos para a área em estudo.

2.3 Cálculo do Índice de Estado Trófico (IET)

O Índice do Estado Trófico (IET) 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 e cianobactérias. Dos parâmetros que medem o Índice de Estado Trófico, há a clorofila-a e o fósforo total, que correspondem aos nutrientes que mais atingem os corpos d'água. Ainda há a transparência, relacionada a turbidez, utilizada em alguns casos, referindo-se a entrada de luz no ambiente aquático.

Das três variáveis citadas para o cálculo do Índice do Estado Trófico, foram aplicadas duas: clorofila-a e fósforo total, sendo as mais representativas. Uma vez que os valores de transparência muitas vezes não são representativos do estado de trofia (CETESB, 2016).

Para a estimativa do IET, considerou-se a metodologia proposta por Lamparelli (2004) para o estado de São Paulo, que considera as formulações para condições tropicais, como é o caso do rio Tapacurá. Assim, o cálculo do IET a partir dos valores de Fósforo Total, IET (PT), e Clorofila-a, IET (CL), foi efetuado conforme as Equações 1 a 3.

$$IET (CL) = 10 \left[6 - \left(\frac{-0,70 - 0,60 \times \ln CL}{\ln 2} \right) \right] - 20 \quad (1)$$

$$IET (PT) = 10 \left[6 - \left(\frac{0,42 - 0,36 \times \ln PT}{\ln 2} \right) \right] - 20 \quad (2)$$

$$IET = \frac{IET (CL) + IET (PT)}{2} \quad (3)$$

Neste caso, *CL* representa a concentração de Clorofila-a a medida à superfície da água, em ($\mu\text{g.L}^{-1}$), *PT* é a concentração de Fósforo Total medida à superfície da água, em ($\mu\text{g.L}^{-1}$), e *ln* é o logaritmo natural. O Quadro 1 apresenta a classificação dos cursos hídricos de acordo com os valores de IET na proposta realizada por Lamparelli (2004).

Quadro 1 - Classificação do Índice do Estado Trófico (IET).

Valor do IET	Classes	Características
$\text{IET} \leq 47$	Ultraoligotrófico	Refere-se a corpos d'água em situação não alterada, com produtividade muito baixa e com concentrações de nutrientes imperceptíveis. Assim, não há ocorrências de prejuízos aos usos da água.
$47 < \text{IET} \leq 52$	Oligotrófico	Refere-se a corpos d'água em situação de baixa alteração, com baixa produtividade, em que não ocorrem interferências significantes acerca dos usos da água. Assim, a presença de nutrientes não é relevante.
$52 < \text{IET} \leq 59$	Mesotrófico	Refere-se a corpos d'água em situação que merece certa atenção, com produtividade intermediária, onde há implicações medianas acerca da qualidade da água, sendo ainda em níveis aceitáveis, na maioria dos casos.
$59 < \text{IET} \leq 63$	Eutrófico	Refere-se a corpos d'água que possuem alta produtividade em relação às condições ambientais naturais. Assim, se encontram em estado reduzido da transparência, em razão da alta concentração de nutrientes. Em geral, isso ocorre devido as atividades antrópicas, que ocasionam alterações indesejáveis na qualidade da água e nos seus múltiplos usos.
$63 < \text{IET} \leq 67$	Supereutrófico	Refere-se a corpos d'água em situação relevante, com muito alta produtividade em relação às condições ambientais naturais. Assim, possuem baixa transparência, e altas concentrações de nutrientes. Em geral, a situação decorre em razão de atividades antrópicas, em que frequentemente há alterações indesejáveis na qualidade da água, podendo ocorrer períodos de florações de algas, que atingem diretamente os múltiplos usos.
$\text{IET} > 67$	Hipereutrófico	Refere-se a corpos d'água que estão diretamente impactos de forma significativa pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes. Assim, há um grande comprometimento acentuado nos usos múltiplos da água, onde frequentemente há períodos de florações de algas ou mortandades de peixes, que ocasionam resultados bastante indesejáveis para a qualidade do ambiente.

Fonte: Adaptado de Lamparelli (2004) e CETESB (2016).

Ressalta-se que de acordo com Plano Hidroambiental da Bacia do Rio Capibaribe (PERNAMBUCO, 2010), há uma proposta de enquadramento da referida bacia, em que a Estação CB-62, é enquadrada na Classe 2.

Deste modo, de acordo com a Resolução 357/2005 (BRASIL, 2005), as águas de Classe 2, são destinadas ao abastecimento público após passar por um tratamento convencional. Além de estarem atreladas com a proteção das comunidades aquáticas, com a recreação de contato primário, com a irrigação de hortaliças e frutíferas, além da criação natural e/ou intensiva de espécies destinadas à alimentação humana.

Portanto, no referido ponto em que se localiza a Estação CB-62, os objetivos da água englobam primordialmente o abastecimento de água, visto que logo após a referida estação, se localiza a barragem de Tapacurá, cujo sistema é responsável por abastecer 25% da Região Metropolitana do Recife.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação aos índices pluviométricos médios mensais, os mesmos são apresentados na Figura 2. De acordo com os estudos de precipitação na bacia do rio Capibaribe, os meses de março a agosto, correspondem ao período chuvoso e, os meses de setembro a fevereiro correspondem ao período de estiagem.

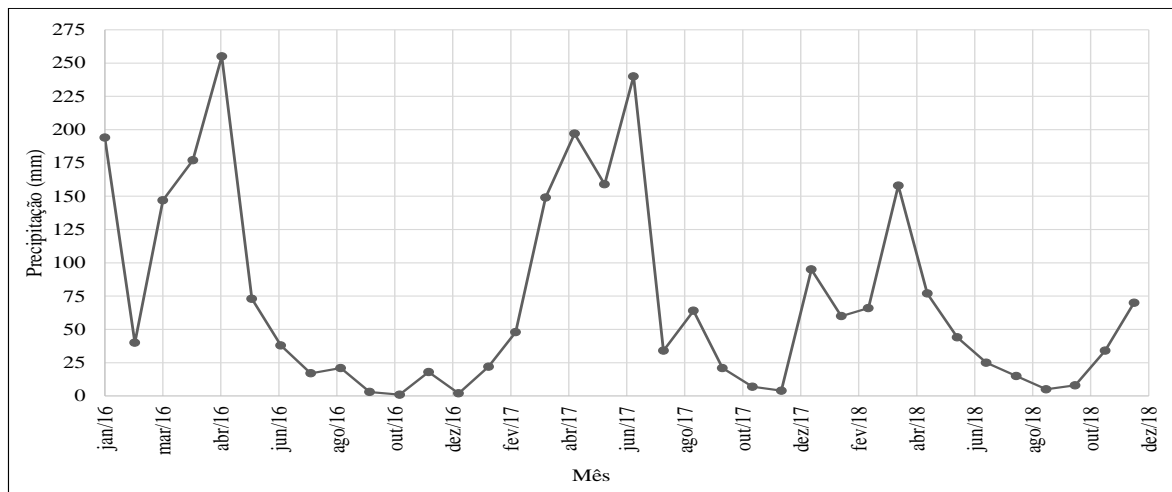


Figura 2 – Precipitação mensal (mm) do período de coleta e análise, considerada para a estação de qualidade da água CB-62 contida nos relatórios anuais. Fonte: APAC (2020).

No que tange os valores de IET (CL) e IET (PT), o Tabela 1 apresenta os valores calculados referentes ao período de análise. Em agosto de 2016 a concentração de Clorofila-a foi 0 e, em maio de 2017 não houve detecção. Com isso, nos referidos períodos, considerou-se o IET (CL) igual ao valor 0.

Além disso, o valor mais baixo de Clorofila-a obtido, com exceção de quando obteve-se zero e não foi detectável, ocorreu em agosto de 2017, sendo $3,81 \mu\text{g.L}^{-1}$, em um período chuvoso. O mais alto valor ocorreu em fevereiro de 2017, período de estiagem, onde obteve-se $247,30 \mu\text{g.L}^{-1}$.

Para o Fósforo Total, a concentração de menor valor foi obtida em junho de 2016, sendo $0,46 \text{ mg/L}^{-1}$, em um período chuvoso, já a concentração de maior valor, ocorreu em agosto de 2016, sendo $4,06 \text{ mg/L}^{-1}$, sendo também um período chuvoso.

Tabela 1 - Valores de IET (CL) e IET (PT) para o rio Tapacurá.

PERÍODO	CLOROFILA-A (ug/L)	FÓSFORO TOTAL (mg/L)	IET (CL)	IET (PT)
abr/2016	10,25	1,75	70,24	36,85
jun/2016	5,88	0,46	65,43	29,91
ago/2016	ZERO	4,06	0,00	41,22
out/2016	92,41	2,49	89,28	38,68
fev/2017	247,30	1,78	97,80	36,94
mai/2017	NÃO DETECTÁVEL	0,85	0,00	33,10
ago/2017	3,81	0,62	61,68	31,46
nov/2017	11,20	1,63	71,01	36,48
fev/2018	3,86	2,03	61,79	37,62
mai/2018	15,27	1,46	73,69	35,91
ago/2018	24,06	2,31	77,63	38,29

Fonte: Os Autores.

Logo, é perceptível que os valores mais altos para as concentrações, Clorofila-a, ocorreram entre outubro de 2016 e fevereiro de 2017, para o Fósforo Total ocorreram entre agosto e outubro de 2016. Nestes períodos as atividades antrópicas possivelmente estavam em situação mais intensa e, ocasionaram um lançamento mais excessivo de nutrientes no local. Assim, houve um aumento significativo na concentração dos referidos parâmetros.

A priori, a Clorofila-a consiste no principal pigmento referente a fotossíntese, indicando a resposta do corpo hídrico para as atividades antrópicas que ocasionam o acúmulo de nutrientes, onde pode-se referir ao nível de crescimento de algas nas águas.

De acordo com a Resolução CONAMA 357 (BRASIL, 2005), para corpos de d'água Classe 2, como é o caso do rio Tapacurá, o máximo de concentração para Clorofila-a corresponde a 30 ug/L, sendo que em dois períodos, este valor foi ultrapassado.

Nesta perspectiva, para o Fósforo Total, de acordo com a Resolução CONAMA 357 (BRASIL, 2005), o valor do limite máximo é de 0,1 mg/L. Neste caso, em todos os períodos analisados, o referido parâmetro está em desconformidade com a legislação.

Destarte, como o Fósforo Total, em excesso, indica-se a possibilidade relevante de proliferação desenfreada de algas, em razão deste fato ser responsável por limitar e esgotar o oxigênio para seres vivos essenciais, como os peixes e outros organismos marinhos.

O esgoto doméstico, lançado sem tratamento é a principal fonte de poluição por Fósforo Total, pois contém Fósforo na forma de Ortofosfatos e Fosfatos Inorgânicos Condensados, que são lançados na rede de esgoto a partir de desejos humanos. Este fato indica que a localidade apresenta

problemáticas englobando o tratamento de efluentes, visto as altas concentrações de Fósforo Total no ponto de análise.

Nesse sentido, a partir das concentrações de Clorofila-a e Fósforo Total, o Tabela 2 revela os valores de IET, com base nos valores de IET (CL) e IET (PT), bem como as suas respectivas classificações a partir dos valores obtidos. As linhas que se encontram em negrito, referem-se aos períodos de estiagem, onde ocorreram análises.

Tabela 2 - Valores de IET para o rio Tapacurá e suas classificações.

PERÍODO	IET	CLASSIFICAÇÃO
abr/2016	53,55	MESOTRÓFICO
jun/2016	47,67	OLIGOTRÓFICO
ago/2016	20,61	ULTRAOLIGOTRÓFICO
out/2016	63,98	SUPEREUTRÓFICO
fev/2017	67,37	HIPEREUTRÓFICO
mai/2017	16,55	ULTRAOLIGOTRÓFICO
ago/2017	46,57	ULTRAOLIGOTRÓFICO
nov/2017	53,74	MESOTRÓFICO
fev/2018	49,70	OLIGOTRÓFICO
mai/2018	54,80	MESOTRÓFICO
ago/2018	57,96	MESOTRÓFICO

Fonte: Os Autores.

Sob essas considerações, pode-se notar que nos piores casos, onde obteve-se estado supereutrófico e hipereutrófico, ocorreu em um período de estiagem. No restante, obteve-se resultados que apontam estado ultraoligotrófico, oligotrófico e mesotrófico, que mostram alterações, no máximo intermediárias.

Sendo assim, em 36,36% dos períodos analisados, a Estação CB-62 se encontrou em condição mesotrófica, em 27,27% em condição ultraoligotrófica e, em 18,18% em condição oligotrófica. No restante do tempo, em minoria, o resultado apontou condição hipereutrófica (9,09%) ou supereutrófica (9,09%).

Neste contexto, é perceptível que em mais de 80% do período analisado, a Estação CB-62 não apresenta grandes alterações significativas de trofia. Sendo que em menos de 20% das análises, apontaram estado supereutrófico ou hipereutrófico.

Um outro fato que deve ser ressaltado consiste nos valores de IET em relação a precipitação, não havendo uma uniformidade atestada entre ambos. Mesmo com o fato das condições de estado supereutrófico e hipereutrófico ocorrerem nos períodos de estiagem, também nestes períodos

ocorreram estados mesotróficos e oligotróficos. Sendo assim, são necessários estudos em maiores períodos de amostragem para apontar a influência da precipitação nos casos de eutrofização.

Em razão de períodos chuvosos ocorreram grande quantidade de transporte de cargas poluidoras por intermédio de fontes difusas, pode-se esperar um aumento dos valores de IET, por causa das concentrações de nutrientes, principalmente do Fósforo Total, advindo das atividades antrópicas, drenagem urbana ou práticas agrícolas.

No caso da Estação CB-62, pode-se perceber que a poluição advém possivelmente em maior quantidade das fontes pontuais, em razão de não haver até então grandes mudanças, que diferenciam de forma bastante significativa os valores de IET em períodos de estiagem ou de chuva.

Em levantamento realizado por Soares *et al.* (2009), durante o ano de 2008, já ocorriam certos problemas quanto a eutrofização de ambientes aquáticos em Pernambuco. Dos ambientes analisados, cerca de 46% das estações de captação de água apresentaram condições de eutrofia indesejáveis (eutrófico, supereutrófico e hipereutrófico) e, quanto aos cursos d'água, em torno de 69% também apresentaram estas condições inadequadas.

Assim, possivelmente o esgoto doméstico, industrial ou agropecuário, lançado pontualmente no rio Tapacurá e em outros corpos d'água de Pernambuco, pode ser o grande causador desta elevação da eutrofização do curso hídrico, independente da precipitação, visto que a elevação não ocorreu em período chuvoso. Para haver a confirmação desta possibilidade, conforme já foi indicado, é necessário ampliar os períodos de análises.

Ademais, como na grande parte do tempo em estudo, a Estação CB-62 apresentou estado de trofia ultraplígotrófico, oligotrófico ou mesotrófico, comprova-se que o gerenciamento da área está de certa maneira considerando adequadamente as condições de trofia do ambiente.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir deste estudo, pode-se constatar que a Estação CB-62 no rio Tapacurá apresenta Índices de Estado Trófico, que em suma, possuem variação de mesotrófico a ultraoligotrófico. Assim, é notável que possivelmente as atividades antrópicas não atingem em grande parte do tempo a localidade, o que não ocasiona significativas mudanças no estado trófico no ambiente aquático.

Deste modo, como foram obtidos resultados que apontam estado supertrófico e hipertrófico em alguns períodos, além das concentrações de Fósforo Total estarem em todos os períodos, acima dos limites permitidos pela legislação, se considera que é necessário certo controle ambiental. Em

decorrência da ação antrópica, no que tange o descarte de efluentes urbanos, industriais e agropecuários sem tratamento ou com tratamento inadequado, além de problemas relacionados aos despejos de resíduos sólidos, é imprescindível a devida consideração no que diz respeito a gestão esgotamento sanitário e dos resíduos urbanos, para manter a qualidade da localidade e dos seus recursos hídricos.

Portanto, em razão do rio Tapacurá ser essencial para atender os usos múltiplos dos municípios da Região Metropolitana do Recife, principalmente no que se refere ao abastecimento de água, as medidas de controle ambiental devem ter implementação efetiva, visando a manutenção em longo prazo de um estado trófico adequado para atender os referidos usos da água.

REFERÊNCIAS

- APAC - Agência Pernambucana de Águas e Clima. **Monitoramento Pluviométrico**. Disponível em: <<http://www.apac.pe.gov.br/meteorologia/monitoramento-pluvio.php>>. Acesso em: 28 mai. 2020.
- BRASIL. **RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília-DF, 17 mar. 2005.
- CARLSON, R.E. (1977) A trophic state index for lakes. *Limnology and Oceanography*, v. 22, n. 2, p. 361-369.
- CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental de São Paulo. **Publicações e relatórios**. 2016. Disponível em: <<http://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>>. Acesso em: 29 mai. 2020.
- CPRH - AGÊNCIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE. **Relatório de monitoramento da qualidade da água de bacias hidrográficas do estado de Pernambuco**. Governo do estado de Pernambuco, 2020.
- ESTEVES, F.A. **Fundamentos de Limnologia**. 2.ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 602p.
- LAMPARELLI, M. C. **Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento**. Tese (Doutorado) - Departamento de Ecologia, USP. Universidade de São Paulo, 235p. São Paulo: 2004.
- PERNAMBUCO. SECRETARIA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE - SECTMA. **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco**. Secretaria de Ciências, Tecnologia e Meio Ambiente. Recife – PE, V1 p74-82 e V2 p46-59. 1998.
- TOLEDO JR, A.P. **Informe preliminar sobre os estudos para obtenção de um índice para avaliação simplificada do estado trófico de reservatórios de regiões quentes tropicais**. Relatório técnico. CETESB, São Paulo. Outubro de 1990. 11p.
- VON SPERLING, E.; FERREIRA, A.C.S.; GOMES, L.N.L. **Comparative Eutrophication Development in Two Brazilian Water Supply Reservoirs with Respect to Nutrient Concentrations and Bacteria Growth**. *Desalination*, v. 226, n. 1-3, p. 169-174, 2008.
- SOARES, V.; AURELIANO, J.; MOSCOVO, J.; COSTA, M. R.; FIGUEIREDO, R. C. Mapa do estado trófico das águas superficiais de Pernambuco. *In: Anais do 25º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Anais[...]*. Recife, 2009.