



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Urutaí
Programa de Pós-Graduação em Conservação de
Recursos Naturais do Cerrado

**AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DA AÇÃO
ANTRÓPICA SOBRE AS CONDIÇÕES DE
POTABILIDADE DAS ÁGUAS DE
SURGÊNCIAS NA ZONA RURAL DE
URUTAÍ - GO**

NELSON DONIZETE FERREIRA

Orientador: Prof. Dr. José Antonio Rodrigues de Souza

Urutaí, março de 2024



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano

Reitor

Prof. Dr. Elias de Pádua Monteiro

Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação e Inovação

Prof. Dr. Alan Carlos da Costa

Campus Urutaí

Diretor Geral

Prof. Dr. Paulo César Ribeiro da Cunha

Diretor de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação

Prof. Dr. Anderson Rodrigo da Silva

Programa de Pós-Graduação em Conservação de Recursos Naturais do Cerrado

Coordenadora

Profa. Dra. Débora Astoni Moreira

Urutaí, março de 2024

NELSON DONIZETE FERREIRA

**AVALIAÇÃO DOS EFEITOS ANTRÓPICOS
SOBRE AS CONDIÇÕES DE POTABILIDADE
DAS ÁGUAS DE SURGÊNCIAS NA ZONA
RURAL DE URUTAÍ - GO**

Orientador

Prof. Dr. José Antonio Rodrigues de Souza

Dissertação apresentada ao Instituto Federal Goiano –
Campus Urutaí, como parte das exigências do Programa
de Pós-Graduação em Conservação de Recursos Naturais
do Cerrado para obtenção do título de Mestre.

**URUTAÍ (GO)
2024**

Os direitos de tradução e reprodução reservados.

Nenhuma parte desta publicação poderá ser gravada, armazenada em sistemas eletrônicos, fotocopiada ou reproduzida por meios mecânicos ou eletrônicos ou utilizada sem a observância das normas de direito autoral.

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

F383a Ferreira, Nelson Donizete
Avaliação dos efeitos antrópicos sobre as condições de potabilidade das águas de surgências na zona rural de Urutaí - GO / Nelson Donizete Ferreira; orientador José Antonio Rodrigues de Souza. - Urutaí, 2024.
28 p.

Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-Graduação em Conservação de Recursos Naturais do Cerrado) -- Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí, 2024.

1. Recursos hídricos. 2. Monitoramento. 3. Índice de qualidade de água. I. Rodrigues de Souza, José Antonio, orient. II. Título.

Responsável: Johnathan Pereira Alves Diniz - Bibliotecário-Documentalista CRB-1 nº2376



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica (assinale com X)

- Tese
- Dissertação
- Monografia – Especialização
- Artigo - Especialização
- TCC - Graduação
- Artigo Científico
- Capítulo de Livro
- Livro
- Trabalho Apresentado em Evento

Produção técnica. Qual: _____

Nome Completo do Autor: **Nelson Donizete Ferreira**

Matrícula: 2021201330940091

Título do Trabalho: Avaliação dos efeitos antrópicos sobre as condições de potabilidade das águas de surgências na zona rural de Urutaí – GO

Restrições de Acesso ao Documento [Preenchimento obrigatório]

Documento confidencial: Não [] Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: **06/05/2024**.

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

1. O documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
2. Obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
3. Cumprir quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Urutaí-GO, 3 de maio de 2024

Nelson Donizete Ferreira

*Assinado eletronicamente pelo o Autor e/ou Detentor dos Direitos
Autorais*

Ciente e de acordo:

Prof. Dr. José Antonio Rodrigues de Souza

Assinatura eletrônica do(a) orientador(a)

Documento assinado eletronicamente por:

- Jose Antonio Rodrigues de Souza, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 04/05/2024 16:39:52.
- Nelson Donizete Ferreira, ASSISTENTE EM ADMINISTRACAO, em 03/05/2024 16:36:28.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 03/05/2024. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 598163
Código de Autenticação: b69d246173



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Urutaí

Rodovia Geraldo Silva Nascimento, Km 2.5, SN, Zona Rural, URUTAÍ / GO, CEP 75790-000

(64) 3465-1900



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 24/2024 - CREPG-UR/DPGPI-UR/CMPURT/IFGOIANO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE MESTRADO

Aos seis dias do mês de março do ano de dois mil e vinte e quatro, às treze horas, reuniram-se os membros da banca examinadora em sessão pública realizada de forma *online* para proceder à avaliação da defesa de Trabalho de Conclusão de Curso de mestrado profissional, de autoria de **Nelson Donizete Ferreira**, discente do **Programa de Pós-Graduação em Conservação de Recursos Naturais do Cerrado do Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí**, com trabalho intitulado " **Avaliação dos efeitos antrópicos sobre as condições de potabilidade das águas de surgências na zona rural de Urutaí-GO**". A sessão foi aberta pelo presidente da banca examinadora, **Prof. Dr. José Antonio R. de Souza** que fez a apresentação formal dos membros da banca. A palavra, a seguir, foi concedida ao autor para, em até 40 minutos, proceder à apresentação de seu Trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu o candidato, tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se à avaliação pela banca. Tendo-se em vista o Regulamento do Programa de Pós-Graduação em Conservação de Recursos Naturais do Cerrado, o Trabalho de Conclusão de Curso foi **APROVADO**, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE EM CONSERVAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS DO CERRADO**, na área de concentração em **Conservação do Cerrado e Tecnologias Ambientais**, pelo Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega na secretaria do Programa de Pós- Graduação em Conservação de Recursos Naturais do Cerrado da versão definitiva do Trabalho de Conclusão de Curso, com as devidas correções apontadas pela banca e orientador. Assim sendo, a defesa perderá a validade se não cumprida essa condição em até **60 (sessenta) dias** da sua ocorrência. Cumpridas as formalidades, a presidência da banca avaliadora encerrou a sessão de defesa e, para constar, foi lavrada a presente ata, que, após lida e achada conforme, será assinada eletronicamente pelos membros da banca examinadora.

Membros da Banca Examinadora:

Nome	Instituição	Situação no Programa
Prof. Dr. José Antonio R de Souza	IF Goiano	Orientador/Presidente
Prof ^ª . Dr ^ª . Débora Astoni MoreiraDr ^ª .	IF Goiano	Membra interna
Janine Mesquita Gonçalves	IF Goiano	Membra externo

Documento assinado eletronicamente por:

- Debora Astoni Moreira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 18/03/2024 15:58:06.
- Janine Mesquita Goncalves, ENGENHEIRO AGRONOMO, em 18/03/2024 08:17:34.
- Jose Antonio Rodrigues de Souza, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 15/03/2024 11:18:49.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 23/02/2024. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 575330

Código de Autenticação: c428bb3af6



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus UrutaiRodovia

Geraldo Silva Nascimento, Km 2.5, SN, Zona Rural, URUTAÍ / GO, CEP 75790-000

(64) 3465-1900



FICHA DE APROVAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Título da dissertação:	<i>Avaliação dos efeitos antrópicos sobre as condições de potabilidade das águas de surgências na zona rural de Urutaí – GO</i>
Orientador:	Dr. José Antonio Rodrigues de Souza
Autor:	Nelson Donizete Ferreira

Dissertação de Mestrado **APROVADA** em 6 de março de 2024, como parte das exigências para obtenção do Título de **MESTRE EM CONSERVAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS DO CERRADO**, pela Banca Examinadora especificada a seguir.

Prof. Dr. José Antonio R. de Souza
IF Goiano – Campus Urutaí
Orientador/Presidente

Profa. Dra. Débora Astoni Moreira
IF Goiano – Campus Urutaí
Membro titular

Dra. Janine Mesquita Gonçalves
IF Goiano – Campus Urutaí
Membro titular

“Deus nos fez perfeitos e não escolhe os
capacitados, capacita os escolhidos”.
Fazer ou não fazer algo, só depende de nossa
vontade e perseverança.
(Albert Einstein)

AGRADECIMENTOS

Expresso meu profundo reconhecimento aos que foram alicerces fundamentais durante esta jornada de pesquisa e aprendizado.

Sou grato a Deus, fonte inesgotável de sabedoria e força, por guiar meus passos e iluminar meu caminho ao longo dessa trajetória acadêmica.

Gratidão à minha família, base sólida que sustentou meus sonhos. Cada membro, com seu apoio incondicional, foi a estrutura, motivação e aconchego que me impulsionou em todos os momentos, sobretudo nos mais desafiadores.

Agradecimento especial à Loiany Gonçalves Costa, cuja colaboração na coleta e análise das amostras foi inestimável. Sua dedicação e comprometimento contribuíram significativamente para o sucesso desta pesquisa; extensivo à Dra. Janine Mesquita Gonçalves pelas enriquecedoras contribuições e incentivo, também aos proprietários rurais por permitir as inúmeras visitas aos locais de observação.

Ao Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí, minha segunda casa, agradeço pela infraestrutura, apoio logístico e ambiente propício à pesquisa. Sem a contribuição desta instituição, muitos dos objetivos deste estudo não teriam se concretizado.

Minha mais profunda gratidão aos Professores Dr. José Antonio R. de Souza e Débora Moreira Astoni; ela, além de seu profissionalismo, neste período, foi alma e coração para a unidade e fortalecimento do PPG-CRENAC; ele, meu orientador, mentor e guia neste percurso desafiador, sobretudo. Sua expertise, paciência e incentivo foram fundamentais para o desenvolvimento desta pesquisa e, o será para uma vida toda. Agradeço por sua dedicação em compartilhar conhecimento e moldar meu crescimento acadêmico. Este trabalho é reflexo da orientação valiosa que recebi. Aos colegas de Turma, aos demais professores do Curso e de toda a comunidade do IFGoiano.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para este projeto, meu sincero agradecimento. Rogo a Deus para que este seja apenas o começo de uma jornada que continuará a ser marcada por um aprendizado constante, a pulsão pelo conhecimento científico - uma paixão que transcende e transforma, principalmente em tempo recente de negacionismo.

Deus abençoe a todos!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	xiii
LISTA DE TABELAS	xiv
RESUMO.....	xv
ABSTRACT	xvi
1. INTRODUÇÃO	17
2. MATERIAL E MÉTODOS	19
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
4. CONCLUSÃO.....	28
REFERÊNCIAS.....	29

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Localização da microbacia do córrego Palmital.....19
- Figura 2:** Localização dos pontos de coleta monitorados na microbacia do córrego Palmital...20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características físicas da água de surgências monitoradas na microbacia do córrego Palmital.....	22
Tabela 2 - Características químicas da água de surgências monitoradas na microbacia do córrego Palmital.....	23
Tabela 3 - Valores da análise microbiológicas da água nos pontos monitorados.....	26
Tabela 4 - Valor do Índice de Qualidade de Água (IQA) das águas nos pontos monitorados....	27

AVALIAÇÃO DOS EFEITOS ANTRÓPICOS SOBRE AS CONDIÇÕES DE POTABILIDADE DAS ÁGUAS DE SURGÊNCIAS NA ZONA RURAL DE URUTAÍ – GO

RESUMO

RESUMO O monitoramento da qualidade da água é uma ferramenta relevante para o planejamento e tomada de ações que garantem a conservação da água em uma bacia hidrográfica. Com este trabalho, objetivou-se avaliar os efeitos da ação antrópica sobre a qualidade das águas de surgências perenes na microbacia do córrego Palmital, em Urutaí-GO. Foram selecionadas quatro surgências que tiveram suas características físicas (temperatura, turbidez, sólidos totais e condutividade elétrica), químicas (potencial Hidrogeniônico - pH, nitrato, fosfato demanda bioquímica de oxigênio e oxigênio dissolvido) e microbiológicas (coliformes totais e termotolerantes) monitoradas ao longo de um ano, em campanhas no período chuvoso e de estiagem, além de se determinar o índice de qualidade da água (IQA). Verificou-se que todos os pontos analisados, nos períodos chuvoso e de estiagem, apresentaram coliformes termotolerantes e IQA “bom”, indicando que, mesmo sendo água de surgência, há a necessidade de se realizar ao menos tratamentos simplificados, como a cloração, coagulação e floculação, e filtração. A adoção de medidas preventivas visando à preservação das fontes de água assim como o tratamento das águas já comprometidas são as ferramentas necessárias para diminuir o risco de ocorrência de enfermidades de veiculação hídrica.

Palavras-chave: recursos hídricos, monitoramento, índice de qualidade de água.

EVALUATION OF ANTHROPIC EFFECTS ON POTABILITY CONDITIONS OF EMERGENCY WATERS IN THE RURAL AREA OF URUTAÍ - GO

ABSTRACT:

Water quality monitoring is a relevant tool for planning and taking actions that guarantee water conservation in a river basin. This work aimed to evaluate the effects of human action on the quality of water from perennial springs in the Palmital stream microbasin, in Urutaí-GO. Four emergencies were selected and had their physical (temperature, turbidity, total solids and electrical conductivity), chemical (Hydrogen potential - pH, nitrate, phosphate, biochemical oxygen demand and dissolved oxygen) and microbiological (total and thermotolerant coliforms) characteristics monitored throughout of one year, in campaigns during the rainy and dry seasons, in addition to determining the water quality index (WQI). It was found that all the points analyzed, in the rainy and dry periods, presented thermotolerant coliforms and “good” AQI, indicating that, even though it is emergency water, there is a need to carry out at least simplified treatments, such as chlorination, coagulation and flocculation, and filtration. The adoption of preventive measures aimed at preserving water sources as well as the treatment of already compromised water are the necessary tools to reduce the risk of water-borne diseases occurring.

Keywords: water resources, monitoring, water quality index.

Avaliação dos efeitos antrópicos sobre as condições de potabilidade das águas de surgências na zona rural de Urutaí – GO

1. INTRODUÇÃO

A qualidade da água, tanto superficial como subterrânea, destinada ao consumo humano deve atender a padrões de qualidade e de potabilidade, garantindo que suas características físicas, químicas e biológicas estejam dentro dos padrões recomendados pela Organização Mundial da Saúde (OMS). No Brasil, os padrões de potabilidade são definidos na Portaria GM/MS n.º 888/2021 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2021), já a qualidade das águas superficiais para os diferentes usos é estabelecida pela resolução CONAMA n° 357 de 2005 (CONAMA, 2005).

De acordo com o Relatório de Desenvolvimento Mundial da Água da Organização das Nações Unidas (ONU), no Brasil, quase 35 milhões de pessoas não possuem acesso a serviços de água tratada, e 15% destas estão nas maiores cidades do país (BRASIL, 2021), resultando, segundo Castro et al. (2020), em disseminação de doenças causadas por veiculação hídrica.

O monitoramento da qualidade da água prevê o levantamento sistemático de dados em pontos de amostragem previamente selecionados, com muitas observações, medições e avaliações para obter informações ou comportamentos de um conjunto de variáveis, acompanhando as condições de qualidade de água ao longo do tempo. O monitoramento qualitativo e quantitativo dos recursos hídricos se constitui num poderoso instrumento, que possibilita a avaliação da oferta hídrica, que é a base para decisões do aproveitamento múltiplo e integrado da água, bem como para a minimização de impactos ao meio ambiente.

Para facilitar a divulgação e interpretação de dados sobre os parâmetros de qualidade das águas, tem-se adotado os índices de qualidade das águas que expressam, através de um valor único, a qualidade das águas em um ponto de monitoramento específico, o qual aponta de forma classificatória a qualidade da água (VON SPERLING, 2014). No campo específico do abastecimento de água para consumo humano, um dos índices mais difundidos é o IQA (Índice de Qualidade da Água), sendo a primeira estrutura apresentada por Horton (1965) e a partir do estudo de Brown et al. (1970) desenvolvido na década de 1970 pela National Sanitation Foundation Institution (NSF) denominado IQA-NSF, ajustado pela Cetesb para as condições ambientais das bacias hidrográficas do Estado de São Paulo em 1975 (CETESB, 2008). O IQA foi desenvolvido para avaliar a qualidade da água bruta visando seu uso para o abastecimento

público, após tratamento. Os parâmetros utilizados no cálculo do IQA são, em sua maioria, indicadores de contaminação causada pelo lançamento de esgotos domésticos.

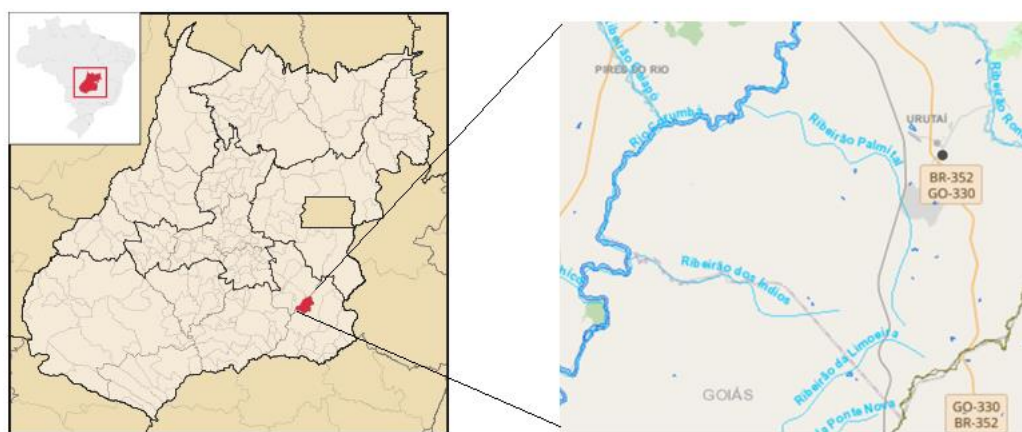
Por ser o índice mais conhecido e utilizado por pesquisadores, o índice desenvolvido pela National Sanitation Foundation (NSF) a partir da década de 1970, passou a ser utilizado pela CETESB em São Paulo (ANA, 2017). Capaz de fornecer precisão e flexibilidade na quantidade e qualidade dos parâmetros analisados (NAYAK et al., 2020). De posse do IQA, é possível converter todo um conjunto de dados de caracterização da água em um índice, representando uma faixa de qualidade de água excelente a inadequada (SEIFI et al., 2020).

Este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da água de surgências perenes na microbacia do córrego Palmital, em Urutaí - GO, considerando a influência das atividades antrópicas e o risco de contaminação por doenças de veiculação hídrica. Para isso, foram realizadas análises físicas, químicas e microbiológicas das águas subterrâneas em quatro pontos específicos, selecionados de acordo com o contexto do entorno. A pesquisa se insere na temática da conservação da água em uma bacia hidrográfica e da necessidade de planejamento e ação para garantir essa conservação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido na microbacia do córrego Palmital em Urutaí – GO, pertencente a sub-bacia do Rio Corumbá (Figura 1), a qual fornece água de abastecimento para o município de Urutaí, para o Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí e algumas propriedades rurais. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwa, caracterizado como úmido tropical, com inverno seco e verão chuvoso, e apresenta precipitação e temperatura média anual de 2000 mm e 28 °C, respectivamente (SOUZA et al., 2023).

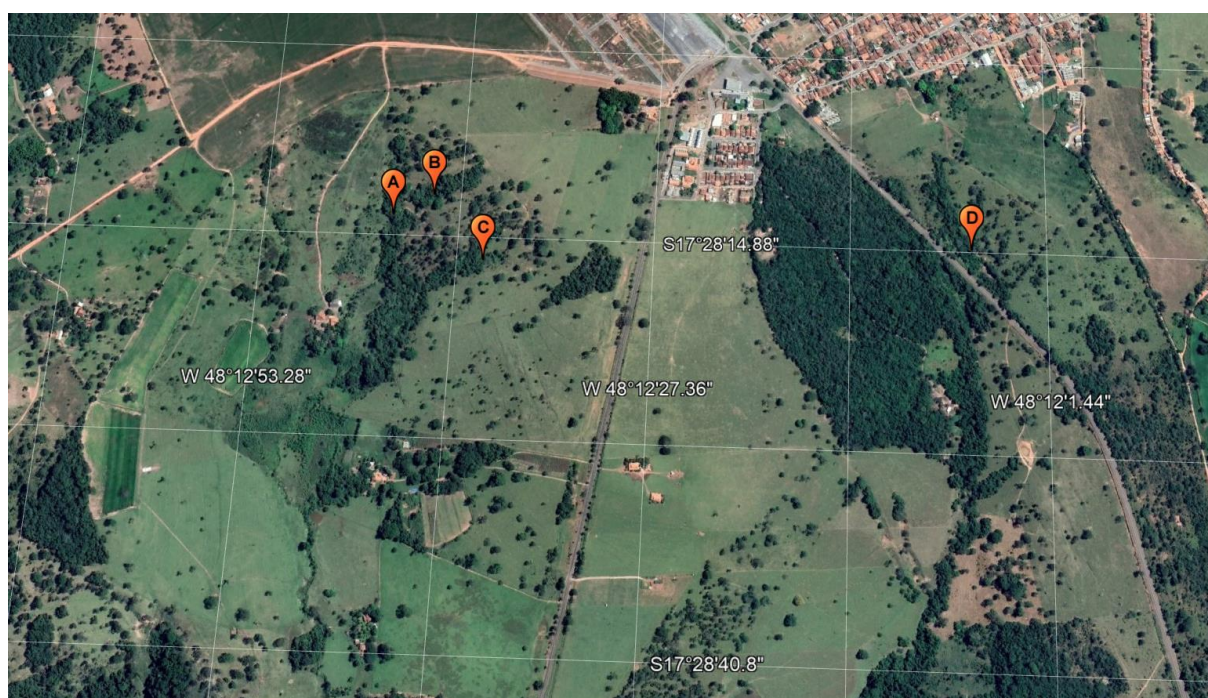
Figura 1. Localização da microbacia do córrego Palmital.



Fonte: Adaptado de Hidro web 3.2.7

Para avaliar os impactos das atividades humanas na potabilidade da água das surgências, foram estabelecidos quatro pontos de monitoramento em surgências perenes. Nestes locais, as características físicas, químicas e microbiológicas da água foram monitoradas em dois períodos distintos do ano. As coletas de dados ocorreram durante os períodos de estiagem e chuvoso, especificamente em 22 de agosto de 2022 (estiagem) e 13 de dezembro de 2022 (chuvoso). A localização geográfica desses pontos de monitoramento é apresentada na Figura 2.

Figura 2. Localização dos pontos de coleta monitorados na microbacia do córrego Palmital.



Fonte: Adaptado do Google Earth.

As determinações dos valores de temperatura da água foram realizadas “in situ”. Para as demais características, amostras de água foram coletadas em frascos previamente esterilizados, acondicionadas em caixa térmica contendo gelo, sendo conduzidas, imediatamente, ao Laboratório de Pesquisas e Análises Químicas (LAPAQ) do Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí.

Nestas amostras, foram realizadas a determinação de nitrato (SMEWW 4500 NO₃ E - Cadm), fósforo (SMEWW 4500-P E - Ascorbic Acid Method), sólidos totais (ST) (SMEWW 2540 C - Total Dissolved Solids Driedat 180°C), oxigênio dissolvido (OD) (SMEWW 4500-O C – Azide Modification), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) (SMEWW 5210 B - 5 Days BOD Test), o potencial hidrogeniônico (pH) (SMEWW 4500-H+ - Eletrometric Method), turbidez (SMEWW 2130 – Turbity) , condutividade elétrica (CE) (SMEWW 2510 - Laboratory Method), coliformes totais (Colif. Totais) e termotolerantes (Colif. Termo) (SMEWW 9223 A, B – Enzyme Substrate Coliform Test), segundo a metodologia descrita em Apha (2017).

A partir dos dados coletados, determinou-se o índice de qualidade de água (IQA) por meio do produtório dos nove parâmetros determinados, conforme Equação 1, segundo Cetesb (2018):

Equação 1.

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

Sendo: IQA = Índice de Qualidade das Águas (varia de 0 a 100); q_i = qualidade do parâmetro i -ésimo, obtido através da curva média de variação de qualidade de cada parâmetro, em função do valor obtido; w_i = peso atribuído ao i -ésimo parâmetro em função da sua relevância; n = número de parâmetros ($n = 9$).

Para a discussão, os parâmetros avaliados foram comparados com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 (CONAMA, 2005) para águas doces de classe II e complementados com a Portaria GM/MS n.º 888/2021. Os parâmetros incluem: Parâmetros microbiológicos: coliformes termotolerantes, *Escherichia coli*, enterococos, cianobactérias e cianotoxinas; parâmetros organolépticos: cor aparente, turbidez, sabor, odor, substâncias tensoativas, ferro, manganês, alumínio, cloretos, sulfatos, fluoretos e sólidos dissolvidos totais; parâmetros bioquímicos: pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato, fósforo total, agrotóxicos, metais pesados, alcalinidade, condutividade elétrica, óleos e graxas, matéria orgânica, material flutuante, sólidos sedimentáveis, sólidos suspensos totais, sólidos totais e temperatura.

O padrão de potabilidade para cada um desses parâmetros é estabelecido por um valor limite máximo ou mínimo, que pode variar dependendo da fonte da água, do tipo de tratamento aplicado, da época do ano, da região do país, entre outros fatores (UFJF, 2018). Os valores são expressos em diversas unidades de medida, incluindo miligramas por litro (mg L^{-1}), unidades formadoras de colônia por 100 mililitros (UFC/100 mL), unidades nefelométricas de turbidez (UNT), unidades de cor verdadeira (UC), unidades de cor aparente (UCA), unidades de sabor (US), unidades de odor (UO), unidades de pH (pH), unidades de radioatividade (Bq/L), graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$), centímetros por hora (cm/h) e mililitros por litro (mL/L).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura é um dos padrões, ou características organolépticas, de qualidade das águas atrelada à sensibilidade dos organismos vivos, que tornam uma água adequada para o consumo. “Quando a alteração da temperatura de um corpo hídrico é significativa a ponto de alterar a sua qualidade, a mesma passa a ser caracterizada como submetida à poluição térmica” (SOUZA et al., 2015).

Tabela 1. Características físicas da água de surgências monitoradas na microbacia do córrego Palmital.

Pontos	T (°C)		Turbidez (UNT)		ST (mg L ⁻¹)		CE (µS cm ⁻¹)	
	Chuv.	Est.	Chuv.	Est.	Chuv.	Est.	Chuv.	Est.
A	19,60	18,00	2,55	2,19	28,00	22,80	36,69	33,54
B	20,00	20,60	11,00	1,10	52,00	19,20	51,15	29,43
C	19,60	18,00	12,90	0,52	48,00	30,80	28,30	26,76
D	20,60	19,00	8,25	1,04	34,00	46,00	24,78	61,79

Chuv. = chuvoso; Est. = estiagem; T = temperatura; ST = sólidos totais; CE = condutividade elétrica.

Na Tabela 1, as temperaturas observadas (18,00° - 20,60°C) para ambas as estações do ano, não refletiram qualquer atividade antrópica que estivesse ocorrendo nas águas, verificando-se apenas alterações de seus níveis em virtude do incremento da temperatura do ar ao longo das coletas, visto que o município apresenta clima tropical úmido, com temperatura média anual variando entre 23 e 26°C (EMBRAPA, 2008).

Embora a turbidez possa ter origem natural, não trazendo inconvenientes sanitários diretos, sua aparência é desagradável na água potável, e os sólidos em suspensão podem servir de abrigo para microrganismos patogênicos (MELO, 2016). A Portaria GM/MS n.º 888/2021, estabelece que o valor máximo permitido de 5 UNT como padrão de aceitação para consumo humano (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2021). No entanto, para rios de Classe II é de até 100 UNT, pela Resolução 357/05 do CONAMA.

Observa-se, ainda na Tabela 1, que 25% das amostras obtidas no período chuvoso e todas as amostras no período de estiagem apresentaram turbidez em acordo com os padrões estabelecido pela Portaria GM/MS n.º 888/2021. Já em relação a Resolução 357/05 do CONAMA, todos os pontos avaliados apresentam valores inferiores àqueles estabelecidos na

legislação. Verifica-se também que maiores valores de turbidez foram obtidos no período chuvoso, que se justifica por carreamento de sedimentos de sólidos pelo escoamento superficial.

A matéria que não se evapora, seca ou calcina quando a amostra de água é submetida a uma temperatura e tempo determinados é chamada de sólidos nas águas (CETESB, 2013). Esses sólidos influenciam diretamente na turbidez da água, que é a medida da sua transparência. Quanto mais sólidos na água, maior a sua turbidez. Neste estudo, os sólidos dissolvidos totais, que são os sólidos que passam por um filtro de 0,45 micrômetros, foram analisados e comparados com os padrões de potabilidade da água. A Portaria GM/MS n.º 888/2021 estabelece que o valor máximo permitido para os sólidos dissolvidos totais é de 500 mg L⁻¹, enquanto a Resolução CONAMA 357/2005 não define um limite para esse parâmetro. Os resultados mostraram que os valores dos sólidos dissolvidos totais nas amostras de água coletadas estavam dentro do padrão da Portaria GM/MS n.º 888/2021.

Segundo CETESB (2013), a condutividade elétrica representa uma medida indireta do efeito antrópico, já que depende das concentrações iônicas e da temperatura, indicando a quantidade de sais existentes na água. É uma medida indireta da poluição da água porque ela não indica diretamente quais são os poluentes presentes na água, mas sim a quantidade total de sais dissolvidos na água. Esses sais podem ter origem natural ou antrópica, e podem ser de diferentes tipos, como nitratos, fosfatos, metais pesados, entre outros. Cada tipo de sal tem um efeito diferente sobre a qualidade da água e a saúde humana e ambiental.

Não há valores de referência para condutividade na Resolução CONAMA 357/2005, entretanto, valores entre 10 e 100 mS cm⁻¹, para águas naturais, foram descritos por Von Sperling (2014) como águas não poluídas. Assim, verifica-se que todas as surgências monitoradas não estavam poluídas.

Tabela 2. Características químicas da água de surgências monitoradas na microbacia do córrego Palmital.

Pontos	pH		N-NO ₃ ⁻ (mg L ⁻¹)		PO ₄ ³⁻ (mg L ⁻¹)		DBO ⁻ (mg L ⁻¹)		OD ⁻ (mg L ⁻¹)	
	Chuv.	Est.	Chuv.	Est.	Chuv.	Est.	Chuv.	Est.	Chuv.	Est.
A	6,36	5,84	nd	2,49	0,005	0,010	4,00	8,20	5,70	4,90
B	6,31	5,97	nd	nd	0,002	0,032	3,20	7,30	6,50	2,90
C	6,45	6,19	nd	2,36	0,007	0,007	4,30	4,20	5,40	5,50
D	6,53	5,91	nd	6,56	nd	0,012	3,70	8,70	5,00	5,90

Chuv. = chuvoso; Est. = estiagem; nd = não detectado; pH = potencial hidrogeniônico; PO₄³⁻ = fosfato total N-NO₃⁻ = nitrogênio na forma nítrica; DBO = demanda bioquímica de oxigênio; OD = oxigênio dissolvido.

O pH é uma medida da concentração de íons de hidrogênio em uma solução, ou seja, expressa o grau de acidez ou basicidade de uma solução, representando a concentração ativa de íons de hidrogênio (H^+) na mesma. Em águas de abastecimento, o pH pode aumentar o efeito de substâncias químicas que são tóxicas para os organismos. Assim, o pH da água precisa ser controlado, possibilitando que os carbonatos presentes sejam equilibrados (MELO, 2016).

A faixa de pH observada (5,84 a 6,53) é considerada normal, estando em concordância com o padrão de qualidade de águas superficiais da Resolução CONAMA nº 357/2005 para rios de Classe II (6 a 9,5) e, de potabilidade, conforme Portaria GM/MS nº 888/2021, não sendo evidenciado um padrão espacial de ocorrência.

A presença de compostos de nitrogênio em seus diferentes estados de oxidação é indicativa de contaminação do aquífero e de possíveis condições higiênico-sanitárias insatisfatórias. O nitrogênio é um elemento indispensável para o crescimento de algas. No entanto, quando em excesso, pode resultar no desenvolvimento exagerado desses organismos, fenômeno conhecido como eutrofização. Esse crescimento desordenado afeta negativamente a qualidade da água, comprometendo sua potabilidade e equilíbrio ecológico.

O nitrato em excesso provoca dois efeitos adversos à saúde, quais sejam, a indução à metemoglobinemia, especialmente em crianças e, a formação potencial de nitrosaminas e nitrosamidas, ambas carcinogênicas (SCORSAFAVA et al., 2010). Por isso, apesar do valor máximo permitido estabelecido pela Portaria GM/MS nº 888/2021 e CONAMA 357 ser de 10 mg $N-NO_3^- L^{-1}$ na água potável, valores superiores a 5 mg L^{-1} já considera que a fonte de água está sendo contaminada (CORDEIRO et al., 2011). Assim, considerando a legislação, todos os pontos amostrais nos períodos avaliados apresentaram concentração de nitrato abaixo do valor recomendado pela legislação, à exceção do Ponto D, apresentando teores superiores de 5 mg L^{-1} no período de estiagem.

Do mesmo modo que o nitrogênio, o fósforo é um importante nutriente para os processos biológicos e seu excesso na água pode causar eutrofização. De acordo com Resolução CONAMA 357/05 os limites apresentados para ambientes lênticos apresenta o valor máximo de 0,030 mg L^{-1} e, para ambientes intermediários, apresenta valor máximo de 0,050 mg L^{-1} . Assim, verifica-se, que todos os pontos analisados apresentaram valores de fósforo dentro da faixa estabelecido pela CONAMA 357/05 (Tabela 2).

A DBO representa a quantidade de oxigênio molecular necessário à estabilização da matéria orgânica decomposta aerobicamente por via biológica (MOTA, 2012). Esse parâmetro é utilizado para exprimir o valor da poluição produzida por matéria orgânica, que corresponde à

quantidade de oxigênio que é consumida pelos microrganismos do esgoto ou águas poluídas, na oxidação biológica, quando mantidos a uma dada temperatura por um espaço de tempo convencionado (MATOS et al., 2023).

Para a Resolução 357/05 do CONAMA, que estabelece limite para rios de Classe 2, a qual ressalta máximo de 5 mg L⁻¹, todos os pontos avaliados no período chuvoso estavam em acordo com o valor de DBO inferior ao preconizado pela legislação; e, na estiagem, todos os pontos foram superiores ao estabelecido, com exceção do Ponto C.

O oxigênio dissolvido (OD) é um fator limitante para manutenção da vida aquática e de processos de autodepuração em sistemas aquáticos naturais. Durante a degradação da matéria orgânica, as bactérias usam o oxigênio nos seus processos respiratórios, podendo causar uma redução de sua concentração no meio (CETESB, 2013). A concentração de oxigênio presente na água varia conforme a pressão atmosférica (altitude) e com a temperatura do meio, apresentando, normalmente, concentrações em torno de 8 mg L⁻¹ a 25°C, em águas naturais e ao nível do mar (EMBRAPA, 2001).

O teor de OD é um indicador das condições de poluição por matéria orgânica. Portanto, uma água não poluída deve estar saturada de oxigênio. Por outro lado, teores baixos de OD podem indicar que houve uma intensa atividade bacteriana decompondo matéria orgânica lançada na água (MOTA, 2012). Uma das causas mais frequentes de mortandade na vida aquática é a queda na concentração de oxigênio nos corpos d'água. O valor mínimo de oxigênio dissolvido (OD) para a preservação da vida aquática, estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 é de 5,0 mg L⁻¹, mas existe uma variação na tolerância de espécie para espécie.

As amostras das surgências analisadas tiveram moderada taxa de OD, que era esperado, em virtude de as águas subterrâneas não apresentarem fontes de oxigenação como algas e turbulência. Os valores baixos encontrados no estudo para a taxa de OD relacionam-se diretamente aos valores de DBO e à quantidade de matéria orgânica dissolvida neste estudo (FIORESE, 2019; MATOS et al., 2023, MATOS, 2023). Observa-se que os Pontos A e B, no período de estiagem apresentaram teores de OD inferiores àqueles considerado necessário para manutenção da vida aquática plena.

A determinação da concentração dos coliformes totais assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microrganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica. Já a presença de coliformes termotolerantes indica a possibilidade de ocorrência de outros microrganismos patogênicos entéricos na água e a possibilidade de contaminação fecal (SOARES; DA COSTA, 2020).

Na Tabela 3, estão apresentadas as análises microbiológicas da água nos pontos monitorados. Verifica-se que, todos os pontos analisados no período chuvoso e, 50% dos pontos avaliados no período de estiagem, apresentaram coliformes totais acima dos limites estabelecidos. Já em relação aos coliformes termotolerantes, observa-se que todos os pontos avaliados apresentaram contagem de coliformes inferiores ao limite estabelecidos pela CONAMA 357/2005, que não deveria ser excedido ao limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros.

A água captada em surgências pode apresentar contaminação por coliformes, pois não são vedadas adequadamente ou, ainda, os moradores não recebem informações sobre os cuidados necessários. É importante ressaltar que a presença de coliformes nas amostras serve como indicador de contaminação fecal, normalmente encontrada em grande quantidade nos esgotos domésticos. Scorsafava et al. (2010) e Costa (2022) ressaltam que o consumo direto de água não tratada ou mesmo manipulada de forma errônea pode levar a casos de diarreia, cólera, hepatite, febre tifoide e até mesmo poliomielite quando digerida.

Tabela 3. Valores da análise microbiológicas da água nos pontos monitorados

Pontos	Coliformes Totais (NMP/100mL)		Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	
	Chuv.	Est.	Chuv.	Est.
A	1553,10	290,80	48,30	45,9
B	1011,20	1011,20	47,60	9,7
C	9931,50	86,00	205,50	22,8
D	1732,90	1011,20	51,20	524,7

Chuv = chuvoso; Est = estiagem, NMP = número mais provável.

O índice de qualidade da água (IQA) engloba nove parâmetros e representa um panorama geral da qualidade da água em um determinado ponto ou estação de monitoramento. Consiste basicamente em um produto ponderado, onde o resultado de múltiplos parâmetros é representado em um único valor. Este índice tornou-se uma importante ferramenta para a avaliação da qualidade das águas, permitindo a comparação com os corpos d'água de outras regiões e países (NSF, 2006). Na Tabela 4, estão apresentados os valores de IQA nos quatro pontos avaliados.

Tabela 4. Valor do Índice de Qualidade de Água (IQA) das águas nos pontos monitorados.

Pontos	IQA estiagem		IQA chuvoso	
	Valor	Classe	Valor	Classe
A	68,87	Boa	70,08	Boa
B	62,31	Boa	74,79	Boa
C	72,70	Boa	67,93	Boa
D	59,61	Boa	72,28	Boa

Fonte: Elaborado pelos autores

A determinação do IQA na microbacia do córrego Palmital resultou em valores que variaram entre 59,61 a 72,70 no período de estiagem e, de 67,93 a 74,79 no período chuvoso. As análises realizadas durante o período experimental determinaram que todos os pontos amostrais apresentaram o IQA “Bom”, indicando que, mesmo sendo água de surgência, há necessidade de se realizar ao menos os tratamentos simplificados como a cloração, coagulação e floculação, e filtração.

Ao analisarmos os dados separadamente, fica evidente que todas as amostras coletadas não são adequadas para consumo humano “in natura”. Portanto, é necessário que essas amostras passem por tratamento antes de serem consumidas. Os resultados das análises indicaram a presença de coliformes termotolerantes em todas as amostras. Essa contaminação está relacionada a diversas causas, como desmatamento, atividades pecuárias, práticas agrícolas inadequadas e escoamento de resíduos domésticos e industriais. Esses fatores são agravados pela redução da mata ciliar e pela proximidade com áreas urbanas e rodovias (Figura 2).

A qualidade das fontes de água monitoradas está diretamente associada às características de sua localização, tais como infraestrutura sanitária reduzida, erosão do solo, proximidade dos pontos de lançamento de efluentes e estado inadequado de preservação das surgências. Dessa forma, embora o município tenha o privilégio de dispor de abundantes fontes de água, tanto subterrâneas quanto superficiais, estas estão sendo afetadas pela poluição. Torna-se, portanto, necessária a realização de intervenções na microbacia para garantir a qualidade e a quantidade de água para as atuais e futuras gerações.

4. CONCLUSÃO

Com base nas análises das amostras de água, foi possível constatar que a microbacia do córrego Palmital apresenta sinais de poluição. Isso é evidenciado pela classificação do Índice de Qualidade das Águas (IQA), que foi classificado como 'Boa'. Sendo o IQA uma medida abrangente que considera vários aspectos da qualidade da água, cada um dos parâmetros avaliados pelo IQA tem um peso diferente na nota final. Portanto, mesmo com uma classificação de IQA 'Boa', é importante continuar monitorando todos os parâmetros individualmente para garantir que a qualidade da água seja mantida e para identificar rapidamente quaisquer mudanças potencialmente prejudiciais.

É crucial que haja um equilíbrio entre urbanização e preservação. Para isso, recomenda-se a implementação de um zoneamento ambiental eficaz. Além disso, é fundamental investir em saneamento público, com ênfase especial no tratamento dos efluentes coletados.

Continuar monitorando a qualidade da água na microbacia do córrego Palmital é de suma importância para identificar quaisquer mudanças na qualidade da água e tomar medidas adequadas para mitigar os impactos negativos.

REFERÊNCIAS

ANA - Agência Nacional de Águas. **Portal da Qualidade das Águas**. (2017). Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>. Acesso em: 4 nov. 2023.

APHA - RICE, E. W.; BRIDGEWATER, L.; AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (Eds.). **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 23. ed. Washington, DC: American public health association, 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. **Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 5 maio 2021. Seção 1, p. 41-44.

BRASIL. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS. **Panorama do saneamento básico no Brasil em 2021**. Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/produtos-do-snis/PANORAMA_DO_SANEAMENTO_BASICNO_BRASIL_SNIS_2021compactado.pdf. Acesso em: 4 nov. 2023.

BROWN, R. M. et al. **A water quality index: do we dare?** *Water & Sewage Works*, v. 117, n. 10, p. 339-343, 1970.

CASTRO, R. S. D.; CRUVINEL, V. R. N.; OLIVEIRA, J. L. D. M. (2020). **Correlação entre qualidade da água e ocorrência de diarreia e hepatite A no Distrito Federal/Brasil**. *Saúde em Debate*, 43, 8-19. <https://doi.org/10.1590/0103-11042019S301>.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo**. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente, 2008. 540 p.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Poluição das águas subterrâneas. Águas Subterrâneas. 2013.** São Paulo. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/publicacoes-e-relatorios/>. Acesso em: 10 nov. 2023.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2017 – Apêndice D.** São Paulo: CETESB, 2018. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2019/10/Ap%C3%AAndice-D_-%C3%8Dndices-de-Qualidade-das-%C3%81guas.pdf. Acesso em: 14 mar 2024.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 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.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 mar. 2005. Seção 1, p. 58-63.

CORDEIRO, M. R. et al. **Avaliação da contaminação de efluentes domésticos em poços sobre área de restinga.** Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, v. 5, n. 1, p. 89-102, 2011.

COSTA, L. G. **Panorama da qualidade da água utilizada pela população da zona rural de Urutaí – GO.** 2022. 40 p. Dissertação (Mestrado em Conservação dos Recursos Naturais do Cerrado) – IFGoiano, Urutaí-GO, 2022.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (CNPMA). 2001. **Oxigênio dissolvido.** Disponível em, <https://www.cnpma.embrapa.br/projetos/ecoagua/eco/oxigdiss.html>. Acesso em 25 de fev. 2024.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2008. **Cerrado: Desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável.** Disponível em, <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/570979/cerrado-desafios-e-oportunidades-para-o-desenvolvimento-sustentavel>. Acesso em 14 de março. 2024.

FIGLIANO, C. H. U. **Estudo do oxigênio dissolvido aliado à análise de uso de solo da área de preservação permanente do Rio Castelo-ES, Brasil.** Brazilian Journal of Development, v. 5, n. 1, p. 887-900, 2019.

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde. **Manual da solução alternativa coletiva simplificada de tratamento de água para consumo humano em pequenas comunidades utilizando filtro e dosador desenvolvidos pela Funasa/Superintendência Estadual do Pará.** Brasília, 2017. Disponível em, <https://repositorio.funasa.gov.br/bitstream/handle/123456789/476/Manual%20da%20SALTAZ%20WEB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em, 04 de mar. 2024.

MATOS, A. S. et al. **Caracterização da qualidade da água dos afluentes do córrego trindade em Itumbiara-GO.** Revista Ifes Ciência, v. 9, n. 1, p. 01-10, 2023. Disponível em, file:///C:/Users/User/Downloads/1798-Texto%20do%20Artigo-14493-1-10-20230405%20(1).pdf. Acesso em: 29 jan. 2024.

MELO, R. A. **Qualidade físico-química e microbiológica da água fornecida em bebedouros de escolas municipais em Cabedelo-PB.** 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016.

MOTA, S. **Introdução à engenharia ambiental.** 5. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2012.

NAYAK, J. G.; PATIL, L. G.; PATKI, V. K. **Development of water quality index for Godavari River (India) based on fuzzy inference system.** Groundwater for sustainable development, v. 10, p. 100350, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2020.100350>. Acesso em: 4 nov. 2023.

NATIONAL SANITATION FOUNDATION - NSF. **Water quality index-WQI.** 2006.

PERPETUO, E. A. **Parâmetros de caracterização da qualidade das águas e efluentes industriais.** São Paulo: CEPEMA-USP 2014. Disponível em: <https://encurtador.com.br/kzAM9>. Acesso em: 7 nov. 2023.

SCORSАFAVA, M. A.; SOUZA, A.; STOFER, M.; NUNES, C. A.; MILANEZ, T. V. **Avaliação físico-química da qualidade de água de poços e minas destinada ao consumo humano.** Revista do Instituto Adolfo Lutz, v. 69, n. 2, p. 229-232, 2010.

SEIFI, A.; DEHGHANI, M.; SINGH, V. P. **Uncertainty analysis of water quality index (WQI) for groundwater quality evaluation: Application of Monte-Carlo method for weight allocation.** Ecological Indicators, v. 117, p. 106653, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106653>. Acesso em: 4 nov. 2023.

SOARES, S. C. R.; DA COSTA, F. S. **Parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da água em assentamento rural do Amazonas: o caso do PA Pacιά (Lábrea/AM).** Águas Subterrâneas, v. 34, n. 2, 2020.

SOUZA, J. A. R. et al. **Chemical Variation in Soil Fertirrigated with Effluent.** Revista de Gestão Social e Ambiental, v. 17, n. 2, e03208-e03208, 2023.

SOUZA, J. A. R.; MOREIRA, D. A.; CONDÉ, N. M.; CARVALHO, W. B.; CARVALHO, C. V. M. **Análise das condições de potabilidade das águas de surgências em Ubá, MG.** Rev. Ambient. Água, v. 10, n. 3, 2015.

SUHOGUSOFF, A. V.; HIRATA, R.; FERRARI, L. C. K. M. **Water quality and risk assessment of dug wells: a case study for a poor community in the city of São Paulo, Brazil.** Environmental Earth Sciences, v. 68, p. 899-910, 2013.

UFJF - Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF. Aula 08 – Condutividade elétrica, Laboratório de Química – QUI126. 2018. Disponível em, <https://www2.ufjf.br/quimica/wp-content/uploads/sites/357/2022/11/Aula-08-condutividade-eletrica.pdf>. Acesso em, 25 de fev.2024.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 3. ed. Minas Gerais: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, v. 1, 452 p., 2014.