

ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO PARA FÓSFORO TOTAL (IET_{PT}) APLICADO EM PONTOS NO CÓRREGO BOA ESPERANÇA – ES

INDEX OF STROPHIC STATE FOR TOTAL PHOSPHORUS (IETPT) APPLIED TO SPOTS AT BOA ESPERANÇA STREAM – ES

¹Allana Chaves de Oliveira.

²Rogério Danieletto Teixeira.

¹Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Nova Venécia. E-mail: allana_chaves5@hotmail.com *

²Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Nova Venécia. E-mail: danieletto@ifes.edu.br

*Autor de correspondência

Resumo: Devido ao crescimento demográfico elevado, a expansão das atividades humanas, a falta de planejamento no uso do solo e de infraestrutura básica, os recursos hídricos têm sido utilizados de maneira inadequada, afetando diretamente a sua disponibilidade, suas propriedades hídricas e a qualidade de vida da população. Portanto, a avaliação do Índice de Estado Trófico para Fósforo Total (IET_{PT}) ao longo do córrego Boa Esperança é de grande relevância para a saúde da comunidade e a preservação do meio ambiente. Assim, o objetivo deste trabalho foi classificar parte da extensão do corpo hídrico em diferentes graus de trofia baseado no cálculo do IET_{PT}. Para tanto, foram selecionados quatro pontos de amostragem e, as análises da água foram coletadas nos meses de maio, agosto e outubro de 2020. A partir disso, foram realizados o cálculo do IET_{PT} e a classificação do corpo hídrico em relação ao seu grau de trofia. Os resultados obtidos mostram a influência que o lançamento de efluentes *in natura* têm sobre o corpo d'água. Os valores das concentrações de Fósforo Total variaram de 0,036mg/L a 1,545mg/L. Apenas no Ponto 01 constatou-se valores abaixo dos níveis aceitáveis pela Resolução CONAMA nº 357/2005. Baseado no cálculo do IET_{PT}, o trecho estudado enquadra-se, respectivamente, nas categorias de Estado Trófico como corpo d'água Mesotrófico a Hipereutrófico. Conclui-se que os resultados encontrados ilustram a realidade vivida pela maioria dos corpos hídricos brasileiros quanto a ineficiência dos Sistemas de Saneamento Ambiental, apontando a necessidade do tratamento dos efluentes antes do lançamento no corpo d'água.

Palavras-chave: Índice de Estado Trófico; grau de trofia; corpo d'água; saneamento.

Abstract: Due to the high demographic growth, the expansion of human activities, the lack of planning in land use and basic infrastructure, water resources have been used inappropriately, directly affecting their availability, their water properties and the quality of life of the population. Therefore, the evaluation of the Trophic State Index for Total Phosphorus (IETPT) along the Boa Esperança stream is of great relevance to the health of the community and the preservation of the environment. Thus, the objective of this work was to classify part of the water body extension in different degrees of trophy based on the IETPT calculation. To this end, four sampling points were selected and water analyses were collected in the months of May, August and October 2020. From this, the IETPT calculation and the classification of the water body in relation to its degree of trophy were carried out. The results obtained show the influence that the release of effluents *in natura* has on the water body. The values of Total Phosphorus concentrations ranged from 0.036mg / L to 1.545mg / L. Only in Spot 01, values below the levels acceptable by CONAMA resolution number 357/2005 were found. Based on the calculation of the IETPT, the section studied falls, respectively, in the categories of Trophic State as Mesotrophic to Hypereutrophic water. It is concluded that the results found illustrate the reality experienced by the majority of Brazilian water bodies regarding the

inefficiency of Environmental Sanitation Systems, pointing out the need for the treatment of effluents before discharge into the water body.

Keywords: Trophic State Index; degree of trophy; water body; sanitation.

1 INTRODUÇÃO

A disponibilidade dos recursos hídricos, tanto em quantidade quanto em qualidade, representa um dos mais relevantes fatores limitantes ao desenvolvimento da sociedade. Inúmeros setores das atividades antropogênicas utilizam esses recursos como insumo básico para o desenvolvimento de práticas do seu dia a dia como, por exemplo, o abastecimento de água, as atividades agrícolas, a geração de energia elétrica e o uso industrial. Devido ao crescimento demográfico elevado, a expansão das atividades humanas, a falta de planejamento no uso do solo e de infraestrutura básica, os recursos hídricos têm sido utilizados de maneira inadequada, afetando diretamente a sua disponibilidade, suas propriedades hídricas, e, conseqüentemente, a qualidade de vida da população (FRANZ; CUNHA; GOBBI, 2007).

Nesse sentido, a eutrofização tem se tornado uma das maiores ameaças aos ecossistemas aquáticos e ao desenvolvimento da produção primária, sendo definida como o processo de enriquecimento de nutrientes e matéria orgânica em corpos hídricos. Para avaliação desse processo, são necessários estudos envolvendo a avaliação do estado trófico dos recursos hídricos (COTOVICZ JUNIOR *et al.*, 2012).

O estado trófico é uma característica relevante dos ecossistemas aquáticos, pois reflete a influência das ações antrópicas na qualidade da água e o funcionamento ecológico de rios, lagos e reservatórios. Dessa forma, o Índice de Estado Trófico (IET) funciona como um registro das ações humanas ao longo das Bacias Hidrográficas, contribuindo para a formulação de planos de manejo e gestão de ecossistemas aquáticos. Assim, o IET classifica o corpo hídrico em

diferentes graus de trofia, avaliando a qualidade da água em razão do enriquecimento de nutrientes, e seus efeitos relacionados ao desenvolvimento de cianobactérias, algas e macrófitas aquáticas (DE SOUZA SARDINHA *et al.*, 2019).

No município de Boa Esperança, situado no norte do Estado do Espírito Santo, o Córrego Boa Esperança recebe diariamente no seu corpo hídrico os efluentes domésticos gerados sem tratamento adequado, acarretando a perda da qualidade da água e afetando a sua disponibilidade. Assim, a avaliação do Índice de Estado Trófico para Fósforo Total (IET_{PT}) ao longo do córrego Boa Esperança é de grande relevância por ser uma área com poucos dados disponíveis, contribuindo assim para fornecer informações importantes para a gestão pública, estimulando o interesse para a construção de uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) no município de Boa Esperança/ES. Portanto, o presente trabalho teve como objetivo classificar parte da extensão do Córrego Boa Esperança/ES em diferentes graus de trofia utilizando o Índice de Estado Trófico (IET) a partir de valores de fósforo total.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS E ENQUADRAMENTO

A Bacia Hidrográfica do Rio Itaúnas dispõe de uma área de drenagem com cerca de 4.428km² de extensão, abrangendo três estados, sendo eles: Minas Gerais, Bahia e Espírito Santo. Entretanto, aproximadamente 90% da área da bacia está localizada no Estado do Espírito Santo, incluindo oito municípios, Mucurici, Montanha, Pedro Canário, Pinheiros, Ponto Belo, Conceição da Barra, São Mateus e

Boa Esperança (Plano de Recursos Hídricos e Enquadramento da Bacia Hidrográfica do Rio Itaúnas, 2018).

A referida bacia limita-se ao norte com a Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri, ao sul com a Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus e ao leste com o Oceano Atlântico (Plano de Recursos Hídricos e Enquadramento da Bacia Hidrográfica do Rio Itaúnas, 2018).

O principal corpo d'água desta bacia é o rio Itaúnas. Contudo, a Bacia Hidrográfica do Rio Itaúnas possui inúmeros afluentes, como os rios Preto do Norte, do Sul, Santana e São Domingos, os córregos Angelim, Barreado, Dezoito e Dourado e os ribeirões Suzano e Itauninhas (Plano de Recursos Hídricos e Enquadramento da Bacia Hidrográfica do Rio Itaúnas, 2018).

2.2 EUTROFIZAÇÃO

A Eutrofização é definida, como o aumento da concentração de nutrientes no corpo hídrico, sobretudo nitrogênio e fósforo, influenciando a produtividade e o funcionamento dos ecossistemas aquáticos. Pode ocorrer de forma natural ou de forma artificial. Naturalmente, acontece de maneira lenta e contínua, devido a contribuição de nutrientes carreados pela ação das chuvas e das águas superficiais e, artificialmente, acontece através da intervenção antrópica, onde os nutrientes podem ter diversas origens, como por exemplo, efluentes domésticos e industriais, práticas agrícolas, entre outras (ESTEVEZ; PEREIRA, 2011).

Lamparelli (2004) define a eutrofização como o processo de enriquecimento por nutrientes em um corpo hídrico, que ocorre de maneira natural ou induzida pelo homem. O processo de eutrofização pode ser classificado de acordo com a sua tipologia, em oligotrófico, mesotrófico e eutrófico.

Variando-se do processo natural de eutrofização, do qual a escala é geológica, o fenômeno de aceleração antrópica do processo de eutrofização pode ser visto em uma escala de tempo menor, como em décadas, onde os ecossistemas aquáticos tendem a passar de uma condição oligotrófica para a mesotrófica e, por fim, para a eutrófica, resultando no assoreamento dos rios e lagos e até mesmo no seu total desaparecimento. Este processo está, na maioria das vezes, relacionado ao aumento da contribuição de efluentes em corpos d'água (LAMPARELLI, 2004).

2.3 ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA), o Índice de Estado Trófico tem como objetivo classificar corpos hídricos em diferentes graus de trofia, ou seja, avaliar a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao desenvolvimento de algas ou ao crescimento excessivo de macrófitas aquáticas.

A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) afirma que no estudo do Índice de Estado Trófico, os resultados calculados a partir dos valores de fósforo, devem ser entendidos como uma medida do potencial de eutrofização, pois esse nutriente atua como o agente causador desse processo.

O Índice de Estado Trófico (IET) é parte integrante do Índice de Qualidade de Água para Proteção da Vida Aquática (IVA). Com isso, qualquer alteração no IET trará consequências na aplicação do IVA. O Índice de Qualidade de Água para Proteção da Vida Aquática (IVA) tem como finalidade avaliar a qualidade da água para fins de proteção da fauna e flora em geral e se difere, portanto, do Índice de Qualidade de Água (IQA) para consumo humano e recreação de contato primário (LAMPARELLI, 2004).

De acordo com Da Silva (2012), no Brasil os Índices de Estado Trófico mais

usados são os que foram propostos por Carlson (1977) e modificados por Toledo Jr. *et al.* (1983; 1984; 1990) e por Lamparelli (2004), sendo este último, desenvolvido para o estado de São Paulo.

2.4 FÓSFORO TOTAL

O Fósforo possui grande relevância nos sistemas biológicos e, há muito tempo, é discutida a sua contribuição como elemento determinante nos ambientes límnicos. Sua importância se deve ao fato de atuar em processos fundamentais do metabolismo dos seres vivos, visto que, é um dos constituintes de muitas proteínas essenciais nos processos de transferências de energia e de estruturação da membrana celular. Para os ecossistemas aquáticos, o fósforo é de extrema importância na viabilização e manutenção das comunidades. Assim, o fosfato pode atuar como fator limitante sobre os processos de produção primária, e como o principal responsável nos fenômenos artificiais de eutrofização (APRILE; BIANCHINI JR, 2003).

O fósforo se apresenta na água principalmente como ortofosfatos, polifosfatos e fósforo orgânico. Os ortofosfatos estão prontamente disponíveis para o metabolismo biológico, sem a necessidade de serem convertidos para formas mais simples. As principais fontes de ortofosfatos em corpos d'água são o solo, os fertilizantes agrícolas, os detergentes, os despejos industriais e os efluentes domésticos (FRANZ; CUNHA; GOBBI, 2007).

A RESOLUÇÃO CONAMA nº 357/2005 classifica as águas doces, salobras e salinas do Território Nacional em treze classes, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes. Nesse sentido, os padrões de qualidade das águas estabelecidos nesta resolução determinam limites individuais para cada substância em cada classe. No caso do Fósforo Total em águas doces para ambientes lóticos, a legislação brasileira estabelece como limite superior a concentração de 0,1 mg/L (Classe 1 e 2) e 0,15 mg/L (Classe 3).

3 METODOLOGIA

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado no Córrego Boa Esperança (Figura 1), situado no município de mesmo nome, no Estado do Espírito Santo.

O município de Boa Esperança (Figura 2) está localizado na região norte do Estado do Espírito Santo, com posição geográfica determinada pelo paralelo 18° 32' 24" S e pelo meridiano 40° 20' 30" O, e possui uma área de 428,61 km². Limita-se ao norte com o município de Pinheiros, ao sul com Nova Venécia, a Leste com São Mateus e a oeste com Ponto Belo. Fica cerca de 280 km de distância da capital do Estado do Espírito Santo, tanto pela rodovia ES130 via Nova Venécia, como pela BR-101 via São Mateus, todas totalmente asfaltadas (Instituto Capixaba De Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural – INCAPER, 2011).

Figura 1: Delimitação da Microbacia do Córrego Boa Esperança



Fonte: Elaboração própria, 2020.

Figura 2: Boa Esperança/ES



Fonte: Raphael Lorenzeto de Abreu, 2006.

De acordo com o Plano Municipal de Saneamento Básico (2018), o município de Boa Esperança/ES se localiza no encontro das bacias hidrográficas do Rio Itaúnas e do Rio São Mateus, sendo a maior parte da extensão municipal inserida na bacia do Rio Itaúnas, onde está localizado o Córrego Boa Esperança, afluente estudado neste artigo.

A área do Córrego Boa Esperança possui cerca de 3.251,23ha, onde aproximadamente 43% dessa área corresponde a atividade pecuária, 32% a agricultura, 17% vegetação nativa, 6% de área urbana e 2% de atividades em geral (OLIVEIRA, 2017).

3.2 AMOSTRAGEM

O delineamento da rede de amostragem foi realizado a partir de visitas em campo e consultas em bancos cartográficos, utilizando ferramentas como o Google Earth para simplificar a demarcação dos pontos. Nas visitas *in loco*, foram considerados os seguintes critérios: pontos de lançamentos de esgotos, ação de contribuintes e facilidade de acesso.

Segundo a metodologia utilizada pela CETESB (1988), as amostras foram coletadas superficialmente (± 30 cm) na calha do Córrego em 4 pontos (Quadro 1) durante os meses de maio, agosto e outubro de 2020. Em seguida, foram encaminhadas para a determinação do teor de fósforo total no Laboratório de Análise Agronômica, Ambiental e Preparo de Soluções Químicas (Fullin), localizado no município de Linhares – ES.

A distância entre a nascente do curso d'água principal do córrego Boa Esperança e o Ponto 01 onde foi realizado a coleta das amostras é de aproximadamente 4,41km, já do Ponto 01 ao Ponto 02 é de 0,25km, do Ponto 02 ao Ponto 03 é de 0,63km e do Ponto 03 ao Ponto 04 é de 5,45km, respectivamente. Essas distâncias foram medidas com o auxílio do Google Earth, a

partir das coordenadas geográficas destes pontos.

Quadro 1: Pontos de Coleta

Ponto	Descrição
P1	Córrego Boa Esperança antes do lançamento de efluentes
P2	Córrego Boa Esperança no ponto de lançamento de efluentes
P3	Córrego Boa Esperança após lançamento de efluentes
P4	Confluência do Córrego Boa Esperança com o Rio Itauninhas

Fonte: Elaboração própria, 2020.

3.3 ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO PARA FÓSFORO TOTAL – IET_{PT}

A fim de se fazer a avaliação da qualidade da água no que diz respeito ao seu grau de trofia, foi realizado o cálculo do Índice de Estado Trófico para Fósforo Total (IET_{PT}).

Conforme metodologia utilizada por De Souza Sardinha *et al.* (2019), os resultados correspondentes ao cálculo do Índice de Estado Trófico para Fósforo Total, devem ser entendidos como uma medida do potencial de eutrofização, já que este nutriente atua como agente causador desse fenômeno.

Segundo a Agência Nacional das Águas (ANA), para ambientes lóticos, o cálculo do Índice de Estado Trófico para Fósforo Total, modificado por Lamparelli (2004), é realizado a partir da fórmula da Equação 1.

$$IET_{PT} = 10 \times \left[6 - \left(\frac{0,42 - 0,36 \times \ln \times PT}{\ln \times 2} \right) \right] - 20 \quad (\text{Eq.1})$$

Onde:

PT: concentração de Fósforo Total, expresso em $\mu\text{g/L}$;

\ln = logaritmo natural.

A CETESB classifica os valores do Estado Trófico para ambientes lóticos

segundo o Índice de Carlson Modificado, conforme a Tabela 1.

Tabela 1: Classificação do estado trófico para ambientes lóticos, segundo índice de Carlson (1977)

Classificação do Estado Trófico – Ambientes Lóticos		
Categoria (Estado Trófico)	Ponderação	PT ($\mu\text{g/L}$)
Ultraoligotrófico	$\text{IET} \leq 47$	$P \leq 13$
Oligotrófico	$47 < \text{IET} \leq 52$	$13 < P \leq 35$
Mesotrófico	$52 < \text{IET} \leq 59$	$35 < P \leq 137$
Eutrófico	$59 < \text{IET} \leq 63$	$137 < P \leq 296$
Supereutrófico	$63 < \text{IET} \leq 67$	$296 < P \leq 640$
Hipereutrófico	$\text{IET} > 67$	$640 < P$

Fonte: Adaptado de CETESB (2013) pela autora, 2020.

A partir dessa classificação, a ANA define as categorias como:

➤ Ultraoligotrófico: corpo hídrico limpo, de produtividade mínima e concentrações insignificantes de nutrientes que não causam prejuízos aos usos da água;

➤ Oligotrófico: corpo hídrico limpo, de produtividade mínima, em que não acontece interferências indesejáveis sobre os usos da água, em razão da presença de nutrientes;

➤ Mesotrófico: corpo hídrico com produtividade média, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, onde, maioria dos casos, os níveis são aceitáveis;

➤ Eutrófico: corpo hídrico com produtividade elevada em relação às condições naturais e baixo nível de turbidez. Em geral, são afetados por ações antrópicas, que acarretam alterações indesejáveis na qualidade da água, em razão do aumento da concentração de nutrientes e interferência nos seus inúmeros usos;

➤ Supereutrófico: corpo hídrico com produtividade elevada em relação as condições naturais, e nível de

turbidez mediano. Em geral, são afetados por ações antrópicas, que acarretam frequentemente alterações indesejáveis na qualidade da água, causando crescimento de algas e interferência nos seus inúmeros usos;

➤ Hipereutrófico: corpo hídrico afetado consideravelmente pelas altas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, a partir do uso indevido, associado ao crescimento de algas e mortalidade da vida aquática.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Baseado nas análises de Fósforo Total realizadas nos meses de maio, agosto e outubro de 2020, nos quatro pontos de amostragem, os resultados variaram de 0,036mg/L a 1,545mg/L, conforme apresenta a Tabela 2. De acordo com o Plano de Recursos Hídricos e Enquadramento da Bacia Hidrográfica do Rio Itaúnas (2019), após as melhorias e intervenções propostas pelo mesmo considerando um horizonte de planejamento de 20 anos, o enquadramento sugerido para o corpo hídrico em estudo é Água Doce de Classe 3.

Segundo a Resolução CONAMA nº 357/ 2005, corpos d'água doce de Classe 3, são águas que podem ser destinadas para o abastecimento humano após tratamento convencional ou avançado, para pesca amadora, para recreação de contato secundário e ainda, para dessedentação animal.

Para tanto, nesta resolução, os valores de Fósforo Total aceitáveis são de: até 0,05mg/L em ambientes lênticos, 0,075mg/L em ambientes intermediários, onde o tempo de residência varia entre 2 e 40 dias, com afluentes diretos de ambientes lênticos e, 0,15mg/L em ambientes lóticos e tributários de ambientes intermediários.

Tabela 2: Valores de Fósforo Total

Pontos	Meses	Fósforo Total (mg/L)
PONTO 1	mai/2020	0,036 mg/L
	ago/2020	0,037 mg/L
	out/2020	0,071 mg/L
PONTO 2	mai/2020	0,511 mg/L
	ago/2020	1,451 mg/L
	out/2020	1,394 mg/L
PONTO 3	mai/2020	0,770 mg/L
	ago/2020	1,452 mg/L
	out/2020	1,216 mg/L
PONTO 4	mai/2020	0,362 mg/L
	ago/2020	1,545 mg/L
	out/2020	0,725 mg/L

Fonte: Elaboração própria, 2021.

Nas análises realizadas verificou-se que em apenas um ponto, Ponto 01, nos 3 meses de coleta, os valores encontrados de Fósforo Total estavam dentro do nível aceitável pela Resolução CONAMA nº

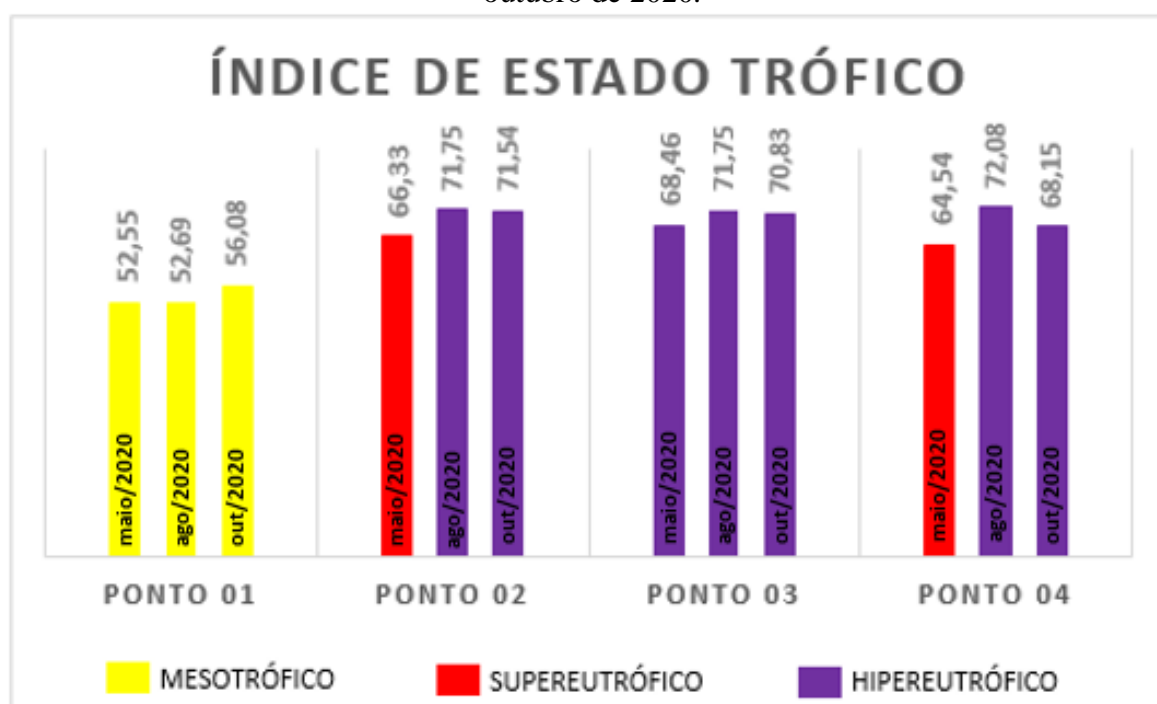
357/2005. No entanto, este ponto está localizado antes do lançamento de efluentes *in natura* no corpo d'água.

Esteves e Barbosa (1986), afirmam que o lançamento de efluentes *in natura* nos corpos hídricos acarreta o aumento de substâncias que, em geral, são encontradas em pequenos níveis de concentrações nos ecossistemas aquáticos.

A partir dos resultados das análises de Fósforo Total realizadas, foi efetuado o cálculo do Índice de Estado Trófico para Fósforo Total (IET_{PT}). Os valores encontrados podem ser observados na Figura 3.

Levando em conta os quatro pontos de coleta dentre o período de maio, agosto e outubro do ano de 2020, observa-se que os valores encontrados variaram de 52,55 a 72,08, enquadrando-se, respectivamente, nas categorias de Estado Trófico como corpo d'água Mesotrófico a Hipereutrófico.

Figura 3: Valores de IET_{PT} nos quatro pontos de coleta, durante o período de março, agosto e outubro de 2020.



Fonte: Elaboração própria, 2021.

A análise dos dados obtidos permite observar que, os menores valores de IET_{PT} estão a montante do ponto receptor de efluentes domésticos *in natura*. Dessa forma, o Ponto 01 é classificado como Mesotrófico, que de acordo com a ANA, são corpos d'água com produtividade média, onde possivelmente há implicações sobre a qualidade da água, porém, na maioria dos casos, os níveis são aceitáveis.

A variabilidade nos resultados das amostras no Ponto 01 podem, segundo Soares & Schröder (2015), estarem relacionadas com o início da primavera, que acarreta o aumento da temperatura da água, da disponibilidade de nutrientes e ainda permite uma maior penetração de luz na água.

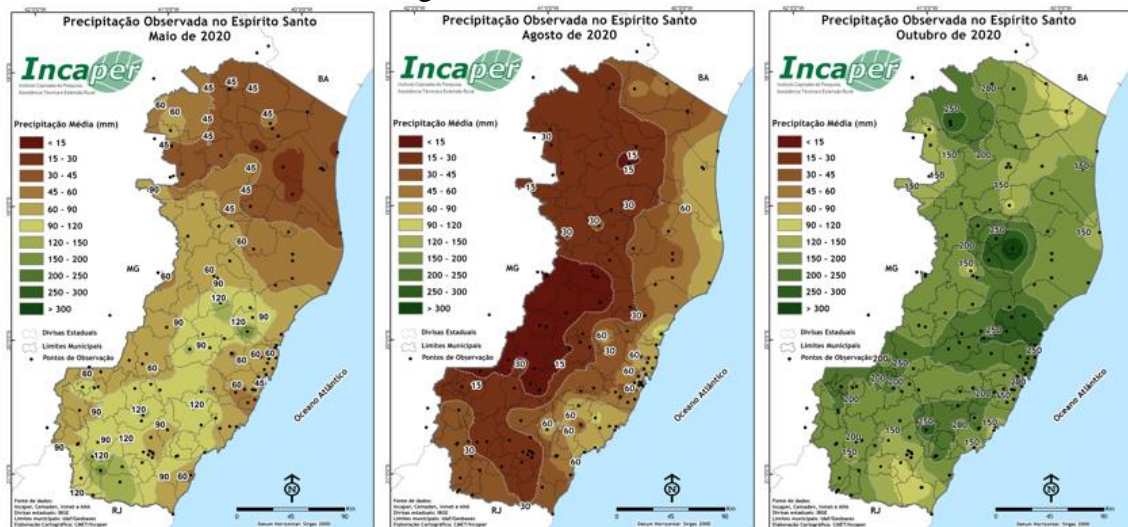
Nos Pontos 02 e 04, nas coletas realizadas no mês de maio de 2020, foi possível classificar o corpo hídrico como Supereutrófico, que segundo a ANA, são corpos d'água com produtividade elevada associada as condições naturais e nível de turbidez mediano. Geralmente, são influenciados por ações humanas, que causam, com grande frequência, alterações indesejáveis na qualidade da água, acarretando o desenvolvimento de algas e interferências nos seus diversos usos. Contudo, nas coletas efetuadas nos meses de

agosto e outubro do mesmo ano, nos dois pontos de amostragem, os resultados do cálculo do IET_{PT} permitiram classificar o corpo d'água como Hipereutrófico, definido pela ANA, como corpo hídrico influenciado de forma considerável pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, devido ao uso indevido, correlacionado ao crescimento de algas e mortalidade do ecossistema aquático.

Considerando o cálculo da média dos quatro pontos em estudo, o Ponto 03 foi considerado o mais crítico, uma vez que está localizado a jusante do ponto de lançamento de efluentes *in natura*, sendo classificado como corpo d'água Hipereutrófico.

Observou-se também um crescimento considerável dos níveis de Fósforo Total entre os meses de maio e agosto de 2020 nos quatro pontos de amostragem. Esse aumento pode ser entendido como consequência da diminuição de chuvas que ocorre na região nestes períodos do ano, conforme mostra a Figura 4. Barbieri, Rao e Franchito (2004) afirmam que a estação seca na Região Sudeste ocorre entre os meses de abril a setembro, e a estação chuvosa entre os meses de outubro a março, respectivamente.

Figura 4: Precipitação Observada no Estado do Espírito Santo nos meses de maio, agosto e outubro de 2020.



Fonte: Adaptado de INCAPER (2020) pela autora, 2021.

O aumento das concentrações de Fósforo Total nas águas durante o período de estiagem pode estar relacionado com a diminuição do volume e da profundidade dos corpos hídricos, favorecido pela ação dos ventos na ressuspensão dos sedimentos, como também o efeito da concentração do nutriente, consequência da evaporação da água nos períodos de seca (FREITAS; RIGHETTO; ATTAYDE, 2011).

No mês de outubro do mesmo ano, foi verificado uma pequena redução nos níveis de Fósforo Total, que se deu possivelmente devido ao ciclone subtropical que se expandiu na região durante o mesmo período em que foram realizadas as coletas (A GAZETA, 2020). Baseado na tese de Lamparelli (2004), é possível afirmar que em períodos chuvosos, os corpos d'água registrem vazões maiores e, conseqüentemente, maior capacidade de diluir os níveis de nutrientes, o que pôde ser constatado neste estudo.

De acordo com Barros (2008), os elevados níveis de nutrientes, especialmente nitrogênio e fósforo, são capazes de resultar no processo de eutrofização dos corpos d'água e ainda acarretar o desenvolvimento de algas e macrófitas aquáticas.

5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos em relação ao grau de trofia do córrego Boa Esperança, conclui-se que não foram encontradas diferenças consideráveis entre os pontos ao longo do trecho estudado. Contudo, foi possível observar a variabilidade dos resultados das amostras a partir das respectivas estações do ano em que houve a coleta.

Ainda, verificou-se a influência do lançamento de efluentes *in natura* no córrego Boa Esperança, levando em conta, que os níveis de Fósforo Total em conformidade com a Resolução CONAMA 357/2005 foram encontrados apenas nas amostras coletadas no ponto localizado a montante do impacto.

Baseado nas concentrações de Fósforo Total e no cálculo do IET_{PT}, o córrego Boa Esperança, nos pontos estudados, pôde ser classificado como Mesotrófico a Hipereutrófico, afirmando que o corpo hídrico possui implicações sobre a qualidade da água, afetando não só a disponibilidade hídrica como o bem-estar dos cidadãos.

A conclusão deste estudo ilustra a realidade vivida pela maioria dos corpos hídricos brasileiros quanto a ineficiência ou até mesmo a inexistência dos Sistemas de Saneamento Ambiental, apontando para necessidade do tratamento dos efluentes antes do seu lançamento no corpo d'água, propiciando uma melhor qualidade de vida a população.

Vale ressaltar, que esta avaliação levou em consideração apenas os níveis de Fósforo Total, sendo necessário estudos mais aprofundados para obter um diagnóstico completo do grau de trofia do córrego Boa Esperança.

AGRADECIMENTOS

Antes de tudo, agradeço a Deus por me dar sabedoria e renovar as minhas forças para que eu pudesse alcançar mais essa vitória, ainda, por me proteger na estrada durante o período em que as aulas estavam presenciais e por me dar saúde, durante esses tempos difíceis que temos enfrentado para que eu pudesse realizar mais esse sonho. Agradeço a minha família e ao meu noivo, por todo apoio e incentivo. Agradeço ao meu orientador, Rogério Danieletto Teixeira pela paciência, disposição e por todo conhecimento que fora compartilhado. Agradeço a esta Instituição, pela parceria e financiamento do estudo. Por mais essa conquista, agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para o meu sucesso! A todos o meu muito obrigado!

REFERÊNCIAS

A GAZETA. **Novo ciclone subtropical pode se formar e causar chuvas fortes no ES**. Disponível em: <

https://www.agazeta.com.br/clima/novo-ciclone-subtropical-pode-se-formar-e-causar-chuvas-fortes-no-es-1020?utm_medium=redacao&utm_source=instagram>. Acesso em: 27 jan. 2021.

ANA. **Portal da Qualidade das Águas – Índice do Estado Trófico**. Disponível em: <<http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-estado-trofico.aspx>>. Acesso em: 13 de abr. de 2020.

APRILE, F. M.; BIANCHINI JR, I. Adequação metodológica para determinação de fósforo total em macrófitas aquáticas e sedimentos. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 8, p. 57-64, 2003.

BARBIERI, P. R. B.; RAO, V. B.; FRANCHITO, S. H. Estudo do início e fim da estação chuvosa na Região Sudeste do Brasil. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA**. 2004.

BARROS, A.M de L. Aplicação do modelo Moneris à bacia hidrográfica do rio Ipojuca, Pernambuco. **Recife: UFPE**, v. 193, 2008.

BRASIL. **Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005**. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 26 jan. 2021.

CARLSON, R. E. A trophic state index for lakes 1. **Limnology and oceanography**, v. 22, n. 2, p. 361-369, 1977.

CETESB. **Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – Guia de coleta e preservação de amostras de água**. São Paulo: CETESB, 1988. 160 p.

CETESB. **Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – Índice do Estado Trófico**. Disponível em: <<https://www.cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2013/11/04.pdf>>. Acesso em: 13 de abr. de 2020.

COTOVICZ JUNIOR, L. C. *et al.* **Comparação de Modelos e Índices para Avaliação do Estado Trófico do Complexo Estuarino-Lagunar MundaúManguaba, (AL)**. Geoquímica Brasiliensis. Ouro Preto, 2012.

DA SILVA, E. F. **Condição trófica em rios do estado de Minas Gerais**. 2012. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa.

DE SOUZA SARDINHA, D. *et al.* Índice de estado trófico para fósforo total (IET-PT) aplicado em afluente da Represa Bortolan em Poços de Caldas (MG). **microaerados tratando esgoto sanitário• Desenvolvimento e validação de métodos espectrofotométricos para determinação de corantes azos em ensaios de adsorção em fase aquosa**, v. 67, 2019.

ESTEVES, F.A.; BARBOSA, F.A.R. **Eutrofização artificial: a doença dos lagos**. Ciência Hoje, Rio de Janeiro, v. 5, n. 27, p. 56-61, nov./dez. 1986.

ESTEVES, F.A.; PEREIRA, F.M. **Eutrofização Artificial**. In: Esteves, F.A. Fundamentos de Limnologia. 3ª Ed. Rio de Janeiro. Interciência, 2011, p. 625-655.

FRANZ, G. A. S.; CUNHA, C. L. N.; GOBBI, M. F. Eutrofização em um reservatório destinado ao abastecimento público: o caso do reservatório do Iraí-PR. **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS**, v. 17, p. 2007, 2007.

FREITAS, F. R. S.; RIGHETTO, A. M.; ATTAYDE, J. L. Cargas de fósforo total e material em suspensão em um reservatório do semi-árido brasileiro. **CEP**, v. 59072, p. 970, 2011.

INCAPER. **Precipitação Observada – 2020**. Disponível em: <<https://meteorologia.incaper.es.gov.br/mapa-s-de-chuva-acumulado-mensal-e-anual-2020#prettyPhoto>>. Acesso em: 12 de maio de 2021.

INCAPER. **Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural – Proater**. 2011. Disponível em: <https://incaper.es.gov.br/media/incaper/proater/municipios/Nordeste/Boa_Esperanca.pdf>. Acesso em: 14 de abr. de 2020.

LAMPARELLI, M.C. **Graus de trofia em corpos d'água do Estado de São Paulo: Avaliação dos métodos de monitoramento**. 2004. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MMA. **Ministério do Meio Ambiente – Resolução CONAMA 357/2005**. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 15 de abr. de 2020.

OLIVEIRA, A. C. **Anais do Encontro de Iniciação Científica – ENIC 2017**. UNEC. Caratinga/MG. Disponível em: <<http://facaead.unec.edu.br/wp-content/uploads/2020/01/Anais-ENIC-UNEC-2017.pdf>>. Acesso em: 14 de abr. de 2020.

PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS E ENQUADRAMENTO. **Relatório da Etapa A – Diagnóstico e Prognóstico – CBH Itaúnas**. Disponível em: <https://agerh.es.gov.br/Media/agerh/Documenta%20A7%20A3o%20CBHs/Ita%C3%BAnas/REA_DiagnosticoPrognostico_CBH%20Ita%C3%BAnas.pdf>. Acesso em: 14 de jan. de 2021.

PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS E ENQUADRAMENTO. **Relatório da Etapa B – Enquadramento – CBH Itaúnas**. Disponível em: <<https://agerh.es.gov.br/Media/agerh/Documenta%20A7%20A3o%20CBHs/Ita%C3%BAnas/Relat%C3%B3rio%20Etapa%20B%20-%20Enquadramento%20-%20CBH%20Ita%C3%BAnas.pdf>>. Acesso em: 13 de maio de 2021.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BOA ESPERANÇA/ES. **Diagnóstico Técnico Participativo – Produto C (Versão final) – Plano Municipal de Saneamento Básico**, 2018.

SOARES, G.; SCHRÖDER, N. T. Análise do estado trófico de uma bacia de acumulação em um complexo industrial. **Revista de Iniciação Científica da ULBRA**, v. 1, n. 13, 2015.

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

TOLEDO JR, A. P.; TALARICO, M.; CHINEZ, S. E.; AGUDO, E. G. A aplicação de modelos simplificados para a avaliação do processo da eutrofização em lagos e reservatórios tropicais. CETESB. In: **12º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Santa Catarina**. 1983.

TOLEDO JR. A.P.; AGUDO, E.G.; TALARICO, M.; CHINEZ, S. J. A. A aplicação de modelos simplificados para a avaliação do processo da eutrofização em lagos e reservatórios tropicais. In: **XIX Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária Ambiental (AIDIS)**. Santiago do Chile, p. 56, 1984.

WIKIPÉDIA. Map locator of Espírito Santo's Boa Esperança city. **Raphael Lorenzeto de Abreu**. 2006. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:EspiritoSanto_Municip_BoaEsperanca.svg#/media/Ficheiro:EspiritoSanto_Municip_BoaEsperanca.svg>. Acesso em: 22 de maio de 2020.