



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 QUALIDADE DAS ÁGUAS DO RIBEIRÃO SAMPAIO EM PIRES DO RIO- GO

HELAINÉ CAVALCANTI DE MELLO

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 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

HELAINÉ CAVALCANTI DE MELLO

**AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DA AÇÃO
ANTRÓPICA SOBRE A QUALIDADE DAS
ÁGUAS DO RIBEIRÃO SAMPAIO EM PIRES
DO RIO- 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.

**URUTÁI (GO)
2024**

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

MM528a Melo , Helaine Cavalcanti de
Avaliação dos efeitos da ação antrópica sobre a
qualidade da água do Ribeirão Sampaio em Pires do
Rio - GO / Helaine Cavalcanti de Melo ; orientador
José Antonio Rodrigues de Souza; co-orientadora
Débora Astoni Moreira . -- Urutaí, 2024.
32 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. Astoni Moreira , Débora , co-
orient. III. Título.

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, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado) | <input type="checkbox"/> Artigo científico |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação (mestrado) | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC (graduação) | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Helaine Cavalcanti de Mello

Matrícula:

2022101330940001

Título do trabalho:

Avaliação dos efeitos da ação antrópica sobre a qualidade da água do Ribeirão Sampaio em Pires do Rio - GO

RESTRICÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: / 04 / 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:

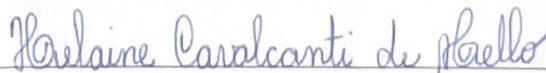
- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto 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;
- Que cumpriu 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.

Urutá

Local

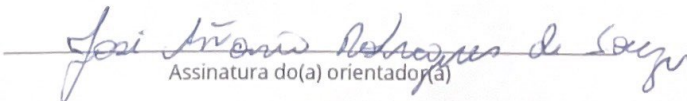
/ 04 / 2024

Data



Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:



Assinatura do(a) orientado(a)



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

Ata nº 83/2024 - DE-UR/CMPURT/IFGOIANO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE MESTRADO

Aos vinte sete dias do mês de março do ano de dois mil e vinte e quatro, às quatorze horas, reuniram-se os membros da banca examinadora em sessão pública realizada virtualmente para proceder à avaliação da defesa de Trabalho de Conclusão de Curso de mestrado profissional, de autoria de **Helaine Cavalcanti de Mello**, 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 da ação antrópica sobre a qualidade da água do Ribeirão Sampaio em Pires do Rio - GO**". A sessão foi aberta pela presidente da banca examinadora, Prof. Dr. **José Antonio Rodrigues 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 **MESTRA EM CONSERVAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS DO CERRADO**, na área de concentração em **Ciências 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 Rodrigues de Souza	IF Goiano	Orientador/Presidente
Profª Drª Débora Astoni Moreira	IF Goiano	Membra interna
Prof Dr Leandro Caixeta Salomão	IF Goiano	Membro interno
Dr. Alex Rodrigues Gomes		Membro Externo

Documento assinado eletronicamente por:

- Alex Rodrigues Gomes, Alex Rodrigues Gomes - Professor Avaliador de Banca - Instituto Federal Goiano (1), em 09/04/2024 12:02:19.
- Leandro Caixeta Salomao, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 07/04/2024 14:09:54.
- Debora Astoni Moreira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 07/04/2024 10:22:33.
- Jose Antonio Rodrigues de Souza, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 07/04/2024 10:16:49.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 05/04/2024. 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: 590374

Código de Autenticação: 0d51582304



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

FOLHA DE APROVAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE MESTRADO

Título: Avaliação dos efeitos da ação antrópica sobre a qualidade da água do Ribeirão Sampaio em Pires do Rio - GO

Autora: Helaine Cavalcanti de Mello

Orientador: Prof. Dr José Antonio Rodrigues de Souza

Trabalho de Conclusão de Curso de Mestrado **APROVADO** em **27 de março de 2024**, como parte das exigências para obtenção do Título **MESTRE EM CONSERVAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS DO CERRADO**, pela Banca Examinadora especificada a seguir:

Prof. Dr Jose Antonio Rodrigues de Souza IF Goiano

Prof^a. Dr^a. Débora Astoni Moreira IF Goiano

Prof. Dr. Leandro Caixeta Salomão IF Goiano

Dr. Alex Rodrigues Gomes

Documento assinado eletronicamente por:

- Alex Rodrigues Gomes, Alex Rodrigues Gomes - Professor Avaliador de Banca - Instituto Federal Goiano (1), em 09/04/2024 12:03:33.
- Leandro Caixeta Salomao, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 07/04/2024 14:08:41.
- Debora Astoni Moreira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 07/04/2024 10:21:48.
- Jose Antonio Rodrigues de Souza, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 07/04/2024 10:19:44.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 05/04/2024. 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: 590379

Código de Autenticação: dd154f4616



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Urutaí

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

(64) 3465-1900

*“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

Agradeço a Deus pelo dom da vida, por me permitir viver com fé e alegria.

A minha mãezinha Noêmia, mulher de fé, forte e sábia, agradeço todo cuidado, amor e ensinamentos, ao meu pai, Carlos Roberto, que sempre acreditou na minha capacidade, sempre me incentivou e apoiou, a minha irmã Aline, que segura firme as minhas mãos, aos meus sobrinhos que tanto amo, vocês me inspiram e me enche de orgulho, ao meu irmão Carlos, que posso contar sempre. A minha filha Isabela, que me permitiu amar incondicionalmente, sua alegria e luz, deixa os meus dias mais leves, você é incrível.

Aos meus amigos, que são fundamentais e especiais em minha vida, a eles todo o meu amor e companheirismo. Em particular, agradeço ao meu irmão de alma, Cleber que muito me incentivou e ajudou.

Ao professor José Antônio que me auxiliou e me possibilitou chegar até aqui. Compartilhou comigo conhecimento, gentileza, atenção e cuidado, serei eternamente grata. A querida professora Débora, por toda confiança, auxílio e atenção.

Aos meus colegas do Colégio Sagrado e Colégio Betel, pelo apoio e companheirismo, vocês foram fundamentais na minha trajetória.

Aos professores Dr. Alex Rodrigues Gomes, Dr. Leandro Caixeta Salomão e a professora Dr.^a Aline Sueli de Lima Rodrigues, por terem aceitado compor a banca me dando oportunidade de aprimoramento do meu trabalho. Ao Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí, onde cursei minha primeira graduação, e nesse momento me possibilitou voar mais alto.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABELAS	x
RESUMO.....	15
ABSTRACT	16
1. INTRODUÇÃO	17
2. MATERIAL E MÉTODOS	18
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
4. CONCLUSÃO.....	29
5. REFERÊNCIAS.....	30

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização da microbacia do ribeirão Sampaio.....	19
Figura 2: Localização dos pontos de coleta monitorados na microbacia do ribeirão Sampaio..	20
Figura 3: Imagens dos pontos de coleta de água.....	21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características físicas da água de surgências monitoradas na microbacia do ribeirão Sampaio	23
Tabela 2 - Características químicas da água de surgências monitoradas na microbacia do ribeirão Sampaio.....	24
Tabela 3 - Valores das análises microbiológicas da água nos pontos monitorados.....	27
Tabela 4. Valor do Índice de Qualidade de Água (IQA) das águas nos pontos monitorados.....	28

AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DA AÇÃO ANTRÓPICA SOBRE AS CONDIÇÕES DE POTABILIDADE DAS ÁGUAS DO RIBEIRÃO SAMPAIO EM PIRES DO RIO- GO

RESUMO

No presente trabalho, objetivou-se estudar a interferência das atividades antrópicas na qualidade das águas localizadas no perímetro urbano do município de Pires do Rio - GO. Para isso, nove pontos ao longo do perímetro urbano, pertencentes a microbacia do ribeirão Sampaio, tiveram suas características físicas (temperatura, turbidez, sólidos totais e condutividade elétrica), químicas (pH, nitrato, fosfato, demanda bioquímica de oxigênio e oxigênio dissolvido) e microbiológicas (coliformes totais e termotolerantes) monitoradas ao longo de um ano. Os parâmetros temperatura, pH e cor, cloreto e dureza de todas as surgências monitoradas foram consideradas normais em relação ao padrão de potabilidade. Já a análise de turbidez, condutividade elétrica, nitrato e coliformes totais e termotolerantes indicaram contaminação por atividades antropogênicas. De maneira geral, os resultados indicaram ocorrência de elevada degradação ambiental, onde apenas 30% das surgências monitoradas atenderam os padrões de potabilidade

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 to ensure water conservation in a watershed. The objective of this study was to evaluate the effects of anthropic action on the quality of perennial emergency waters in the Ribeirão River Basin in Pires do Rio-GO. For this, four emergencies had their physical characteristics (temperature, turbidity, total solids and electrical conductivity), chemical (pH, nitrate, phosphate demand biochemical oxygen and dissolved oxygen) and microbiological (total and thermotolerant coliforms) monitored over a year, in campaigns in the rainy and dry season, in addition to determining the water quality index (WQI). According to the results, it was found that all the points analyzed both in the rainy season and in the dry season presented thermotolerant coliform count and "good" WQI, indicating that, even being water of emergency, there is a need for at least simplified treatments. The adoption of preventive measures aimed at the preservation of water sources, and the treatment of already compromised waters are the necessary tools to considerably reduce the risk of occurrence of waterborne diseases.

Keywords: water resources, monitoring, water quality index.

1. INTRODUÇÃO

A movimentação e transformação da água na natureza, denominada ciclo hidrológico, ocorre por meio de diferentes processos físicos, químicos e biológicos. As ações antrópicas, inevitavelmente, entram nesses processos, produzindo significativas alterações, modificando extremadamente esse ciclo (Menezes et al., 2009) e, conseqüentemente, trazem consigo impactos relevantes para o próprio homem e para o meio ambiente, ou seja, gera-se escassez em termos de quantidade de água.

O crescimento das cidades resulta no aumento da demanda de produção de energia e alimentos. No passado, quando as cidades eram menores, as necessidades também eram, e conseqüentemente, o impacto ambiental também era reduzido (Vasiliev; Bolgov, 2008). Segundo Santos (2007), a forma como é feita a ocupação do espaço tem provocado sucessivos e inúmeros problemas ambientais, como degradação da cobertura vegetal, perda de biodiversidade, obstrução e alteração da rede de drenagem, transmissão de doenças de veiculação hídrica, contaminação e poluição do ar, da água, do solo, perda de terras produtivas, desencadeamento de processos erosivos, entre outros.

Nota-se que o processo de urbanização de cidades brasileiras vem contribuindo para o distanciamento entre estas e os cursos d'água, resultando na perda do rio enquanto elemento de referencial paisagístico, histórico e cultural, além de dirimir sua conectividade com o tecido urbano.

A ONU estabeleceu dezessete objetivos de desenvolvimento sustentável, afim de suprir as necessidades da atual geração e assegurar qualidade de vida das gerações futuras de forma igualitária. Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos, tem como meta melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuárias não tratadas, e aumentando a reciclagem e reutilização segura em âmbito mundial.

Considerando a grande importância das águas para a manutenção e expansão do desenvolvimento urbano e a possibilidade de contaminação por doenças de veiculação hídrica, com este trabalho objetivou-se estudar a interferência das atividades antrópicas na qualidade das águas de um trecho da microbacia do ribeirão Sampaio, em Pires do Rio-GO, bem como determinar o grau de eficiência do sistema de tratamento de esgoto (ETE).

Considerando a grande importância das águas para a manutenção e expansão do desenvolvimento urbano e a possibilidade de contaminação por doenças de veiculação hídrica, com este trabalho objetivou-se estudar a interferência das atividades antrópicas nas condições de um trecho da microbacia do ribeirão Sampaio, em Pires do Rio - GO, bem como determinar o grau de eficiência do sistema de tratamento de esgoto (ETE).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em um trecho urbano da microbacia do ribeirão Sampaio, pertencente à bacia do Rio Paranaíba (Figura 1), o qual é utilizado como um dos limítrofes das áreas urbanas e rurais, sendo responsável pela drenagem de uma área de 169,3 km², o que corresponde a 15,77% da área do município de Pires do Rio - GO (Dias, 2008). Trata-se do manancial que fornece água a propriedades rurais da cidade, bem como pela recepção do esgoto.

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). O solo predominante é Latossolo Vermelho, que ocupa 87,37% do total da microbacia (Dias, 2008) e o mapeamento do uso e ocupação do solo indicou predominância de atividades agropecuárias em 70% da área total (ANA, 2013; Lemes, 2021).

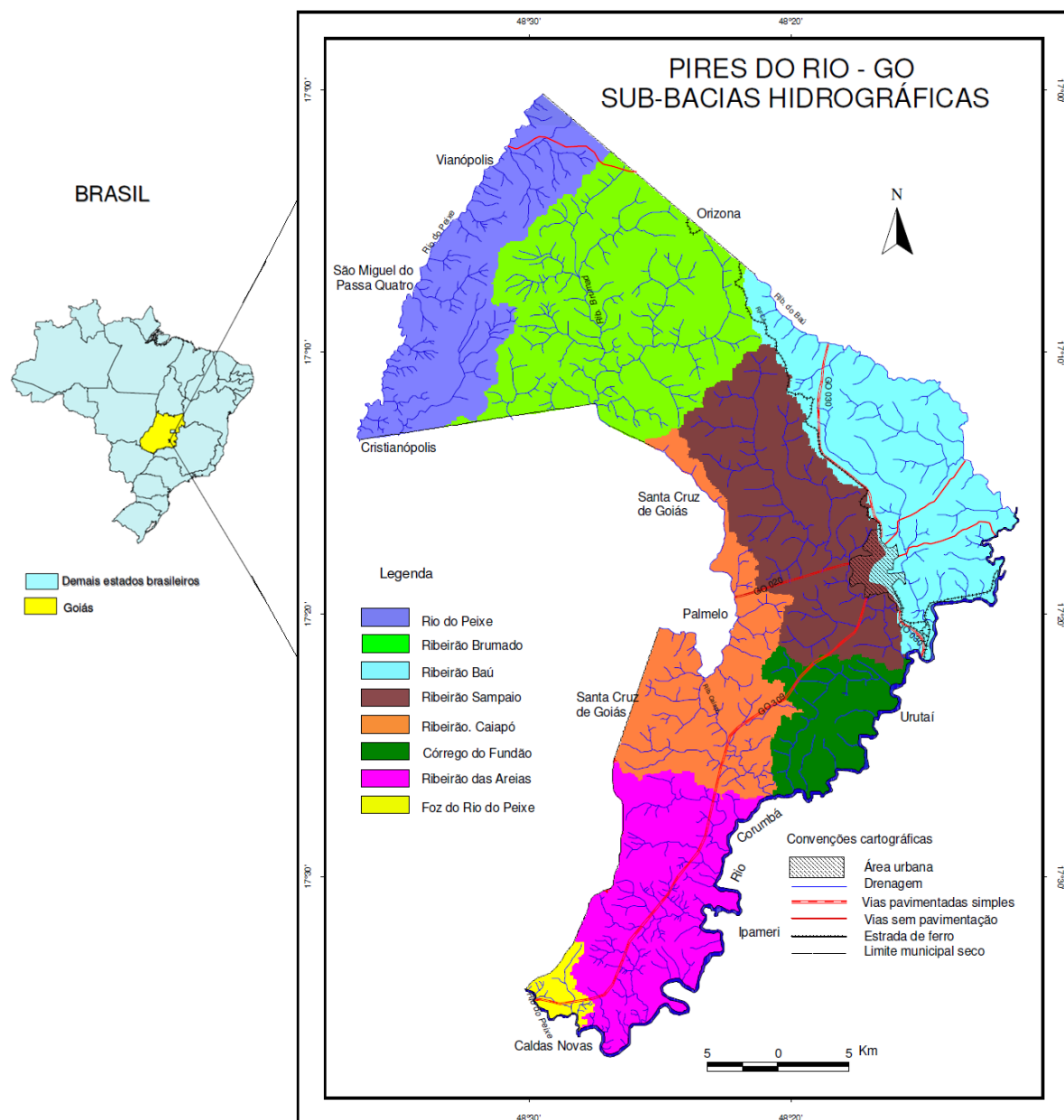


Figura 1: Localização da microbacia do ribeirão Sampaio
 Fonte: Adaptado de Dias (2008), Lemes (2021)

Os pontos escolhidos (Figura 2) para o monitoramento da qualidade da água foram àqueles que apresentavam fácil acesso e separavam área rural da urbana (Pontos A, B, H e I). Também, procurou-se monitorar a eficiência do sistema de tratamento de efluente (ETE) e seu impacto no curso de água, sendo, assim, delimitado a entrada de esgoto (Ponto C), efluentes das lagoas anaeróbica (Ponto D) e facultativa (Ponto E), bem como pontos numa distância de 100 m a montante (Ponto F) e a jusante (Ponto G) do ponto de lançamento de efluente tratado.



Figura 2. Localização dos pontos de coleta monitorados na microbacia do ribeirão Sampaio.
Fonte: Adaptado do *Google Earth*.

Na Figura 3, estão apresentadas imagens “in situ” dos pontos monitorados durante o período da estiagem e chuvoso.

Ponto A



Ponto B



Ponto C



Ponto D



Ponto E



Ponto F



Ponto H



Ponto I



Ponto J



Figura 3- Imagens dos pontos de coleta de água nos diferentes pontos

As determinações dos valores de temperatura e pH 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 Dried at 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+ – *Electrometric Method*), turbidez (SMEWW 2130 – *Turbidity*), 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):

$$\prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad \text{Equação 1}$$

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 fins de discussão, os parâmetros analisados tiveram seus valores comparados à Resolução CONAMA 357/2005 (CONAMA, 2005) para águas doces de classe II.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A temperatura é um dos padrões, ou características organolépticas, de qualidade das águas atrelada à sensibilidade dos organismos vivos, que tornam uma água atraente ou não 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 poluição térmica (Souza et al., 2015).

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados das características físicas dos nove pontos monitorados na microbacia do ribeirão Sampaio.

Tabela 1 – Características físicas da água nos pontos monitorados na microbacia do ribeirão Sampaio.

Pontos	T (°C)		Turbidez (UNT)		ST (mg L ⁻¹)		CE (µS cm ⁻¹)	
	Chuv.	Est..	Chuv.	Est..	Chuv.	Est..	Chuv.	Est..
A	24	22	49,8	12,60	94,00	47,00	59,64	56,16
B	24	22	47,9	15,20	88,00	69,00	62,59	54,35
C	24	24	213	284,00	964,00	592,00	908,5	921,6
D	24	24	428	331,00	628,00	493,00	789,9	840,7
E	24	24	167	70,80	580,00	200,00	686,8	776,1
F	24	22	67,3	13,30	50,00	80,00	65,8	59,58
G	24	22	70,7	16,20	42,00	54,00	71,64	84
H	24	22	64,6	16,00	22,00	74,00	76,34	69,82
I	24	22	46,4	14,50	6,00	52,00	79,08	68,23

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

Na Tabela 1, as temperaturas observadas (22°C – 24°C) para ambas as estações do ano, e mesmo a jusante do lançamento da ETE, refletiram 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°C e 26°C (Rodrigues, 2018).

Embora a turbidez possa ter origem natural, não trazendo inconvenientes sanitários diretos, esteticamente é desagradável na água potável, e os sólidos em suspensão podem servir de abrigo para microrganismos patogênicos (Melo, 2016).

Como esperado, a turbidez no período chuvoso é superior àquele do período de estiagem devido ao carreamento de partículas sólidas. De acordo com a resolução CONAMA 357/2005, para rios de Classe II, o valor máximo permitido na água é de até 100 UNT, estando todos os pontos abaixo do limite estabelecido, à exceção dos pontos C, D e E, que se referem ao esgoto direcionado à estação de tratamento.

Observa-se que maiores valores de turbidez foram obtidos no período chuvoso, que se justifica por carreamento de sedimentos sólidos pelo escoamento superficial. Ainda, é possível notar que não houve diferença no valor da turbidez a montante e jusante do ponto de lançamento do esgoto.

Os sólidos nas águas correspondem a toda matéria que permanece como resíduo após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado (CETESB, 2013). Apresenta relação direta com a turbidez, ocorrendo-se maiores valores quanto maior for a quantidade a concentração de sólidos. Assim, verificou-se que os valores dos sólidos dissolvidos totais se encontram dentro dos padrões de até 500 mg L⁻¹ tendo em vista que a Resolução CONAMA 357/2005 não estabelece valores máximos.

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. 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 todos os pontos monitoradas não estavam poluídas, sendo os valores mais altos, àqueles que se referem ao esgoto sanitário.

Em relação à eficiência de remoção de turbidez e sólidos totais, verifica-se uma redução de 21,68% e 39,83% no período chuvoso e, 75% e 66,22% no período de estiagem, respectivamente.

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados da caracterização química das águas do ribeirão Sampaio, nos pontos monitorados.

Tabela 2 – Características químicas da água do ribeirão Sampaio monitoradas na microbacia do ribeirão Sampaio.

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	7,14	6,20	ND	5,12	0,0175	0,001	5,80	5,80	5,80	7,40
B	7,00	6,70	ND	2,65	0,0088	0,001	10,50	5,40	6,00	7,30
C	7,25	7,10	ND	1,48	0,2942	0,429	277,10	482,80	ND	ND
D	7,67	7,10	ND	2,79	0,3183	0,305	210,60	261,70	ND	ND
E	7,82	7,80	ND	1,78	0,2450	0,289	63,10	77,00	ND	ND
F	7,54	7,90	ND	1,34	0,0150	0,000	9,40	9,20	5,80	7,00
G	7,54	7,60	ND	0,03	0,0160	0,019	11,90	13,60	5,70	7,00
H	7,52	7,40	ND	4,25	0,0115	0,008	15,10	12,70	5,80	6,00
I	7,39	7,40	ND	8,61	0,0083	0,008	14,90	12,00	5,8	6,20

Est. = estiagem; Chuv. = chuvoso; 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 (6,20 a 7,90) 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), não sendo evidenciado um padrão espacial de ocorrência.

A presença de compostos de nitrogênio nos seus diferentes estados de oxidação é indicativa de contaminação do aquífero e de possíveis condições higiênico-sanitárias insatisfatórias. Apesar nitrogênio ser elemento indispensável ao crescimento de algas, em excesso, pode provocar desenvolvimento exagerado desses organismos, fenômeno chamado eutrofização.

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 resolução CONAMA 357 ser de $10 \text{ mg N-NO}_3^- \text{ L}^{-1}$ 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, todos os pontos monitorados no período chuvoso, inclusive o efluente da ETE, não apresentaram concentrações de nitrato, enquanto no período de estiagem, os pontos A e I apresentaram valores inferiores àquele exigido para água classe 2.

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 $0,030 \text{ mg L}^{-1}$ e, para ambientes intermediários, apresenta valor máximo de $0,050 \text{ mg L}^{-1}$. Assim, verifica-se, ainda na Tabela 2, que todos os pontos referentes ao esgoto apresentaram valores de fósforo acima da faixa estabelecido pela CONAMA 357/05.

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 convencional (Matos et al., 2023).

Para a Resolução 357/05 do CONAMA que estabelece limite para rios de Classe 2, a qual ressalta máximo de 5mg L^{-1} , todos os pontos avaliados no período de estiagem e chuvoso estavam em desacordo com o valor de DBO superior ao preconizado pela legislação. Em relação ao sistema de tratamento, houve uma redução de 77,22% no período chuvoso e, 84,05% no período de estiagem.

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.

Verifica-se que o OD apresentou valores superiores ao mínimo para vida aquática, a exceção dos pontos relativos a ETE.

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 $5,0\text{ mg/L}$, mas existe uma variação na tolerância de espécie para espécie.

As amostras dos efluentes da ETE analisados não apresentaram taxa de OD, que era esperado, em virtude das altas concentrações de sólidos e turbidez, bem como não apresentarem fontes de oxigenação como algas e turbulência. Outro motivo para os valores baixos, pode estar relacionado à quantidade de matéria orgânica dissolvida, que pode estar relacionado aos valores obtidos para a DBO neste estudo (Fiorese, 2019; Matos et al., 2023).

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 apresentaram coliformes totais acima

dos limites estabelecidos. Já em relação aos coliformes termotolerantes, observa-se, também, que todos os pontos avaliados apresentaram contagem de coliformes superiores ao limite estabelecidos pela CONAMA 357/2005, que não deveria ser excedido ao limite de 1.000 NMP/100 mL.

É importante ressaltar que a presença de coliformes nas amostras servem como indicadores 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 nos pontos monitorados

Pontos	Coliformes Totais (NMP/100mL)		Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	
	Chuv.	Est.	Chuv.	Est.
A	8,66E+04	5,72E+03	2,88E+03	1,78E+03
B	1,20E+05	7,82E+03	6,93E+03	1,90E+03
C	4,84E+07	2,61E+07	3,97E+07	4,46E+06
D	1,73E+07	1,75E+07	2,85E+06	8,80E+05
E	1,73E+06	5,12E+06	2,11E+05	7,73E+05
F	2,39E+04	7,20E+04	2,27E+03	2,98E+03
G	2,49E+04	7,44E+04	2,69E+03	6,52E+03
H	1,20E+05	6,87E+04	2,75E+03	6,52E+03
I	1,01E+05	8,70E+03	6,57E+03	1,80E+03

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 nove 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	61,14	Boa	58,77	Boa
B	63,86	Boa	53,53	Boa
C	8,28	Péssima	9,57	Péssima
D	10,25	Péssima	10,23	Péssima
E	13,05	Péssima	12,73	Péssima
F	60,38	Boa	56,54	Boa
G	55,08	Boa	54,08	Boa
H	53,23	Boa	52,71	Boa
I	57,28	Boa	52,65	Boa

Fonte: Elaborado pelos autores

A determinação do IQA na microbacia do ribeirão Sampaio resultou em valores que variaram entre 8,28 a 63,86 no período de estiagem e, de 9,57 a 58,77 no período chuvoso. As análises realizadas durante o período experimental determinaram que todos os pontos amostrais apresentaram o IQA “Boa”, indicando que há necessidade de se realizar ao menos os tratamentos simplificados como a cloração. Verifica-se ainda, como era de ser esperado, que o efluente da ETE apresentaria o IQA péssimo.

Ao analisarmos os dados separados, podemos verificar que todas as amostras coletadas estão impróprias para o consumo humano “in natura”, devendo passar por tratamento anterior ao consumo, uma vez que em todas as amostras analisadas foram detectados resultados positivos para coliformes termotolerantes.

A qualidade das fontes de água monitorada está diretamente associada às características de sua localização, tais como reduzidas infraestruturas sanitárias, erosão do solo e proximidade dos pontos de lançamento de efluentes. Dessa forma, embora o município tenha o privilégio de dispor de elevadas fontes de água elas estão sofrendo com a poluição, tornando-se necessárias intervenções na microbacia de modo a garantir qualidade e quantidade de água para as atuais e futuras gerações.

4. CONCLUSÃO

Os valores do IQA indicam que as amostras coletadas apresentam “boa” qualidade, exceto os pontos que fazem parte da ETE, que apresenta qualidade “péssima”. Ao considerar, entretanto, os resultados obtidos das análises microbiológicas, os valores de coliformes termotolerantes, evidenciam uma alta contaminação de origem fecal, inviabilizando o consumo “in natura”.

Recomenda -se que seja conciliado urbanização e preservação, por meio do zoneamento ambiental, bem como investimentos no saneamento público, sobretudo no que se refere ao tratamento dos efluentes coletados.

5. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Plano de recursos hídricos e do enquadramento de corpos hídricos superficiais da bacia hidrográfica do rio Paranaíba. 77 p., Brasília, 2013.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS–ANA. Indicadores de qualidade: índice de qualidade das águas (IQA), 2021. Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx> . Acesso em: jan. 2024.

ANA, Agência Nacional de Águas. Portal da Qualidade das Águas. 2017. Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/enquadramento-bases-conceituais.aspx>. 2020. Acesso em: jun. 2023.

APHA. American Public Health Association. Standart methods for the examination of water and wastewater. 23. ed. Washington: Apha, 2017.

BARROS, F. M. Dinâmica do nitrogênio e do fósforo e estado trófico nas águas do rio Turvo sujo. Viçosa. 193p. Programa de pós graduação em engenharia agrícola – Universidade Federal de Viçosa, 2008.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm. Acessado em: dez. 2023.

BRASIL. Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005 Conselho Nacional de Meio Ambiente. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: out. 2023.

Cordeiro, M. R., de Melo Rodrigues, S., de Souza, P. R. N., & Ferreira, M. I. P. (2010). 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.

Costa, L. G. (2022). Panorama da qualidade da água utilizada pela população da zona rural de Urutaí – GO. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Conservação dos Recursos Naturais do Cerrado, Instituto Federal Goiano Campus Urutaí, Urutaí, GO.

COSTA, Lúcia Maria Sá Antunes. Rios e paisagens urbanas em cidades brasileiras. Viana & Mosley, 2006.

CROCE, Rômulo. Relações entre espaço urbano e cursos d'água: conflitos e interações no vale do Rio Doce. 2020. Tese de Doutorado. Dissertação (Pós-graduação)–Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2020. Disponível em:<http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese_14308_R%20D4MULO%20CROCE%20-%20VERS%20FINAL.pdf>. Acesso em: novem. 2023.

DIAS, D. Mapeamento do município de Pires do Rio-GO: usando técnicas de geoprocessamento. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2008. 187p.

FLORENTINO, Ligiane Aparecida; RIOS, Marina Rodrigues. Recursos Hídricos e Qualidade da Água.

GOMES, M. A, RAMOS, E.V.S, SANTOS, L.C.S, GOMES, D.J, GADELHA, A.J.F. Investigação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos de qualidade da água de poços no município de Sousa-PB para fins de potabilidade. Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB, nº 43, 2018.

LEMES, C. Avaliação da qualidade da água do ribeirão Sampaio em Pires do Rio -GO antes e após o lançamento de efluente de abatedouro avícola. Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal Goiano. Programa de Pós-Graduação em Conservação dos Recursos Naturais do Cerrado, 2021, 57p.

Melo, R A. Qualidade físico-química e microbiológica de água fornecida em bebedouros de escolas municipais em Cabedelo-PB. [dissertation].Campina Grande: Universidade Estadual da Paraíba/UEPB; 2016. 104p.

MENEZES, Greice; AQUINO, Estela ML. Pesquisa sobre o aborto no Brasil: avanços e desafios para o campo da saúde coletiva. Cadernos de saúde pública, v. 25, n. suppl 2, p. s193-s204, 2009.

MOREIRA, Debora Astoni. Qualidade das águas de minas no perímetro urbano do município de Ubá-MG. Multi-Science Journal, v. 1, n. 1, p. 84-89, 2015.

MUNDO, Transformando Nosso. Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. v.15,p.24,2016. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=agenda+2030+para+o+desenvolvimento+sustent%C3%A1vel&oq=agenda+2030. Acesso em: jan.2024.

NSF - NATIONAL SANITATION FOUNDATION. Water quality index-WQI. 2006. Disponível em: http://www.nsf.org/consumer/earth_day/wqi.asp#calculating. Acesso em: ago. 2023.

RIBEIRO, L. Capítulo 11 - Águas Subterrâneas. In: PEREIRA, H. M.; DOMINGOS, T.; VICENTE, L.; PROENÇA, V. (Editores). Ecossistemas e Bem-Estar humano Avaliação para Portugal do Millennium Ecosystem Assessment. Fundação da Faculdade de Ciências da U. L. e Escolar Editora. Lisboa, p. 381 - 411, 2009.

SANTOS, C. Z. (2007). Alterações socioambientais na bacia hidrográfica do ribeirão do Lajeado no município de Paraibuna – SP (Dissertação de mestrado). São José dos Campos: Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento, Universidade do Vale do Paraíba.

SCORSAFAVA, Maria Anita et al. 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.

UNESCO, W. W. A. P. Relatório mundial das Nações Unidas sobre desenvolvimento dos recursos hídricos 2021: o valor da água; fatos e dados. UNESCO- Paris, 2021. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375751_por. Acesso em: fev.2023

UNESCO. Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. 2019. Disponível em: . Acesso em: fev.2023.

VASCONCELOS, C. H. et al. Vigilância da qualidade da água potável na Amazônia Legal: análise de áreas vulneráveis. Cadernos Saúde Coletiva, v. 24, p. 14-20, 2016.

VASILIEV, Oleg F.; BOLGOV, M. V. Hydrological impact of climate changes. Water resources, v. 35, n. 6, p. 733-735, 2008.