



IV-885 - ANÁLISE DO ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO EM MANANCIAL DE ABASTECIMENTO - GO

Ana Laura Arruda Vieira⁽¹⁾, Nora Katia Saavedra del Aguila Hoffman⁽²⁾

¹ Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Escola de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Goiás.

² Docente da Escola de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Goiás.

Endereço⁽¹⁾: Rua Pompéia, 190 - Jardim Europa - Goiânia - GO - CEP: 74313-040 - Brasil - Tel: (62) 98278-1094 - e-mail: anaarruda@discente.ufg.br

RESUMO

O córrego Capim Puba, cuja nascente está localizada na região norte de Goiânia (Goiás), é um importante manancial de abastecimento da cidade. Contudo, por estar localizado numa região muito urbanizada e sem projetos de preservação, ações humanas como a constante urbanização são responsáveis por grandes impactos ambientais, comprometendo a qualidade da água. Este trabalho analisou a qualidade da água do córrego Capim Puba por meio da coleta de amostras de água em dois pontos distintos durante o período de seca. Foram feitos análises de parâmetros físico-químicos tais como demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), fósforo total, nitrogênio total, ortofosfato, clorofila *a*, feofitina, condutividade elétrica e pH para analisar se a água está própria para o uso devido pela população ou se encontra em elevado nível de eutrofização.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade da Água, Parâmetros de Qualidade, Manancial de Abastecimento, Índice de Estado Trófico, Recursos Hídricos Urbanos, Goiás, Córrego Capim Puba.

INTRODUÇÃO

A água é o maior bem para o planeta Terra e dela deriva toda a vida existente. É um fluido inodoro e incolor em sua plena qualidade, e pode ser encontrada em quantidades variadas por toda a extensão do globo. Isso é perceptível desde o organismo mais simples, os seres unicelulares procariontes, até os mais complexos como animais, plantas e seres humanos, seres pluricelulares eucariontes, necessitam de água para a manutenção da vida, uma vez que a água está presente no metabolismo, nas reações químicas, nas forças intermoleculares, nos órgãos, tecidos, além, do papel fundamental da água na hidratação, já que cerca de 60% do peso corporal de seres humanos é composto por água, seja dentro ou fora das células (NOGUEIRA-DE-ALMEIDA, FILHO, 2018).

Uma vez que a água é um composto indispensável na vida dos seres vivos, faz-se necessário um acesso à água de qualidade, este fornecido pelos órgãos municipais e estaduais individualmente segundo sua legislação e pelo Governo Federal como um todo. Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), o acesso à água potável e ao saneamento básico é um direito humano essencial, fundamental e universal, indispensável à vida com dignidade e reconhecido como “condição para o gozo pleno da vida e dos demais direitos humanos” (Resolução 64/A/RES/64/292, de 28.07.2010).

Além disso, a Assembleia Geral das Nações Unidas estabeleceu em 2015 dezessete metas globais conhecidas como “Objetivos de Desenvolvimento Sustentável” (ODS) com o propósito de discutir e atingir os objetivos propostos. O sexto desses objetivos é “Água potável e Saneamento”, visto que, mesmo em meio à revolução tecnológica, modernidade e o aparente avanço da humanidade em relação a direitos, qualidade de vida e políticas públicas, o crescimento populacional exacerbado, a poluição a constante degradação do meio ambiente e dos recursos hídricos se agrava diariamente, fazendo com que a preocupação com o acesso à água e a qualidade dessa água para a população perdure e continue sendo uma luta diária (ONU, 2015).

No Brasil, o Art. 2º da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH, vide Decreto de 15 de Setembro de 2010) assegura e prevê alguns objetivos, tais como incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais e assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de



água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos. Por conseguinte, está, aparentemente, garantido que a população brasileira tenha acesso à água potável, ao saneamento básico que é um direito humano (PNRH, 2010).

Contudo, cabe ressaltar que mesmo tendo um respaldo dos órgãos governamentais, da legislação brasileira vigente e até mesmo de órgãos internacionais, isso ainda não é uma realidade em muitos municípios brasileiros, sendo ainda um desafio a ser cumprido. No Brasil, infelizmente, corpos hídricos de diversos municípios são acometidos por elevados graus de trofia, ou seja, o nível de enriquecimento por nutrientes na água (Lamparelli, 2004), principalmente nas proximidades ou em centros urbanos por serem áreas densamente povoadas, ou em bacias hidrográficas com uso e ocupação desordenadas, o que compromete a qualidade da água, e, por consequência, comprometendo o seu uso (TUNDISI, 2001).

Portanto, há uma preocupação quanto à qualidade da água em território brasileiro, principalmente na respectiva área de estudo desta análise, a cidade de Goiânia no estado de Goiás e seus mananciais de abastecimento, já que a alteração brusca e tão intensa do grau de trofia dos corpos hídricos é um risco para a saúde da população. Logo, através deste estudo, foi possível realizar a avaliação da qualidade da água dos pontos de coleta por meio das equações do Índice de Estado Trófico de Lamparelli, além de que foi determinado o grau de trofia da água do Córrego Capim Puba por meio de análises e resultados laboratoriais. Para determinar o grau de trofia e concluir se o corpo hídrico de abastecimento em questão possui algum tipo de contaminação e está eutrofizado, foi analisado quantitativa e qualitativamente, detectando os nutrientes e seus níveis para determinar se está eutrofizado (nitrogênio, fósforo, clorofila *a*, e outros) com intenção de seguir a Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de Maio de 2021 que estabelece um controle e vigilância do padrão de potabilidade.

OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho foi avaliar espacialmente e sazonalmente as características limnológicas do córrego Capim Puba, por meio da determinação do Índice do Estado Trófico de Lamparelli (IETL) com o intuito de determinar o grau de trofia desse ambiente aquático e assim verificar a sua influência na qualidade da água desse manancial.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

EUTROFIZAÇÃO

Na atualidade, a eutrofização é considerada um dos maiores problemas nos cursos hídricos e da qualidade da água no Brasil, uma vez que a falta de saneamento faz com que o esgoto bruto, doméstico e industrial, seja lançado sem tratamento primário ou secundário. O nitrogênio e o fósforo, nutrientes presentes na água são de grande importância à cadeia alimentar, entretanto, quando descarregados em altas quantidades em águas superficiais e associados às boas condições de luminosidade provocam o enriquecimento do meio, fenômeno este denominado eutrofização. Este fenômeno é responsável por alterar os padrões da água, causando odor, alterando a coloração e gosto, aumentar a turbidez e diminuir o O₂ dissolvido, aumentando a quantidade de águas e causando até mesmo a morte dos peixes locais (SMITH & SCHINDLER, 2009).

Um bom indicativo de eutrofização é a clorofila *a*. Por meio de equações matemáticas e média geométrica, os valores médios de clorofila *a* encontrados numa amostra podem ser utilizados para indicar o grau de eutrofização. Ecossistemas lênticos com grandes graus de eutrofização apresentam maiores números de clorofila *a*, DBO e nitrogênio (Lamparelli, 2004).

Esse processo artificial de eutrofização resulta em alterações na qualidade da água, como a diminuição do oxigênio dissolvido, a perda das características estéticas do ambiente que são apreciadas visualmente e usadas para atividades recreativas, a morte significativa de peixes e o aumento das ocorrências de proliferação de microalgas e cianobactérias. Isso tem impactos negativos na eficácia e nos custos associados ao tratamento da água quando essa água é usada como fonte para abastecimento público (FUNASA, 4ª ed. 2013).

Dentro desses nutrientes presentes na água, os principais e os mais estudados são o nitrogênio, fósforo, carbono e sílica, ademais, o pigmento clorofila *a*, utilizado para realizar a fotoquímica, primeiro passo do processo fotossintético.

As equações para o cálculo do IET(P), Índice de Estado Trófico aplicado ao Fósforo total, e IET(CL), aplicado à clorofila *a*, em ambientes lóticos são apresentadas a seguir:

$$IET(CL) = 10 \left\{ 6 - \left[\frac{-0,7 - 0,6 (\ln(CL))}{\ln 2} \right] \right\} - 20$$

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

Onde:

- CL = concentração de clorofila *a* medida à superfície da água [$\mu\text{g/L}$];
- PT = concentração de fósforo total medida à superfície da água [$\mu\text{g/L}$];
- ln = logaritmo natural/neperiano.

As equações para ambientes lênticos são apresentadas abaixo:

$$IET(CL) = 10 \left\{ 6 - \left[\frac{0,92 - 0,32 (\ln(CL))}{\ln 2} \right] \right\} - 20$$

$$IET(P) = 10 \left\{ 6 - \left[\frac{1,77 - 0,42 (\ln(CL))}{\ln 2} \right] \right\} - 20$$

Onde:

- CL = concentração de clorofila *a* medida à superfície da água [$\mu\text{g/L}$];
- PT = concentração de fósforo total medida à superfície da água [$\mu\text{g/L}$];
- ln = logaritmo natural/neperiano.

Os resultados apresentados de IET serão a média aritmética simples dos índices relativos ao fósforo total e à clorofila *a*, segundo a equação:

$$IET = \frac{IET(P) + IET(CL)}{2}$$

Ambientes lóticos são aqueles ambientes aquáticos que são caracterizados por fluxo entre uma nascente à uma foz (local em que um rio deságua), como rios, riachos e córregos. Já os ambientes lênticos são os ambientes aquáticos caracterizados por águas paradas, como represas, lagoas, reservatórios e pântanos (Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos do Estado de Santa Catarina, SIRHESC).

MATERIAL E MÉTODOS

1. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Córrego Capim Puba em Goiânia, Goiás (FIGURA 1).

2. PONTOS DE COLETA

Foram coletadas amostras de água em dois pontos no dia 25 de outubro de 2023, período de estiagem, com cerca de um quilômetro de distância entre eles. O ponto 1 a montante do ponto 2 (FIGURA 1).

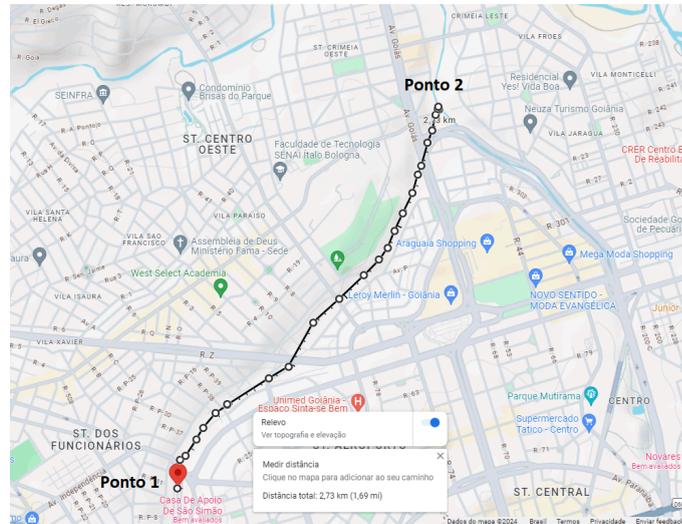


Figura 1: Distância entre os Ponto 1 e Ponto 2
Fonte: Google Maps (2024)

Ponto 01 - Viela Capim Puba, 49, Setor Aeroporto - Goiânia (GO), região Centro-Oeste do Brasil. Coordenadas geográficas: 16°40'17.1"S 49°16'33.7"W (FIGURA 1).

1. Localizado em meio a bairro residencial. Margens rente à casas familiares;
2. Chuva leve na véspera;



Figura 2: Ponto 1 de coleta
Fonte: Autores (2023)



Figura 3: Temperatura da amostra
no local do ponto 1
Fonte: Autores (2023)

Ponto 02 - Ribeirão Anicuns, Setor Crimeia Leste, Goiânia (GO), região Centro-Oeste do Brasil. Coordenadas geográficas: 16°39'07.5"S 49°15'44.2"W (FIGURA 4).

1. Localizado em meio a bairro residencial. Margens rente à casas familiares;
2. Encontro de corpos d'água;
3. Chuva leve na véspera.



Figura 4: Ponto 2 de coleta
Fonte: Autores (2023)



Figura 5: Temperatura da amostra
no local do ponto 2
Fonte: Autores (2023)



Figura 6: Amostras em seus devidos frascos
Fonte: Autores (2023)

3. COLETA DAS AMOSTRAS DE ÁGUA

Realizou-se a coleta de amostras (FIGURA 6) em dois pontos do Córrego Capim Puba em Goiânia, Goiás, com diferença de um pouco mais de um quilômetro entre um ponto e outro, sendo o ponto 2 a montante do ponto 1. No local foi verificada a temperatura atual naquele determinado horário do dia, como também foi verificada a temperatura das amostras em ambos locais de coleta no córrego Capim Puba (FIGURA 2 e FIGURA 4). As amostras foram armazenadas em frascos plásticos (FIGURA 7) e em caixas de isopor com gelo (FIGURA 6) para preservar as características das amostras coletadas e para a integridade das análises em laboratório.



As análises foram realizadas no laboratório de Saneamento e no laboratório de Biologia da Escola de Engenharia Civil e Ambiental (EECA) da Universidade Federal de Goiás (UFG). Assim, como, em laboratório particular. Todas as análises foram realizadas conforme APHA (2012).



Figura 7: Amostra em frasco graduado
 Fonte: Autores (2023)

4. ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO

Para a elaboração dos resultados, foram usadas as seguintes fórmulas:

1. Índice de Estado Trófico aplicado ao fósforo total (PT):

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

2. Índice de Estado Trófico aplicado à clorofila *a* (CL):

$$IET(CL) = 10 \left\{ 6 - \left[\frac{-0,7 - 0,6 (\ln(CL))}{\ln 2} \right] \right\} - 20$$

3. Índice de Estado Trófico:

$$IET = \frac{IET(P) + IET(CL)}{2}$$

ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para que seja possível a análise efetiva da água, utilizou-se o método já conhecido na área ambiental e de saneamento, o Índice de Estado Trófico. O propósito do Índice do Estado Trófico é categorizar corpos de água em distintos níveis de nutrição, determinando a qualidade da água em termos de aumento de nutrientes e seu impacto no crescimento excessivo de algas ou no aumento da proliferação de plantas aquáticas (CETESB).

O grau de trofia indica a quantidade de nutrientes presentes no corpo hídrico em questão (Lamparelli, 2004). Os nutrientes na água são essenciais para o desenvolvimento da biota (do grego, *bios*, vida, conjunto de organismos vivos de uma determinada região do planeta) aquática, peixes, artrópodes aquáticos, fauna e flora no geral que se beneficiam da água do local. Contudo, nutrientes em excesso podem causar a tão temida eutrofização. As principais causas desse aumento de nutrientes têm sido identificadas como os lançamentos de

resíduos provenientes de áreas urbanas, como esgotos domésticos e industriais, e a contaminação difusa que se origina nas áreas utilizadas para agricultura.

Tabela 1: Parâmetros - Ponto 1

Parâmetros	Resultados	Unidade	LQ
DBO 5 dias a 20°C	90,00	mgO ₂ /L	2,00
DQO (oxigênio dissolvido)	195,3	mgO ₂ /L	5,0
Fósforo total	3,1	mgP/L	0,2
Nitrogênio total	21,16	mg/L	0,01
Ortofósforo	4,17	mgPO ₄ -3/L	0,20
Clorofila <i>a</i>	<1,0	µg/L	1,00
Feofitina	<1,0	µg/L	1,00
Condutividade Elétrica	301,0	µS/cm a 25°C	—
Potencial hidrogeniônico	3,94	—	—

Fonte: Autores (2023)

Tabela 2: Parâmetros - Ponto 2

Parâmetros	Resultados	Unidade	LQ
DBO 5 dias a 20°C	42,00	mgO ₂ /L	2,00
DQO (oxigênio dissolvido)	125,9	mgO ₂ /L	5,0
Fósforo total	1,4	mgP/L	0,
Nitrogênio total	3,90	mg/L	0,01
Ortofósforo	1,18	mgPO ₄ -3/L	0,20
Clorofila <i>a</i>	<1,0	µg/L	1,00
Feofitina	<1,0	µg/L	1,00
Condutividade Elétrica	311,3	µS/cm a 25°C	—
Potencial hidrogeniônico	6,10	—	—

Fonte: Autores (2023)



Legenda:

LQ: Limite de quantificação de método;

— : Não dado ou não necessário.

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_{5,20})

A Demanda Bioquímica de Oxigênio é a quantidade de oxigênio que os microrganismos aeróbicos necessitam para dissolver a matéria orgânica na água, ou seja, é um indicador da quantidade de matéria orgânica no ambiente. DBO_{5,20} é o consumo de oxigênio em 5 dias a 20°C e é usada para avaliar a poluição orgânica em ambientes lênticos e lóticos, indicando a saúde dos ecossistemas aquáticos. Ao morrer as algas presentes no ambiente, sua decomposição aumenta a quantidade de matéria orgânica na água, elevando a DBO. Altos valores de DBO indicam maior consumo de oxigênio para a decomposição, o que pode levar à perda de oxigênio e criação de zonas mortas. Pela Resolução CONAMA 357/2005, o limite máximo de DBO é 5 mg/L. Em ambos pontos o valor excede o limite.

Demanda Química de Oxigênio (DQO)

Diferentemente da DBO, a DQO é a quantidade de matéria orgânica oxidável em água e envolve tanto a matéria orgânica biodegradável e não degradável que pode servir como nutrientes para a flora aquática. Altas concentrações de DQO indicam alta concentração de matéria orgânica, que pode ocasionar o crescimento excessivo de algas cianobactérias, o que também está atrelado à eutrofização. Pela Resolução CONAMA 357/2005, o limite máximo de DQO é 120 mg/L, e, em ambos os casos, os valores excederam o limite.

Fósforo total

O fósforo é um nutriente que corrobora com o crescimento da flora aquática, algas, na água de reservatórios, o que pode estimular o fenômeno da eutrofização. A resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) no relatório final para o Grupo de Monitoramento de Fósforo prevê para ambientes lóticos (rios, riachos e córregos) um limite de 0,1 mgP/L para o fósforo total. As análises resultaram em 3,1 mgP/L no ponto 1 e 1,4 mgP/L no ponto 2 (TABELAS 1 e 2), mais de 31 vezes e 14 vezes, respectivamente, que o limite aceitável, concluindo-se que o ambiente está eutrofizado (QUEVEDO e PAGANINI, 2018).

Nitrogênio total

É um dos nutrientes que, juntamente com o fósforo total, é um grande indicador de eutrofização num ambiente aquático. Segundo a resolução 430/2011 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) determina que o limite máximo de nitrogênio amoniacal total é de 20 mg/L. O ponto 2 está dentro do limite contendo 3,9 mg/L, já o ponto 1 ultrapassa 1,16 mg/L do limite permitido por lei (TABELAS 1 e 2). Desse modo, o ponto 1 tem indícios muito mais aparentes de eutrofização do que o ponto 2, que está a montante do 1.

Ortofosfato

Os ortofosfatos, PO₄⁻³, derivados dos fosfatos, são compostos químicos, um sal inorgânico combinado de um íon fosfato e três íons hidrogênio, utilizados na indústria na composição de aditivos, corantes e principalmente fertilizantes. O ortofosfato serve como nutriente para algas, podendo causar o “bloom de algas”, consequentemente, aumentando o estado trófico do ambiente aquático. De acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005, para águas doces de classe 1, o teor máximo de fósforo total é de 0,020 mg/L e, em ambos os casos, os números foram muito mais altos (4,14 e 1,4mg/L) que o limite permitido pela legislação.

Clorofila *a*

As clorofilas (de *a* até *d*) são os pigmentos esverdeados presentes em algas e cianobactérias. Logo, sua presença é usada como indicador de crescimento de algas por conta do enriquecimento de nutrientes num corpo hídrico, que é a eutrofização, uma vez que quanto mais algas, mais pigmento. De acordo com a

Resolução CONAMA nº 357/2005, para águas doces de classe 1, o teor máximo de clorofila *a* é 10 µg/L. Ambos pontos de coleta obtiveram números menores que 1.

Feofitina

É um produto da clorofila *a*, também atrelado à eutrofização, uma vez que, quando há a morte das algas do corpo hídrico, a clorofila se degrada em feofitina, logo, se há muita feofitina, muitas algas morreram. O limite tolerado de feofitina não é, contudo, padronizado como os outros parâmetros.

Condutividade elétrica

É a capacidade que uma amostra de água tem em conduzir corrente elétrica. O aparelho de condutividade térmica é calibrado na solução padrão de 146,9 µS/cm, logo, pelo valor de mais de 300 µS/cm a 26°C em ambos pontos (TABELAS 1 e 2), conclui-se que há uma alta concentração de sais condutores na água. Por conta disso, o ambiente aquático é classificado como eutrófico (TABELA 1).

Quadro 1: Diferenças entre lagos oligotróficos e eutróficos

Lagos oligotróficos	Lagos eutróficos
Menor concentração iônica	Maior concentração iônica
Menor condutividade elétrica	Maior condutividade elétrica
Maior diversidade de espécies no fitoplâncton e zooplâncton	Menor diversidade de espécies no fitoplâncton e zooplâncton
Macrófitas somente nas margens	Macrófitas ocupando grande parte da superfície do lago, pelo menos durante um longo período no ciclo climático

Fonte: Técnicas de Investigação de Mortandade de Peixes – Apostila (3) (CETESB)

Potencial hidrogeniônico (pH)

O pH das amostras do Ponto 1 encontra-se baixo, ou seja, a água nessa região está ácida (TABELAS 1 e 2). No Ponto 2 se encontra levemente neutra.

Turbidez

É a capacidade de medir partículas sólidas em suspensão, a medição da resistência da água à passagem de luz. Segundo a Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde, o máximo permissível de turbidez na água é de 5 NTU (Unidade Nefelométrica de Turbidez, no inglês, Nephelometric Turbidity Unit). Ambos pontos, 1 e 2, apresentaram número de turbidez de mais de 5 NTU (TABELA 3), logo, pode-se concluir que a água se encontra turva, ou seja, possui partículas sólidas em suspensão.

Tabela 3: Turbidez das amostras

Ponto 1	9,54 NTU
Ponto 2	13,5 NTU

Fonte: Autores (2023)



Índice de Estado Trófico de Lamparelli (2004)

O córrego Capim Puba foi estudado e classificado de acordo com o IET (TABELA 5). O IET (equação 3) é definido por meio da média aritmética entre o IET aplicado ao fósforo total (equação 1) e o IET aplicado à clorofila *a* (equação 2).

Tabela 5: Classificação do Índice de Estado Trófico de Carlson (1977)

Estado Trófico	IET
Ultraoligotrófico	IET = 47
Oligotrófico	47 < IET = 52
Mesotrófico	52 < IET = 59
Eutrófico	59 < IET = 63
Supereutrófico	63 < IET = 67
Hipereutrófico	IET > 67

Fonte: LAMPARELLI (2004), CETESB (2009).

- $IET(P) = 10 \left\{ 6 - \left[\frac{0,42 - 0,36 (\ln(PT))}{\ln 2} \right] \right\} - 20$
- $IET(CL) = 10 \left\{ 6 - \left[\frac{-0,7 - 0,6 (\ln(CL))}{\ln 2} \right] \right\} - 20$
- $IET = \frac{[IET(PT) + IET(CL)]}{2}$

Como o ambiente do córrego é lótico, foram usados parâmetros específicos para este ambiente.

1. A concentração de fósforo (P) na análise foi dada em mgP/L, contudo, Lamparelli definiu como $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, ou $\mu\text{g/L}$. Logo, foi preciso uma conversão de unidades. $3,1 \text{ mg/L} \rightarrow 3100 \mu\text{g/L}$.

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

Ponto 1:

$$IET(3100) = 10 \left\{ 6 - \left[\frac{0,42 - 0,36 (\ln(3100))}{\ln 2} \right] \right\} - 20$$

$$IET(3100) = 97,55$$

Ponto 2:

$$IET(1400) = 10 \left\{ 6 - \left[\frac{0,42 - 0,36 (\ln(1400))}{\ln 2} \right] \right\} - 20$$

$$IET(1400) = 93,42$$

2. A concentração de clorofila *a* (CL) na análise foi $<1,0$, dessa forma, foi utilizado um intervalo de $0,1 \leq CL \leq 0,9 \text{ mg/L}$ ($100 \text{ a } 900 \mu\text{g/L}$, no sistema padrão) para o cálculo desta, e, no resultado, aproximações entre este intervalo, uma vez que não se tem o valor específico.

$$IET(CL) = 10 \left\{ 6 - \left[\frac{-0,7 - 0,6 (\ln(CL))}{\ln 2} \right] \right\} - 20$$



Ponto 1 e 2 para o intervalo $0,1 \leq CL \leq 0,9$ mg/L:

$$IET(CL) = 10 \left\{ 6 - \left[\frac{-0,7 - 0,6 (\ln(100))}{\ln 2} \right] \right\} - 20$$

$$IET(100) \geq 89,96$$

$$IET(CL) = 10 \left\{ 6 - \left[\frac{-0,7 - 0,6 (\ln(900))}{\ln 2} \right] \right\} - 20$$

$$IET(900) \leq 108,98$$

O valor de IET (CL) está entre $89,96 \leq CL \leq 108,98$

$$3. \quad IET = \frac{[IET(P) + IET(CL)]}{2}$$

Ponto 1:

Para $CL \geq 100$:

$$IET = \frac{[IET(97,55) + IET(89,96)]}{2}$$

$$IET = 93,75$$

Ponto 1:

Para $CL \leq 900$:

$$IET = \frac{[IET(97,55) + IET(108,98)]}{2}$$

$$IET = 103,265$$

$$IET \text{ ponto 1} = 93,75 \text{ a } 103,26$$

Ponto 2:

Para $CL \geq 100$:

$$IET = \frac{[IET(93,42) + IET(89,96)]}{2}$$

$$IET = 91,69$$

Ponto 2:

Para $CL \leq 900$:

$$IET = \frac{[IET(93,42) + IET(108,98)]}{2}$$

$$IET = 101,20$$

$$IET \text{ ponto 2} = 91,69 \text{ a } 101,20$$

Dessa forma, ambos pontos de coleta possuem seu Índice de Estado Trófico superior a 61, sendo caracterizados como ambientes hipereutróficos, segundo Marta Condé Lamparelli.



CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos das análises realizadas neste trabalho, conclui-se que:

O córrego Capim Puba, importante manancial de abastecimento na cidade de Goiânia, está em estado de eutrofização devido à presença excessiva de nutrientes como fósforo total, nitrogênio e sua Demanda Química de Oxigênio se encontra em altos valores. Além disso, os valores obtidos para parâmetros de DBO, DQO, fósforo total e nitrogênio total estão muito acima dos limites estabelecidos pela legislação ambiental vigente, indicando uma poluição significativa por esgotos domésticos e resíduos industriais não tratados (por conta do ortofosfato) devido à constante urbanização ao redor do local de estudo e falta de fiscalização.

O resultado obtido do Índice de Estado Trófico de Lamparelli (IET) obteve números elevados nos resultados, indicando que o ambiente se encontra hipereutrófico em ambos pontos, tanto à jusante quanto à montante *IET ponto 1 = 93,75 a 103,26 IET ponto 2 = 91,69 a 101,20*. Logo, o córrego se encontra eutrofizado. Isso compromete a vida aquática do local e também a saúde da população que se favorece pelo abastecimento do córrego.

Dessa forma, conclui-se que é necessário mitigar os impactos presentes no ambiente com o intuito de recuperar o córrego Capim Puba para que a vida aquática se mantenha e sejam evitados problemas de saúde pública. São necessárias ações integradas entre a sociedade e o governo, por meio de fiscalizações e leis mais rígidas para buscar reduzir a carga de nutrientes e garantir água de qualidade para as presentes e futuras gerações em Goiânia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. COSTA, E. R. H. Estudo de Polímeros Naturais como Auxiliares de Flocculação com Base no Diagrama de Coagulação do Sulfato de Alumínio. São Carlos. 1992. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo, 1992.
2. BUCCI, Magaly H., Luiz Fernando C. de Oliveira. 2014. “Índices de Qualidade da Água e de Estado Trófico na Represa Dr. João Penido (Juiz de Fora, MG).” *SciELO*, (Março), 19. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1290>.
3. LAMPARELLI, Marta C. 2004. “Graus de trófia em corpos d’água do Estado de São Paulo: Avaliação dos métodos de monitoramento.” *Biblioteca Digital USP* 1 (1): 238. <https://doi.org/10.11606/T.41.2004.tde-20032006-075813>.
4. CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, 17 de março de 2005. 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. Ministério do Meio Ambiente: CONAMA. Brasília: DF, 2005.
5. BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Manual prático de análise de água / Fundação Nacional de Saúde – 4. ed. – Brasília : Funasa, 2013. 150 p.