

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL GOIANO - CAMPUS MORRINHOS
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

DONIZETE FERREIRA LEITE JUNIOR

ANÁLISE DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA DO CÓRREGO
PIPOCA, MORRINHOS-GO

MORRINHOS-GO
2023

DONIZETE FERREIRA LEITE JUNIOR

**ANÁLISE DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA DO CÓRREGO
PIPOCA, MORRINHOS-GO**

Trabalho de conclusão de curso: TC II do Curso de
Licenciatura em Química do Instituto Federal Goiano
– Campus Morrinhos, como requisito para aprovação
na disciplina.

Orientador(a): Dr. Leonardo Batista Pedroso.

**MORRINHOS - GO
2023**

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

JJ95 Junior, Donizete Ferreira Leite
ANÁLISE DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA
DO CÔRREGO PIPOCA, MORRINHOS-GO / Donizete Ferreira
Leite Junior; orientador Leonardo Pedroso. --
Morrinhos, 2023.
31 p.

Monografia (Pós-graduação Lato Sensu em em
Licenciatura em química) -- Instituto Federal
Goiano, Campus Morrinhos, 2023.

1. analise . 2. agua . 3. correogo. 4. pipoca. 5.
parametros. I. Pedroso, Leonardo, orient. II. 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 type="checkbox"/> Dissertação (mestrado) | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC (graduação) | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Donizete Ferreira Leite Junior

Matrícula:

2017104221550051

Título do trabalho:

Análise dos Parâmetros Físico-químicos da Água do
Córrego Pipoca, Morrinhos-GO

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 20 /05 /2023

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 incluídos 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.

Documento assinado digitalmente
gov.br DONIZETE FERREIRA LEITE JUNIOR
Data: 24/04/2024 10:41:28-0300
verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Local

19 /04 /2023
Data

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)

Documento assinado digitalmente
gov.br LEONARDO BATISTA PEDROSO
Data: 24/04/2024 08:51:47-0300
verifique em <https://validar.iti.gov.br>



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

Ata nº 22/2023 - CCEG-MO/CEG-MO/DE-MO/CMPMHOS/IFGOIANO

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Aos trinta e um dias do mês de março de 2023, às 11 horas, reuniu-se a banca examinadora composta pelos docentes: Leonardo Batista Pedroso (orientador), Felipe de Moura Souza (membro) e Mara Lucia Lemke de Castro (membra), para examinar o Trabalho de Curso intitulado "Análise dos Parâmetros Físico-Químicos da Água do Córrego Pipoca, Morrinhos-GO" do discente Donizete Ferreira Leite Junior, matrícula nº 2017104221550051, do Curso de Licenciatura em Química do IF Goiano – Campus Morrinhos. A palavra foi concedida ao discente para a apresentação oral do seu TC, houve arguição do candidato pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora decidiu pela APROVAÇÃO do discente, com nota final igual a 8,1. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata que segue assinada pelos membros da Banca Examinadora.

(Assinado Eletronicamente)

Prof. Dr. Leonardo Batista Pedroso
Orientador

(Assinado Eletronicamente)

Prof. Dr. Felipe de Moura Souza
Membro

(Assinado Eletronicamente)

Profa. Dra. Mara Lucia Lemke de Castro
Membra

Documento assinado eletronicamente por:

- **Mara Lucia Lemke**, Mara Lucia Lemke - Professor Avaliador de Banca - Saneamento de Goiás S/A (01616929000102), em 13/04/2023 22:41:11.
- **Felipe de Moura Souza**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 08/04/2023 16:01:37.
- **Leonardo Batista Pedroso**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 06/04/2023 20:57:28.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 06/04/2023. 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: 484668

Código de Autenticação: da455c0e8c



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Morrinhos
Rodovia BR-153, Km 633, Zona Rural, None, None, MORRINHOS / GO, CEP 75650-000
(64) 3413-7900

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	5
2	JUSTIFICATIVA	7
3	OBJETIVOS	8
3.1	Objetivo Geral.....	8
3.2	Objetivos Específicos.....	8
4	REFERENCIAL TEÓRICO	9
4.1	Normativas para a qualidade hídrica.....	10
4.2	Parâmetros Físico-Químicos e Biológicos - Índice de Qualidade das águas (IQA)..	11
4.3	Qualidade da água de Morrinhos: estado da arte	15
5	METODOLOGIA DE PESQUISA	19
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
	REFERÊNCIAS	28

RESUMO

O trabalho apresentado revisa importantes dados do consumo de água da população mundial e trata dos problemas acerca da contínua poluição dos rios e nascentes de água doce, causada pela falta de saneamento básico ou por resíduos. O alto nível de contaminação da água, traz uma grande preocupação dos profissionais e autoridades públicas, já que conseqüentemente vem aumentando o percentual de pessoas com problemas de saúde devido as bactérias, vírus e parasitas existente na água. Neste estudo é apresentado também dados atualizados, acerca do consumo da água na qual, grande parte é consumida pela agropecuária, seguida da indústria e por fim área urbana. O estudo de caso foi realizado as análises nos dois córregos que abastecer a cidade de Morrinhos-GO, e de como está a preservação da mata riparia (matas próximas aos rios) no curso do córrego “Pipoca e Galinha”. Abordamos também quais as atividades agropecuária e laborista nas extensões dos córregos, as análises foram feitas em duas épocas do ano no período chuvoso e seco.

Palavras chaves: Poluição dos rios, córregos, água doce, preservação, consumo, saneamento básico.

ABSTRACT

The work presented reviews important data on the consumption of water by the world's population and deals with the problems of continuous pollution of rivers and freshwater sources, caused by lack of basic sanitation or by waste. The high level of water contamination is of great concern to professionals and public authorities, as the percentage of people with health problems has consequently increased due to bacteria, viruses and parasites in the water. This study also presents updated data on water consumption, a large part of which is consumed by agriculture, followed by industry and finally the urban area. The case study was carried out with analyzes in the two streams that supply the city of Morrinhos-GO, and how is the preservation of the riparian forest in the course of the popcorn and chicken stream. We also addressed the agricultural and labor activities in the extensions of the streams, the analyzes were carried out in two seasons of the year, in the rainy and dry period.

Keywords: Pollution of rivers, streams, fresh water, preservation, consumption, basic sanitation.

1 INTRODUÇÃO

Juntamente com o aumento da população verificado no último século houve o aumento no consumo de água e também maior poluição de água potável no mundo, devido a essas poluições geradas pela falta de saneamento básico ou por resíduos que escorrem para os rios. Diante deste contexto, o quantitativo de pesquisas que visam mensurar os danos que o consumo excessivo de água poluída, devido ao acesso limitado da população a água tratada e saneamento básico, vem causando à saúde de pessoas/animais, seguem a mesma tendência (FREITAS, 1999). Considerando a elevada demanda de consumo de água em plantações, bem como as altas cargas de resíduos químicos e bioquímicos que são diariamente lançadas nos ambientes aquáticos, principalmente de águas doces, seja por atividades agropecuárias ou até mesmo águas que passaram por algum tipo de tratamento, pode-se inferir que não é possível restabelecer o equilíbrio nos corpos d'água, devido aos lentos processos de autodepuração e assimilação desses componentes, que a longo prazo podem levar à escassez (NOVAIS et al., 2019).

O Brasil possui uma das maiores reservas de água doce do mundo, dispostas de maneira superficial e subterrânea. As águas superficiais são aquelas que se acumulam na superfície, como em rios, lagos, riachos, dentre outros. O acesso a essas águas é facilitado, pois elas não penetram no solo e são, no geral, a principal fonte de abastecimento. As águas subterrâneas são aquelas que ocorrem de forma natural ou artificial no subsolo (CONAMA, 2008), e encontram-se no subsolo, especialmente nos espaços entre as rochas e nos reservatórios subterrâneos. Elas representam grande parte da água doce do planeta e muitas vezes são de difícil acesso, devido à profundidade dos lençóis freáticos ou até, às rochas, que dificultam a sua extração. Essas águas também são de extrema importância, uma vez que fazem a manutenção da umidade do solo, alimentam muitos lagos e rios, além de abastecer centros urbanos em que há falta de água encanada, através de poços artesianos (ANA, 2020).

Estima-se que 8% da água doce do mundo é usada para propósitos domésticos (consumo, banho, cozinha, sanitização e jardinagem), 22% é usada na indústria e 70% é destinada a irrigação (PENA, 2023). Dessa forma, pode-se inferir que a maior parte da água é usada para a agropecuária e indústria (ANA, 2020). Após o seu uso, a água retorna aos leitos dos rios, o que pode ser preocupante, uma vez que os solos utilizados para o plantio podem conter diversos tipos de substâncias químicas advindas de fertilizantes e defensivos agrícolas, e até mesmo

biológicas, de adubos orgânicos ou pela criação de gado. Dado isto, verifica-se a importância de se monitorar a qualidade das águas dos rios, especialmente próximos aos pontos de agropecuária e cidades.

O Município de Morrinhos, lócus deste projeto, é parte integrante da região do Meia Ponte, dispondo de uma área total de 2.846,199 km², e sua população é de aproximadamente 46.548 habitantes (IBGE). Deste total, 82% residem na cidade, evidenciando a alta taxa de urbanização do município, mesmo que se apresente abaixo da média nacional que é de 84,3% (IBGE, MARTINS; SANTOS; FERREIRA, 2009). O município de Morrinhos é banhado pelo Rio Piracanjuba e outros cursos d'água integrantes da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba, além de inúmeros outros ribeirões e córregos. Ao norte, o ribeirão Formiga, que corre de leste a oeste, serve de limite entre Morrinhos e Piracanjuba (MORRINHOS, 2021).

No que tange às atividades econômicas, a região possui solos férteis que são utilizados para agricultura e pecuária, podendo ser considerada uma cidade do campo (SIQUEIRA; SILVA, 2016). De acordo com o IBGE a principal economia de Morrinhos vem da agropecuária (R\$389.829,10 (×1000)), seguido da indústria (R\$268.788,36 (×1000)), (IBGE).

No município de Morrinhos, o Córrego Pipoca é responsável pelo abastecimento de água a população (MENDES; SOUZA; LIMA, 2017), portanto o monitoramento da qualidade da água e a preservação da vegetação são de extrema importância para preservação do córrego, e consequentemente, da saúde e bem-estar da população morrinhense.

2 JUSTIFICATIVA

A água doce é um recurso finito, essencial tanto para manutenção e bem-estar humano quanto para a agricultura e indústria. Sem água doce em quantidade adequada e um desenvolvimento sustentável de qualidade, haveria um colapso. A poluição em conjunto com o desperdício de água doce ameaça projetos de desenvolvimento, e tornam o monitoramento/tratamento da água essenciais, principalmente em regiões que possuem alta concentração de áreas utilizadas para o plantio (BARTRAM; BALANCE, 1996).

Assim, sabendo que o córrego Pipoca é responsável pelo abastecimento de água do município de Morrinhos, é imprescindível avaliar a qualidade da água, para assegurar a saúde das pessoas e animais que a consomem, bem como a qualidade das águas de irrigação que está diretamente ligada a saúde humana, através do consumo de alimentos.

Nesse contexto, para verificar a qualidade da água do córrego Pipoca foram realizadas as análises dos parâmetros físico-químicos e biológicos constituintes do Índice de Qualidade das águas (IQA), que propicia a identificação de mudanças no corpo hídrico monitorado (HOUSE; ELLIS, 1980; TIRKEY; BHATTACHARYA; CHAKRABORTY, 2013)

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a qualidade da água do Córrego Pipoca nos períodos de estiagem e chuvoso (Morrinhos – GO).

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar se a mata ripária está de acordo com as legislações ambientais vigentes (Código Florestal Brasileiro Lei n.º 12.651 de 25 de maio de 2012 e nova Política Florestal do Estado de Goiás, Lei n.º 18.104 de 18 de julho de 2013 dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, institui a nova Política Florestal do Estado de Goiás e dá outras providências.)
- Identificar a possível relação entre a alteração de parâmetros físico-químicos e bacteriológicos e as formas de uso e ocupação na área da microbacia do Córrego Pipoca.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

A água é o recurso natural mais abundante do planeta Terra, cobrindo aproximadamente 70% da crosta terrestre e se apresenta em diferentes estados físicos (sólido, líquido e gasoso), sendo que sua maior disponibilidade é no estado líquido (BRAGA et al., 2005). Esse recurso é a base para maioria das atividades antrópicas, tais como: no abastecimento humano e animal; na irrigação; na geração de energias; em indústrias; na mineração, na aquicultura e lazer, dentre outras atividades (ANA, 2020).

Do total de água presente na crosta terrestre, apenas 0,27% desta são de água doce, que geralmente encontram-se nos rios, lagos e reservatórios subterrâneos. A água doce é um recurso de fácil acesso e disponibilidade, por este motivo, é bastante explorada para diversas finalidades. A renovação desse recurso depende do ciclo hidrológico, porém este ocorre em uma taxa muito inferior ao seu consumo, o que pode acabar levando a desequilíbrios ambientais. Isto mostra a importância de ser feito acompanhamentos da qualidade das águas por meio de análises, monitorando o devido uso e a influência antrópica (COLLISCHONN; TASSI, 2010; SETTI et al., 2000; VON SPERLING, 2005).

Áreas periurbanas são potenciais ameaças para a qualidade da água, uma vez que são verificados nesses locais, grandes lançamentos de rejeitos em cursos d'água nas suas proximidades. A capacidade de assimilar matéria orgânica das águas é limitada e ao depender do volume de tais rejeitos, podem ocorrer consequências severas à qualidade da água, tornando-a um problema socioeconômico (PEDROSO, 2018).

No que tange a interferência antrópica na qualidade dos sistemas aquáticos, pode-se destacar além dos lançamentos de matérias orgânicas urbanas, as atividades de agricultura e pecuária. Essas últimas, podem resultar em diversos problemas, sendo o principal a lixiviação, pois propicia a lavagem do solo contendo grande carga química devido ao uso de fertilizantes e agrotóxicos, e acabam escoando para os ambientes aquáticos, favorecendo o desequilíbrio da fauna e flora locais (ANDRIOLO; PREZOTO; BARBOSA, 2018; FRANCO; ASSUNÇÃO; SCOPEL, 2012).

Atividades como abastecimento urbano e agropecuária exigem padrões mais rigorosos de qualidade da água. Existem vários critérios que devem ser levados em consideração para obter-se água adequada para se utilizar em um sistema público de abastecimento. Dentre elas, pode-

se destacar a qualidade da água bruta do manancial e suas características, pois devem ser compatíveis com os procedimentos estabelecidos para o tratamento de água economicamente disponíveis, bem como as variações da qualidade da água no sistema de abastecimento.

4.1 NORMATIVAS PARA A QUALIDADE HÍDRICA

A Resolução CONAMA n.º 357 de 2005 estabelece a classificação para os corpos de águas doces, salobras e salinas, de modo que são divididas em conformidade com a qualidade necessária para os seus usos. Desse modo, o Quadro 1 apresenta a classificação das águas doces e quais são as finalidades das mesmas de acordo com as classes.

Quadro 1: Classificação de águas doces conforme.

Classificação	Águas destinadas
Classe especial	a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
Classe 1	a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.
Classe 2	a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e e) à aquicultura e à atividade de pesca.
Classe 3	a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; c) à pesca amadora; d) à recreação de contato secundário; e e) à dessedentação de animais.
Classe 4	a) à navegação; e b) à harmonia paisagística.

Fonte: Resolução CONAMA n.º 357 de 2005.

A resolução supracitada trata o controle de qualidade da água como um conjunto de medidas, que visam avaliar a melhoria e a conservação da qualidade da água estabelecida para o corpo de água. Ela também dispõe que os padrões de qualidade das águas são determinados pelos limites individuais para cada substância em cada classe, e os parâmetros de qualidade da água devem ser monitorados pelos órgãos públicos responsáveis, bem como a qualidade dos ambientes aquáticos. A resolução estabelece os valores máximos dos parâmetros relacionados em cada uma das classes de enquadramento que deverão ser obedecidos nas condições de vazão de referência. Dessa forma, se um corpo híbrido não corresponde ao seu enquadramento, é preciso tomar providências, com o intuito de alcançar a classe desejada.

Os corpos hídricos do estado de Goiás não dispõem de um enquadramento específico e individualizado (FRANCO; ASSUNÇÃO; SCOPEL, 2012). Assim, conforme o com a Art. 42 da Resolução n° 357 do CONAMA de 2005:

Enquanto não forem aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, as salinas e salobras classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente.

Os corpos híbridos do estado de Goiás são enquadrados automaticamente como sendo de classe 2 de águas doces.

4.2 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E BIOLÓGICOS - ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA)

Alguns parâmetros físico-químicos e biológicos são utilizados para identificar a qualidade hídrica. Sabe-se que diversos parâmetros são avaliados pela Resolução CONAMA n.º 357 de 2005 para dizer se o corpo d'água encontra-se dentro dos padrões.

O Índice de Qualidade das águas (IQA) surgiu em 1970 no Estados Unidos, e começou a ser utilizado em 1975 no Brasil pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 1975), como método simplificado para avaliação da qualidade das águas brutas destinadas ao abastecimento público, por meio da síntese de alguns parâmetros físico-químicos. Desse modo, o IQA é uma ferramenta de informação ao público que reúne vários dados em um único valor, visando proporcionar uma conexão entre indivíduos leigos e os que são responsáveis pelo gerenciamento do meio ambiente, possibilitando a identificação

de variações nos corpos hídricos monitorados (HOUSE; ELLIS, 1980; TIRKEY; BHATTACHARYA; CHAKRABORTY, 2013).

Os parâmetros empregados no cálculo de IQA são: potencial hidrogeniônico (pH), temperatura, turbidez, oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), coliformes termotolerantes/*Escherichia coli*, nitrogênio e fósforo total, e sólidos totais dissolvidos (STD) (ANA, 2021).

O pH representa o potencial hidrogeniônico de uma solução, relacionando-o com a concentração de íons hidrogênio presentes, ou seja, por meio do pH indica-se a acidez ou basicidade do meio. O pH é mensurado em uma escala de 0 a 14, sendo os valores menores que 7 referentes a soluções ácidas, igual a 7 a neutras, e a maiores que 7 soluções básicas. Assim, quanto menor a concentração de íons hidrogênio, maior a concentração de íons hidroxila (SKOOG; HOLLER; NIEMAN, 2008).

De acordo com a Resolução CONAMA n.º 357 de 2005, para a preservação do ambiente aquático, o pH deve variar entre 6 e 9. Isso se dá pelo fato de que valores de pH abaixo ou acima dessa faixa podem prejudicar os sistemas biológicos e metabolismos de várias espécies, enquanto que geralmente na faixa pH mencionada (6 - 9) os organismos não são afetados significativamente (BRAGA et al., 2005). As águas frequentemente apresentam valores de pH próximos de 7, no entanto, esses valores podem alterar de acordo com aspectos naturais e antropogênicos. Alguns aspectos naturais como, a absorção de gases atmosféricos, características do solo, dissolução de rochas, fotossíntese e a oxidação de matéria orgânica, e antropogênicos como, o lançamento de resíduos domésticos e industriais nos corpos hídricos, podem ser responsáveis por promover a variação dos valores de pH (VON SPERLING, 2005).

A temperatura do corpo d'água pode influenciar as características físico-químicas e biológicas do ambiente hídrico, tais como: densidade, tensão superficial e viscosidade da água e a solubilidade dos gases. Exemplificando, o aumento de temperatura pode ocasionar a migração descontrolada de peixes para um ambiente com temperaturas mais amenas que dispõe de maior quantidade de oxigênio dissolvido. De modo semelhante, o ambiente com temperaturas elevadas, pode ser uma barreira para a ictiofauna no período migratório, pois possui baixa quantidade de oxigênio dissolvido. Portanto, é importante monitorar este parâmetro dos efluentes lançados no corpo d'água (ANA, 2021; BRAGA et al., 2005).

Turbidez de água é o grau de atenuação de intensidade que a luz atravessará a água, esta redução é dada por espalhamento ou absorção da luz. E as partículas em suspensão coloidais vai interferir diretamente na absorção ou refração da luz., tais como, argila, areia, silte, algas, dentre outras. Este parâmetro é um dos fatores que afetam a penetração de luz no ambiente aquático, que quando muito turvo, ocasiona a ausência de luz, e a mesma é essencial para promover a fotossíntese, isso pode ocasionar danos ao meio biótico (BRAGA et al., 2005).

A turbidez pode ser causada por fatores naturais como a elevação dos índices pluviométricos, erosão dos solos, sedimentos orgânicos e algas, e também por fatores antropogênicos como lançamento de esgotos domésticos e efluentes industriais no corpo hídrico (SOUSA et al., 2016). Assim, para avaliação da qualidade da água, esse é expresso em Unidade Nefelométrica de Turbidez (UNT), e de acordo com a Resolução CONAMA n.º 357 de 2005, as águas doces podem apresentar até 40 e 100 UNT, sendo o primeiro valor estabelecido para as águas de classe I e o segundo para as classes II e III

Outro parâmetro muito importante para avaliação da qualidade da água é o oxigênio dissolvido, que indica a quantidade de oxigênio que está dissolvido nos corpos d'água. A quantidade de OD está relacionada a processos físicos, químicos e biológicos que sucedem o ambiente aquático (BRASIL, 2006). Por exemplo, as bactérias aeróbicas durante o processo de degradação da matéria orgânica consomem oxigênio nos processos respiratórios, diminuindo a concentração de OD. Desse modo, ambientes aquáticos poluídos por esgotos tendem a exibirem valores baixos de OD, enquanto águas preservadas exibem valores mais altos, sendo superior a 5 mg/L, uma vez que a Resolução CONAMA n.º 357 de 2005 estabelece o mesmo valor como mínimo para avaliação da qualidade da água das classes 1 e 2. Em ambientes aquáticos ricos em nutrientes, especialmente lagos e represas onde se constata a presença significativa de plantas e algas, a concentração OD se eleva, podendo ser superior a 10 mg/L, devido aos processos de fotossíntese que ocorrem durante o dia, enquanto durante a noite a concentração diminui, devido a respiração dos organismos aeróbicos, e isso pode ocasionar a morte dos peixes (ANA, 2021; BRAGA et al., 2005; CETESB, 2021).

Como supracitado, na decomposição da matéria orgânica ocorre uma diminuição de OD, dado que o mesmo é consumido na respiração dos seres decompositores. Desse modo, um parâmetro utilizado para instruir a presença de matéria orgânica no corpo d'água é a demanda bioquímica de oxigênio, que mensura o consumo de oxigênio. De acordo com a regulamentação a DBO estabelecido para águas doces da Classe 1, 2 e 3 são de até 3 mg/L, 5 mg/L, 10 mg/L de

O₂ em um período de 5 dias a 20°C, respectivamente (BRASIL, 2006). Sabe-se que valores altos de DBO no meio aquático são decorrentes dos lançamentos de esgotos domésticos que dispõem de elevada carga orgânica, devido a isso a avaliação da DBO é relevante como índice de poluição antrópica (ANA, 2021; VON SPERLING, 2005).

Outro índice de poluição antrópica é a grande quantidade de coliformes termotolerantes no corpo hídrico, que são bactérias presentes no intestino dos seres humanos e nos animais de sangue quente e são eliminadas por meio das fezes, indicando assim o lançamento de esgoto domiciliar (BRASIL, 2014; CETESB, 2020a).

Portaria do Ministério da Saúde n.º888/2021 dispõe da definição de coliformes termotolerantes e da *Escherichia coli*, conforme apresentado abaixo:

VII - coliformes termotolerantes – subgrupo das bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose a $44,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$ em 24 horas; tendo como principal representante a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal;

VIII - *Escherichia coli* – bactéria do grupo coliforme que fermenta a lactose e manitol, com produção de ácido e gás a $44,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$ em 24 horas, produz indol a partir do triptofano, oxidase negativa, não hidrolisa a uréia e apresenta atividade das enzimas β -galactosidase e β -glucuronidase, sendo considerada o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogênicos.

Nota-se que a avaliação de coliformes termotolerantes pode ser realizada pela mensuração quantidade de *Escherichia coli*. A presença excessiva dessa bactéria infere a possibilidade de haver patogênicos que podem transmitir doenças de veiculação hídrica, tais como: febre tifoide, cólera, disenteria bacilar (ANA, 2021; BRASIL, 2005a)

Para análise do IQA também é avaliada a concentração de nitrogênio (N) total no meio aquático. Este elemento químico advém de diferentes formas, tais como: nitrogênio orgânico, íon amônio (NH₄⁺), íon nitrito (NO₂⁻) e íon nitrato (NO₃⁻). Para o desenvolvimento de algas e plantas aquáticas, o nitrogênio é um nutriente essencial que pode ser proveniente de amônio e nitrato. O excesso do mesmo no meio aquático juntamente com outros nutrientes, pode promover a eutrofização, que tem como consequência o crescimento exacerbado das algas, sendo as atividades voltadas aos humanos afetadas, como o abastecimento público e recreação. Além disso, a presença de amônia livre em meio básico prejudica muitos organismos aquáticos, devido sua toxicidade. Enquanto íons nitratos afetam os seres humanos em concentrações elevadas, em especial crianças, provocando a doença metahemoglobinemia, que é ocasionada quando hemoglobina é oxidada pelo nitrato a metahemoglobina, que não se liga ao oxigênio, e

consequentemente, afeta o transporte de oxigênio pela corrente sanguínea, podendo ser fatal (BRASIL, 2006; PARRON; MUNIZ; PEREIRA, 2011; RODRIGUES; VIEIRA; RODRIGUES, 2011). Em vista disso, a Resolução CONAMA n.º 357 de 2005 estabelece que os valores máximos de nitrogênio total são de 1,27 e 2,18 mg/L para ambientes lênticos e lóticos, respectivamente (BRASIL, 2005b).

O fósforo (P) é um importante parâmetro a ser avaliado; este pode ser encontrado no ambiente aquático nas formas de fósforo orgânico e inorgânico. Sendo o fósforo orgânico oriundo de matéria orgânica dissolvida e o inorgânico advindo de sais ou particulados. A presença de fósforo nos corpos d'água pode estar relacionada a processos naturais ou antropogênicos. Em águas naturais não poluídas, as concentrações de fósforo situam-se na faixa de 0,01 mg/L a 0,05 mg/L. Acima desses valores, o fósforo pode ocasionar o crescimento excessivo de plantas aquáticas, esse processo é denominado eutrofização (BRASIL, 2014; CETESB, 2020a; PARRON; MUNIZ; PEREIRA, 2011).

A quantidade de sólidos totais dissolvidos refere-se à quantidade total de materiais particulados orgânicos e inorgânicos dissolvidos no corpo d'água. Os materiais podem ser provenientes de diferentes fontes, por exemplo da agropecuária e do lançamento de efluentes (ANA, 2021; MACÊDO, 2006; PARRON; MUNIZ; PEREIRA, 2011; PEDROSO, 2018). Para esse parâmetro a Resolução CONAMA n.º 357 de 2005 estabelece valor máximo de 500 mg/L.

Portanto, por meio da análise desses nove parâmetros que determinam o IQA, é possível classificar águas e permitir a tomada de decisões no que tange o uso e o gerenciamento de recursos hídricos, além de permitir o acompanhamento das classes e exigências das qualidades dispostas na legislação. Assim, a avaliação dos corpos d'água do município de Morrinhos pelo IQA se torna interessante.

4.3 QUALIDADE DA ÁGUA DE MORRINHOS: ESTADO DA ARTE

Morrinhos é um município brasileiro que está localizado a 128 km de Goiânia, na região sul do estado, pertencente à Microrregião Meia Ponte, e está situado entre as coordenadas 17°43'54"S e 49°06'03"W. Segundo os dados do IBGE, Morrinhos apresenta aproximadamente 46.500 habitantes e dispõe de um território de 2.846 km². Seu município está situado na região

hidrográfica do Paraná, e dispõe da bacia hidrográfica do Rio Paranaíba, sendo banhado pelos rios Meia Ponte e Piracanjuba e pelos ribeirões Formiga, da Serra, das Araras, do Mimoso, Areia, pelo Córrego da Divisa, dentre outros córregos. Córrego Pipoca se destaca, pois é responsável pelo abastecimento público da cidade de Morrinhos. Esse córrego está situado no nordeste do município e a sua microbacia apresenta uma área de drenagem de 29,50 km², constituída por 14 cursos d'água. Os principais afluentes do Córrego Pipoca são o da Capela, da Galinha e do Paulinho. (MENDES; SOUZA; LIMA, 2017; OLIVEIRA; SOUSA, 2017; VILELA, 2020).

No geral, a avaliação de todos os corpos hídricos se torna relevante, pois eles refletem na qualidade de água que é usada para o abastecimento público da cidade e atividades agrícolas. Nesta conjuntura, diversos autores realizaram avaliação da qualidade das águas dos corpos hídricos que são situados na cidade de Morrinhos, ou passam por ela.

Por exemplo, Penna (2008) investigou a concentração de metais pesados no entorno de Morrinhos, analisando o sedimento de corrente e águas superficiais nos córregos da região (Córrego Pipoca, Paulinho, Galinha, Maria Lucinda, Cordeiro e Ribeirão da Areia), e também de um lago presente nas proximidades da área urbana, águas de residências, e da Estação de Tratamento de Água da SANEAGO. A partir das amostras de águas superficiais dos córregos, o autor obteve resultados atípicos para alguns metais pesados, apontando a contaminação do recurso hídrico, que pode ser atribuída ao fato da água ser usada na cidade para recreação e lazer, irrigação de lavouras, hortas e pomares, e também como local de descarte de esgotos. Além disso, notou também que quanto mais próximo da área urbana, maiores foram os impactos ambientais.

Em 2010, Lemke-de-Castro e Guerra avaliaram a cobertura vegetal próxima ao corpo da água do Córrego Pipoca, que abastece a cidade de Morrinhos e sua influência acerca da temperatura das águas. Verificou-se que nos pontos onde havia presença de mata ciliar maior que 30 metros de ambos os lados do córrego, a amplitude térmica da água apresentava-se menor quando comparadas às obtidas em pontos que as matas próximas a margem eram menores de 30 metros, ou ainda não estava presente.

Em 2015, foi avaliada a qualidade físico-química e microbiológica das águas oriundas do Córrego Maria Lucinda (município de Morrinhos), que percorre o perímetro urbano e segue para a zona rural. Com este trabalho, os autores concluíram que a qualidade da água é mais

afetada na zona rural, bem como na interface da zona rural e urbana, indo de encontro com pressuposto que o perímetro urbano ocasiona maior contaminação no corpo hídrico (CASTRO et al., 2017).

Recentemente, foram realizadas análises físico-químicas e microbiológicas em amostras de águas coletadas de agosto/2015 até janeiro/2016, nos principais cursos d'água na área urbana de Morrinhos, buscando avaliar a qualidade da água das microbacias que se encontram no perímetro urbano chegando até a zona rural (DE SÁ; LEMKE-DE-CASTRO; PEDROSO, 2020). Dentre as nove variáveis analisadas, quatro delas não estavam de acordo com a Resolução CONAMA n.º 357 de 2005. As variáveis irregulares nesse estudo foram: a DBO, OD, nitrogênio amoniacal, pH e *E coli*.

Resumidamente, demos ênfase nas duas primeiras, que se encontram irregulares no período de seca no Córrego Areia em zona urbana, Córrego Cordeiro (zona urbana) e Córrego Areia em zona rural. Isso pode ser indicativo de poluição dos corpos hídricos, devido a possíveis efluentes domésticos e urbanos estarem sendo despejados no decorrer dos córregos. Outra variável que é importante destacar, é a *E. coli*, pois a presença desta foi constatada acima do limite máximo permitido tanto no período de seca, quanto chuvoso em todos os córregos, significando a existência de poluição que pode ser oriunda de dejetos fecais de animais e esgoto doméstico. A presença de *E. coli* pode ocasionar riscos à saúde (DE SÁ; LEMKE-DE-CASTRO; PEDROSO, 2020).

Em 2016, foi realizada a avaliação da água do Córrego Pipoca (responsável pelo abastecimento do município de Morrinhos), quanto aos parâmetros físico-químicos e biológicos, assim como a caracterização do uso e cobertura do solo próximo ao córrego, visando apontar impactos ambientais. Os autores puderam constatar que, a ocupação nas proximidades da microbacia tem ocasionado contaminações do corpo hídrico, devido às lavouras e moradias, uma vez que a amostra coletada nas mediações da área de captação apresentou menores valores de OD. Esse fato pode ser um indicativo do acúmulo de poluentes oriundos da população, que descarta-os nas margens e interior do córrego (MENDES; SOUZA; LIMA, 2017). Esses danos ocasionados por ações antropogênicas também foram observados no Córrego Cordeiro, da região de Morrinhos (OLIVEIRA; SOUSA, 2017).

Já em 2017, foi realizada a análise do Índice de Qualidade de água (IQA) da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Areia, localizada na microrregião Meia Ponte. Tal análise foi

realizada no período de estiagem, por meio da avaliação de vários parâmetros físico-químicos e microbiológicos, conforme sugerido pela normativa.

De acordo com os dados, apenas dois dos dez pontos de coleta da amostra de água avaliados se encontravam fora dos padrões apresentados pela legislação, no que diz respeito à concentração de fósforo total, na qual o limite máximo permitido é de 0,05 mg/L. Essa inadequação da quantidade de fósforo total pode ter ocorrido devido a esses pontos estarem localizados após a cidade e na zona rural, onde pode haver o descarte de efluentes domésticos e industriais, assim como o uso de fosfatados na produção agrícola, respectivamente (PEDROSO; COLESANTI, 2017).

Além das análises nos ribeirões e córregos, foram realizadas análises físico-químicas (MARQUES; RIBEIRO; COSTA, 2019). Na água da represa do Tijuqueiro, que se encontra próximo ao Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos, e é utilizada para abastecer nove pivôs próximo da instituição. Por meio dessa pesquisa, constatou-se irregularidades frente às normas da Resolução CONAMA n.º 357 de 2005 (Classe 2).

No entanto, os dados para os parâmetros físico-químicos das amostras se encontravam conformes comparados aos padrões. Foi observado que as concentrações de metais pesados (Fe, Cr e Ni), estavam acima do limite máximo permitido, sugerindo contaminações antrópicas que podem acarretar em danos, tanto para o meio ambiente quanto para a saúde humana (MARQUES; RIBEIRO; COSTA, 2019).

Diante desse contexto, pode-se notar a importância de avaliar a qualidade hídrica na cidade de Morrinhos, com foco nas águas do Córrego Pipoca que é usado para o abastecimento da cidade e para atividades pecuaristas e agrícolas. Por meio das análises realizadas, se almeja avaliar a influência do meio rural e urbano na qualidade da água.

5 METODOLOGIA DE PESQUISA

Foi realizada uma revisão bibliográfica sobre a temática de qualidade dos corpos hídricos, IQA e os respectivos parâmetros que são monitorados para a estruturação do mesmo, bem como, quais pesquisas foram realizadas sobre o tema no município de Morrinhos-GO. Com base na revisão bibliográfica, foi estabelecida a avaliação das águas do Córrego Pipoca como objeto deste estudo, dada sua importância no abastecimento ao público do município de Morrinhos-GO.

O local de coleta das amostras foi selecionado de modo a serem representativos da área de interesse (PARRON; MUNIZ; PEREIRA, 2011). Assim, foram definidos dois locais de coleta no percurso do Córrego Pipoca, visando representar os cursos de água próximos a Morrinhos, a fim demonstrar a qualidade da água, após o perímetro rural/atividades agrícolas, e próximo ao perímetro urbano.

A avaliação da qualidade das águas coletadas foi de acordo com para águas de classe II, da resolução CONAMA 357/05, pois ela apresenta as condições padrão da qualidade da água, estabelecendo limites particulares para determinados produtos de acordo com cada classe (BRASIL,2005). Nas análises foram avaliados, pH, temperatura, turbidez, OD, DBO, coliformes termotolerantes/*Escherichia coli*, nitrogênio e STD (ANA, 2021).

As análises das amostras no que tange a avaliação de pH, turbidez, OD, nitrogênio, e STD, foram feitas em parceria com o laboratório de análise de água da companhia de saneamento de Goiás (SANEAGO).

Análises, DBO, coliformes termotolerantes/*Escherichia coli* foram efetuadas em parceria com o laboratório *Bioygeo Ambiental*.

Nessas linhas conceituais, nota-se que os parâmetros que compõem o cálculo do IQA são voltados para avaliação de contaminação ocasionada por atividades antropogênicas, como o lançamento de esgotos domiciliares. Como mencionado anteriormente, para o cálculo IQA são avaliados nove parâmetros, e cada um dispõe de um peso (Tabela 1), que foi atribuído de acordo com sua relevância para a qualidade da água. Tais pesos podem ser alterados, conforme as especificações dos ambientes analisados.

Tabela 1: Parâmetros avaliados no IQA e seus respectivos pesos.

Parâmetros avaliados no IQA	Peso (W)
pH	0,12
Temperatura	0,10
Turbidez	0,08
Oxigênio dissolvido (OD)	0,17
Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)	0,10
Coliformes termotolerantes	0,15
Nitrogênio total	0,10
Fósforo total	0,10
Sólidos Totais Dissolvidos	0,08

Fonte: (ANA, 2021; CETESB, 2020a)

Além dos pesos individuais, cada parâmetro dispõe de um valor de qualidade, que pode ser obtido por meio do seu respectivo gráfico da qualidade em função de sua medida. Com base nesses parâmetros, o cálculo do IQA é realizado pelo produto ponderado das qualidades de águas correspondentes aos mesmos. Assim, a seguinte fórmula é empregada:

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

Onde:

- **IQA:** Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;
- **qi:** qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva “curva média de variação de qualidade”, em função de sua concentração ou medida e,
- **wi:** peso (w) correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que:

$$\sum_{i=1}^n (w_i) = 1$$

- em que **n** é o número de variáveis que entram no cálculo do IQA (CETESB, 2020b).

A partir dos resultados dos cálculos, tem-se o IQA, em uma faixa de 0 a 100, em que é possível inferir a qualidade das águas conforme os estados brasileiros avaliados, como se observa na Tabela 2 (ANA, 2021; CETESB, 2020).

Tabela 2. Categorização das águas com base no IQA.

Categoria	Faixa	
	BA, GO, ES, MS, SP	AL, MG, MT, PR, RJ, RN, RS
Ótima	$79 < \text{IQA} \leq 100$	$90 < \text{IQA} \leq 100$
Boa	$51 < \text{IQA} \leq 79$	$70 < \text{IQA} \leq 90$
Regular	$36 < \text{IQA} \leq 51$	$50 < \text{IQA} \leq 70$
Ruim	$19 < \text{IQA} \leq 36$	$25 < \text{IQA} \leq 50$
Péssima	$\text{IQA} \leq 19$	$0 < \text{IQA} \leq 25$

Fonte: (ANA, 2021; CETESB, 2020a).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente trabalho foi realizado em diversas etapas, desde coleta de água e análise em Laboratório a pesquisas bibliográficas e trabalhos de campo nos arredores dos córregos do Município, de modo a atingir todos os objetivos propostos. Como já foi exposto, algumas análises desta pesquisa foram realizadas no laboratório.

Análises, tais como, DBO, coliformes termotolerantes/*Escherichia coli* foram efetuadas em parceria com o laboratório *Bioygeo* Ambiental e companhia saneamento de Goiás (SANEAGO),

Foram realizadas coletas em duas épocas do ano de 2021, na época da estiagem (mês de julho) e no período chuvoso (mês de dezembro).

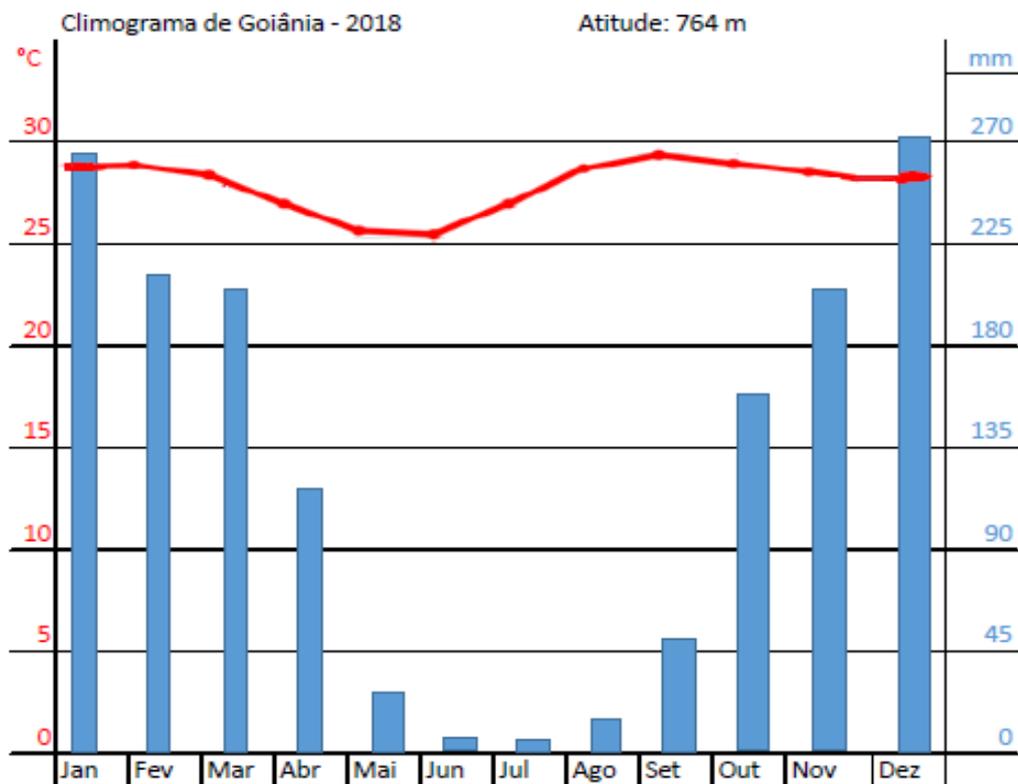


Figura 1: Fonte: INPE/CPTEC (2018).

Os resultados foram divididos em dois subtópicos, um para a avaliação das águas do Córrego Galinhas e outro para o Córrego Pipoca.

A coleta é fundamental e determinante na qualidade dos ensaios. Uma amostragem incorreta pode interferir nos resultados prejudicando a conclusão sobre a amostra. A incerteza (U) relatada é baseada na incerteza padrão combinada, multiplicada por um fator de abrangência $k=2$, para um nível de confiança de 95%.

A primeira coleta foi realizada no dia 15/12/2021 às 09:04 da manhã, como mostra a Figura 2, e a temperatura da amostra foi de 24°C. De acordo com o relatório de análises 965/2021.0, os resultados físico-químicos foram os seguintes: a Demanda Química de Oxigênio (DQO) foi de 57 mg/L, (LQ), e o método usado como referência foi SM - 5520 D.

Já o resultado da análise microbiológica mostrou que os coliformes totais foram 28000 Unidade Formadora de Colônia (UFC)/100mL, mesmo não havendo um parâmetro para a quantidade de coliformes fecais, ele pode ser usado para mostra, um forte indicio de contaminação fecal na água, foi usado como referência o método *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (SM) 9222 B. Da mesma forma o valor de *Escherichia coli* presentes foi de 2600 UFC/100mL, sendo usado como referência o SM 9222 D. De acordo com a resolução CONAMA 357/2005, Art. 15, para Água Superficial Classe 2, o parâmetro *Escherichia coli* não está em conformidade. O limite aceito é de 1000 UFC/100mL portanto os resultados mostram que o consumo da água do córrego pipoca sem o devido tratamento pode trazer problemas a saúde, bactéria *Escherichia Coli* pode afetar o intestino, a bexiga, os rins, a corrente sanguínea, e ainda, ocasionar doenças mais invasivas, como a meningite em bebês, em especial os recém-nascidos.

Figura 2: Coleta realizada no período chuvoso.



Fonte: O autor (2022).

A Figura 3 nos mostra a segunda coleta, realizada na época da seca. A mesma foi realizada no dia 06/07/2022 às 08:25 da manhã e a temperatura da amostra foi de 19,3°C. De acordo com o relatório de análises 632/2022.0, os resultados analíticos foram os seguintes: a Demanda Química de Oxigênio (DQO) foi de 36mg/L, sendo usado como referência o método SM - 5520 D. Já os coliformes totais foram 10000 (UFC)/100mL, e foi usado como referência o método (SM) 9222 B. Da mesma forma o valor de *Escherichia coli* presentes foi de 100 UFC/100mL, tendo como referência o SM 9222 D, sendo neste caso o máximo permitido de 1000 UFC/100mL. Portanto a análise mostra o quanto que no período de seca essa redução é significativa e contaminação fecal da água pode ter ocorrido pelas enxurradas durante o período chuvoso e não por intervenção humana já que estes parâmetros variam em diferentes épocas do ano. Segundo a resolução CONAMA 357/2005 Art. 15, para Água Superficial Classe 2, todos os parâmetros estão em conformidade.

Figura 3: Coleta realizada no período da seca.



Fonte: O autor (2022).

No dia 15/12/2021, foi realizada a coleta às 08:49 da manhã, a temperatura da amostra foi de 22°C. Segundo o relatório de análises 964/2021.0, os resultados físico-químicos mostraram uma DQO de 30mg/L, (método SM - 5220 D como referência). Os resultados microbiológicos apontaram coliformes totais de 32000 UFC/100mL, a referência foi o (SM) 9222 B e *Escherichia coli* de 2900 UFC/100mL, tendo como referência o SM 9222 D, sendo que o máximo permitido é de 1000 UFC/100mL. Segundo a resolução CONAMA 357/2005, Art. 15, para Água Superficial Classe 2, o parâmetro *Escherichia coli* não está em conformidade.

No dia 06/07/2022 às 08:00 da manhã, foi feita a segunda coleta, e a temperatura da amostra foi de 17°C. O relatório de análises 631/2022.0, mostrou uma DQO de 28mg/L com LQ 20, tendo como referência o método SM - 5220 D. Os coliformes totais foram 14000 UFC/100mL, a referência foi o (SM) 9222 B. O *Escherichia coli* foi de 900 UFC/100mL, tendo como referência o SM 9222 D, sendo neste caso o máximo permitido de 1000 UFC/100mL. Como nos mostra a resolução CONAMA 357/2005 Art. 15, para Água Superficial Classe 2, todos os parâmetros estão em conformidade.

De acordo com o Quadro 2, é possível observar que, no período chuvoso houve um grande aumento nos valores de turbidez, tanto do córrego Galinhas como do córrego Pipoca quando comparado aos valores da seca, mas o mesmo ainda se manteve dentro do limite CONAMA 357/05 estabelecido para este parâmetro. SÁ (2020), nos fala que a área de assoreamento que segue no curso dos córregos é um fator relevante nos altos níveis de turbidez presente no período chuvoso, entretanto este fator não foi observado nos dias em que foram feitas as coletas.

Quadro 2 - Parâmetros Físico-químicos e microbiológicos dos cursos d'água analisados no município de Morrinhos (GO).

Parâmetro	Limite CONAMA 357/05	Período de Seca		Período de Chuva	
		Galinhas	Pipoca	Galinhas	Pipoca
Escherichia coli	1000 UFC/100mL	100	900	2600	2900
Ph	6,0 a 9,0	6,75	7,21	6,44	6,55
DBO	5mg/L O ₂	0	0	1	0,9
Turbidez	100 NTU	4,3	5,05	11,8	68,2
Nitrogênio Amoniacal	3,7mg/L para pH ≤ 7,5	0,03	0,01	0	0,05
Fosforo total		N	n	n	n
T	***	19,3°C	17°C	24°C	22°C
STD		8,2445	8,0575	8,943	7,788
OD	>5mg/L O ₂	6,5	7,8	6,1	7,1
Cor aparente		17	25,7	79,1	91,3
Condutividade		14,99	14,65	16,26	14,16
DQO		36mg/L	28mg/L	57mg/L	30mg/L
Coliformes totais	***	10000	900	28000	32000

Legenda: (pH) Potencial Hidrogeniônico, DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), STD (Sólidos Totais Dissolvidos, OD (Oxigênio Dissolvido) e DQO (Demanda Química de Oxigênio). Fonte: O autor (2022).

Percebe-se a presença de *Escherichia coli* em níveis acima do permitido no período chuvoso em ambos os córregos, e isso indica a contaminação, gerando riscos à saúde em casos de consumo na ausência de tratamento.

A forte utilização do solo próximo aos córregos para a agropecuária e plantio, pode ter contribuído para a presença de coliformes totais, tanto no período da seca quanto na estiagem. Após observar parte da trajetória dos córregos, foi possível constatar que as matas ripárias estão de acordo com o código florestal brasileiro, mas nos pontos de coletas, devido a estar próximo de pontes, não havia raízes e árvores que poderiam ter contribuído para uma melhor qualidade da água nesses pontos, também foi notado um leve grau de assoreamento nos cursos dos córregos principalmente próximo aos pontos de coleta, foi possível também notar atividades agropecuária próximos aos cursos dos rio deixando o solo mais exposto e suscetível a processos erosivos, em algumas parte dos cursos de água não tem mata ripária e isso aumenta o despejo de matérias orgânicas (fezes de animais, lixo e esgotos domésticos) nos rios durante o período chuvoso, e isso pode ter afetado principalmente as análises feitas no período chuvoso.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta pesquisa foram avaliados 12 parâmetros, dentre os quais, somente o *Escherichia coli* se mostrou fora do permitido pela resolução CONAMA 377/05, em ambos os córregos, apenas no período chuvoso. Logo, no período de estiagem não houveram alterações físico-químicas e microbiológicas significativas na qualidade da água. A contaminação pode estar associada ao escoamento superficial das águas ao carrear dejetos provenientes da bovinocultura e de outras atividades.

Já em relação aos demais parâmetros avaliados ainda que estejam dentro dos limites estabelecidos pela legislação vigente, entendeu-se que devem ser continuamente avaliados no intuito de garantir que eles continuem dentro dos parâmetros sendo possível precaver. Este estudo e pesquisa como está se constituem enquanto importantes ferramentas para avaliação e monitoramento da qualidade das águas superficiais, uma vez que permitem a identificação de possíveis agentes contaminantes e demais problemas associados as variáveis, físico-químicos da água. Assim sendo, vale ressaltar a necessidade da continuidade dessas pesquisas em prol da preservação dos recursos hídricos, sobretudo em termos qualitativos.

REFERÊNCIAS

1. ANA. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2020**: informe anual. Brasília: ANA, 2020.
2. ANA. **Indicadores de qualidade - Índice de Qualidade das Águas (IQA)**. Disponível em: <<http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>>. Acesso em: 18 jul. 2021.
3. ANDRIOLO, A.; PREZOTO, F.; BARBOSA, B. C. **Impactos Antrópicos: Biodiversidade Aquática & Terrestre**. Juiz de Fora, MG: Edição dos autores, 2018.
4. BARTRAM, J.; BALANCE, R. **Water Quality Monitoring: A practical guide to the design and implementation of freshwater quality studies and monitoring programmes**. London, Weinheim, New York, Tokyo, Melbourne and Madras: E & FN Spon, an imprint of Chapman e Hall, 1996.
5. BRAGA, B; HESPANHOL, I; CONEJO, J.G. L.; MIERZWA, J.C.; BARROS, M.T.L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER S.; **Introdução à Engenharia Ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.
6. BRASIL. **Portaria MS n.º 518/2004**. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2005a.
7. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 357, de 15 de junho de 2005**. Acesso em: 18 jul. 2021.
8. BRASIL. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.
9. BRASIL. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**. Brasília: Funasa, 2014.
10. CASTRO, W. J. DE; CASTRO, M.L.L.DE; LIMA, J.D.O.; CASTRO, Y.L. Qualidade físico química e microbiológica das principais coleções hídricas em zona urbana e rural de Morrinhos, Goiás. **Revista Analytica**, v. 15, n. 91, p. 20–28, 2017.
11. CETESB. Apêndice E: significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem. In: **Qualidade das Águas Doces no Estado de São Paulo 2019**. São Paulo: CETESB, 2020a.
12. CETESB. Apêndice D: Índices de Qualidade das Águas. In: **Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo**. Brasília: CETESB, 2020b. p. 1–33.
13. CETESB. **Oxigênio Dissolvido | Mortandade de Peixes**. Disponível em:

- <<https://cetesb.sp.gov.br/mortandade-peixes/alteracoes-fisicas-e-quimicas/oxigenio-dissolvido/>>. Acesso em: 18 jul. 2021.
14. COLLISCHONN, W.; TASSI, R. **Introduzindo Hidrologia**. Porto Alegre: IPH UFRGS, 2010.
 15. CONAMA. **RESOLUÇÃO CONAMA n° 396 de 2008**. Brasil, 2008.
 16. CETESB, **Decreto n° 5.993**, de 16 de abril de 1975.
 17. DE SÁ, A. A. S.; LEMKE-DE-CASTRO, M. L.; PEDROSO, L. B. Análises físico-químicas e microbiológicas dos principais cursos d'água da área urbana de Morrinhos, Goiás. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 13, n. 3, p. 959–981, 2020.
 18. FRANCO, M. C.; ASSUNÇÃO, H. F.; SCOPEL, I. **Verificação da qualidade de corpos hídricos na área urbanizada de Jataí (GO)**. [s.l.] Universidade Federal de Goiás, 2012.
 19. FREITAS, M. A. V. DE. **O estado das águas no Brasil: perspectivas de gestão e informações de recursos hídricos**. Brasília: ANEEL/MME/ MMA-SRH/OMM, 1999.
 20. HOUSE, M. A.; ELLIS, J. B. Water quality indices: An additional management tool? **Progress. Water Tech**, v. 13, p. 336–344, 1980.
 21. IBGE. **Estatísticas de gênero - taxa de urbanização**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/apps/snig/v1/?loc=0&cat=-1,-2,-3,128&ind=4710>>. Acesso em: 14 ago. 2021.
 22. IBGE. **Morrinhos**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/morrinhos/panorama>>. Acesso em: 14 ago. 2021.
 23. IBGE. **Produto Interno Bruto dos Municípios, PIB por Município/Morrinhos**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9088-produto-interno-bruto-dos-municipios.html?t=pib-por-municipio&c=5213806>>. Acesso em 19 de março de 2023.
 24. LEMKE-DE-CASTRO, M. L.; GUERRA, J. S. Avaliação da cobertura vegetal “mata ripária” e a sua influência sobre a temperatura das águas do Córrego Pipoca – Morrinhos. **Global Science and Technology**, v. 3, n. 3, p. 4–93, 2010.
 25. MACÊDO, J. A. B. DE. **Introdução à Química Ambiental**. 2° edição ed. [s.l.] CRQ-MG, 2006.
 26. MARQUES, T. A.; RIBEIRO, A. C. C.; COSTA, D. P. da. **Caracterização da qualidade da água da represa do tijuqueiro localizada no município de Morrinhos-GO**. [s.l.] Instituto Federal Goiano, 2019.
 27. MARTINS, R. A.; SANTOS, E. V. DOS; FERREIRA, I. M. **Atualização do Mapa de**

- Remanescente Florestal do Município de Morrinhos - GO:** Utilizando Imagem LANDSAT - TM. XI EREGEO - Simpósio Regional de Geografia. **Anais...**Jataí: Universidade Federal de Goiás, 2009
28. MENDES, F. F.; SOUZA, A. T. DE; LIMA, E. F. DE. **Uso e cobertura do solo na microbacia do Córrego Pipoca e a qualidade da água na cidade de Morrinhos/GO.** I SIMPÓSIO INTERDISCIPLINAR EM AMBIENTE E SOCIEDADE. **Anais...**Morrinhos: Universidade Estadual de Goiás, 2017Disponível em: <<https://www.anais.ueg.br/index.php/sias/article/view/12051>>
29. MORRINHOS. **A Cidade - Prefeitura Municipal de Morrinhos.** Disponível em: <<https://morrinhos.go.gov.br/site/20-2/>>. Acesso em: 14 ago. 2021.
30. NOVAIS, F. F.; MARINHO, S.; TEIXEIRA, B.; SILVA, R.; ANA, M.; COSTA, F.; SANTOS, R. Poluição por matéria orgânica e autodepuração dos cursos d'água: impactos deste estudo no setor produtivo. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 5, p. 1–16, 2019.
31. OLIVEIRA, V. C. S.; SOUSA, A. T. DE. **Impactos ambientais no Córrego do Cordeiro em Morrinhos-GO.** I SIMPÓSIO INTERDISCIPLINAR EM AMBIENTE E SOCIEDADE Os Desafios e Perspectivas na Relação Homem/Natureza/Sociedade no Século XXI. **Anais...**Morr: Universidade Estadual de Goiás, 2017
32. PARRON, L. M.; MUNIZ, D. H. DE F.; PEREIRA, C. M. **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água.** Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2011.
33. PEDROSO, L. B. **Qualidade ambiental das águas superficiais da bacia hidrográfica do Ribeirão da Areia, municípios de Buriti alegre e Morrinhos, Goiás.** [s.l.] Universidade Federal de Uberlândia, 2018.
34. PEDROSO, L. B.; COLESANTI, M. T. DE M. Determinação Do Índice De Qualidade De Água Da Bacia Hidrográfica Do Ribeirão Da Areia – Goiás, Em Período De Estiagem. **Caminhos de Geografia**, v. 18, n. 61, p. 219–230, 2017.
35. PENA, Rodolfo F. Alves. "**Atividades que mais consomem água**"; Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/atividades-que-mais-consomem-agua.htm>>. Acesso em 19 de março de 2023
36. PENNA, A. DE S. **Avaliação da concentração de metais pesados no entorno de Morrinhos – Go – Uma análise multielementar em sedimento de corrente e água.** [s.l.] Universidade católica de Goiás, 2008.

37. RODRIGUES, D. F.; VIEIRA, F. C.; RODRIGUES, M. E. F. Metahemoglobinemia: Etiopatogenia e Quadro Clínico. **Revista de Pediatria SOPERJ**, v. 12, n. 1, p. 8–11, 2011.
38. SETTI, A. A.; LIMA, J.E.F.W.; CHAVES, A.G.M.; PEREIRA, I. C. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. 2. ed. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 2000.
39. SIQUEIRA, B. L.; SILVA, M. V. DA. **Vida cotidiana e habitação de interesse social em Morrinhos**: uma perspectiva de análise para a (re)produção do espaço urbano. [s.l.] Universidade Federal de Goiás, 2016.
40. SKOOG, D. A.; HOLLER, F. J.; NIEMAN, T. A. **Fundamentos de Química Analítica**. 8. ed. [s.l.] Editora Cengage Learning, 2008.
41. SOUSA, S. DA S.; SILVA, W.S.; MIRANDA, J.A.L.; ROCHA, J.A. Análise físico-química e microbiológica da água do rio Grajaú, na cidade de Grajaú - MA. **Ciência e Natura**, v. 38, n. 3, p. 1615–1625, 2016.
42. TIRKEY, P.; BHATTACHARYA, T.; CHAKRABORTY, S. Water Quality Indices- Important Tools for Water Quality Assessment: a review. **International Journal of Advances in Chemistry**, v. 1, n. 1, p. 15–28, 2013.
43. VILELA, V. C. S. O. **Uso do solo e decorrentes impactos ambientais nas sub-bacias hidrográficas que drenam a área urbana e seu entorno, Morrinhos, GO**. [s.l.] Universidade Estadual de Goiás, 2020.
44. VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: UFMG/ Departamento de Engenharia Sanitária, 2005.