

**Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano –
Campus Urutáí**

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



**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIBEIRÃO CAIAPÓ,
PALMELO GOIÁS**

JOÃO BOSCO DE ANDRADE

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Batista Pedroso

Coorientadora: Profa. Dra. Débora Astoni Moreira

Urutáí
2025



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 Urutáí

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

Urutáí, 01 de dezembro de 2025.

JOÃO BOSCO DE ANDRADE

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIBEIRÃO CAIAPÓ,
PALMELO GOIÁS**

Orientador

Prof. Dr. Leonardo Batista Pedroso

Coorientadora

Profa. Dra. Débora Astoni Moreira

Dissertação apresentada à Banca Examinadora do Programa de Pós-Graduação em Conservação de Recursos Naturais do Cerrado do Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, como requisito para obtenção do título de Mestre.

Urutaí, 01 de dezembro de 2025.

**Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema Integrado de Bibliotecas do IF Goiano - SIBi**

A554 Andrade, João Bosco de
 Avaliação da qualidade da água do Ribeirão Caiapó,
 Palmelo-Goiás / João Bosco de Andrade. Urutai 2025.
 59f. il.
 Orientador: Prof. Dr. Leonardo Batista Pedroso.
 Coorientadora: Profª. Dra. Débora Astoni Moreira.
 Dissertação (Mestre) - Instituto Federal Goiano, curso de
 0133094 - Mestrado Profissional em Conservação de Recursos
 Naturais do Cerrado (Campus Urutai).
 1. Índice de Qualidade da Água (IQA). 2. Microbacia
 hidrográfica. 3. Parâmetros físico-químicos. 4. Gestão de
 recursos hídricos. 5. Impacto ambiental. I. 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 resarcimento 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

- Tese (doutorado) Artigo científico
 Dissertação (mestrado) Capítulo de livro
 Monografia (especialização) Livro
 TCC (graduação) Trabalho apresentado em evento

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

João Bosco de Andrade

Matrícula:

2024101330940004

Título do trabalho:

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIBEIRÃO CAIAPÓ, PALMELO GOIÁS

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 31 / 12 / 2035

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

09 / 12 / 2025

Data



Documento assinado digitalmente
JOAO BOSCO DE ANDRADE
Data: 10/12/2025 16:38:27-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:



Documento assinado digitalmente
LEONARDO BATISTA PEDROSO
Data: 10/12/2025 08:43:09-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do(a) orientador(a)



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

Ata nº 83/2025 - REPG-URT/DPGPI-UR/CMPURT/IFGOIANO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE MESTRADO

Ao primeiro dia de dezembro de dois mil e vinte e cinco 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 **João Bosco de Andrade**, discente do **Programa de Pós-Graduação em Conservação de Recursos Naturais do Cerrado do Instituto Federal Goiano - Campus Urutáí**, com trabalho intitulado "**Avaliação da qualidade da água do Ribeirão Caiapó, Palmelo-Goiás**". A sessão foi aberta pelo presidente da banca examinadora, Prof. Dr. **Leonardo Batista Pedroso (Orientador)**, 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 e parecer pela banca. Tendo-se em vista o Regulamento do Programa de Pós-Graduação em Conservação de Recursos Naturais do Cerrado, o Trabalho de Conclusão de Curso foi **APROVADO**, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE EM CONSERVAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS DO CERRADO**, na área de concentração em **Ciências Ambientais**. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega na secretaria do Programa de Pós-Graduação em Conservação de Recursos Naturais do Cerrado do comprovante de depósito da versão definitiva do Trabalho de Conclusão de Curso, com as devidas correções apontadas pela banca e orientador, junto ao Repositório Institucional do IF Goiano - RIIIF. 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 examinadora 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. Leonardo Batista Pedroso	IF Goiano	Orientador/Presidente
Prof. Dr Leandro Caixeta Salomão	IF Goiano	Membro interno
Drª. Ellen Lemes Silva	Unioeste Campus Cascavel	Membra externa

Documento assinado eletronicamente por:

- **Leonardo Batista Pedroso, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 01/12/2025 15:11:44.
- **Leandro Caixeta Salomao, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 01/12/2025 15:44:45.
- **Ellen Lemes Silva, 049.312.591-46 - Usuário Externo**, em 01/12/2025 19:50:29.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 01/12/2025. 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: 768474

Código de Autenticação: 4f429d582a



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Urutáí

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

(64) 3465-1900

Não é a água que precisa de nós. Somos nós que dependemos dela. “*Vandana Shiva*”

AGRADECIMENTOS

A Deus, minha eterna gratidão. Foi com Sua graça e força que cheguei até aqui — sem as quais nenhum ser humano poderia alcançar lugar algum. Cada desafio superado, cada aprendizado adquirido e cada conquista alcançada contaram com o sustento da presença divina em minha vida.

Aos meus pais, já falecidos, Geralda Rosa de Andrade e Francisco Ferreira de Andrade, que foram bases e alicerces inabaláveis, sempre presentes em todos os momentos da minha trajetória, especialmente durante os estudos teóricos, práticos e nas pesquisas de campo.

Aos professores, professoras e colaboradores, que, com seus exemplos de dedicação e amor, contribuíram para o que sou e para o que conquistei. Obrigado por acreditarem em mim, mesmo diante das minhas fragilidades, e por apoiarem cada decisão, sem medir esforços para que eu chegassem até aqui.

Aos meus 11 irmãos — Juracy, Madalena, Aparecida, Ademar, José, Eurípedes, Waldir, Fátima, Pedro, Valdivino e Rosimeire — que sempre me incentivaram nos estudos. À minha esposa, Martina, mãe dos nossos quatro filhos e da afilhada que criamos como filha: João Marcos, Simão Pedro, Daniel Lucas, Ana Carolina e Lillian, todos adultos, bem instruídos, casados e realizados em suas escolhas, e também às noras, genros, cunhados, cunhadas e seus filhos, que me deram suporte nos momentos mais difíceis.

Aos professores e gestores do IF Goiano, especialmente do Campus Urutáí, cuja contribuição foi essencial nesta jornada. À comunidade de Palmelo/GO, à Secretaria do Meio Ambiente, ao secretário e à sua equipe, que apoiaram a pesquisa e o desenvolvimento deste trabalho.

Em especial, agradeço ao meu Orientador, Prof. Dr. Leonardo Batista Pedroso, e à minha Coorientadora, Profa. Dra. Débora Astoni Moreira, que, com paciência e dedicação, estiveram sempre disponíveis e acreditaram no potencial desta pesquisa.

A todos os amigos e amigas — minha segunda família — que me deram força nos dias difíceis, me fizeram rir quando o cansaço quase me vencia e acreditaram em mim quando mais precisei: essa conquista também é de vocês.

Finalizo com o coração cheio de gratidão. Cada pessoa que cruzou meu caminho, direta ou indiretamente, deixou sua marca nesta conquista. Uma pós-graduação não se resume a um título, mas reflete as mãos que me apoiaram, os corações que torceram pelo meu sucesso e as palavras que me incentivaram a continuar.

Dentre todos os agradecimentos, destaco o mais importante, que por vezes passa despercebido: durante todo o período deste mestrado, não se pode deixar no esquecimento a pessoa mais importante da minha vida — minha digníssima esposa — que, além de todo o apoio incondicional para o sucesso desta pesquisa, contribuiu generosamente com refeições prontas, roupas lavadas, casa organizada e os alívios para o cansaço dos dias mais longos.

Por tudo e a todos a minha mais sincera **GRATIDÃO!**

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Cabeceira/APP – Nascente do Ribeirão Caiapó – Região/Monjolinho.....	16
Figura 2. Afluentes da Microcabia Hidrográfica Ribeirão Caiapó da Região Santa Cruz de Goiás, Palmelo e Pires do Rio	18
Figura 3. Climograma de Palmelo.....	19
Figura 4. SANEAGO.....	21
Figura 5 Coleta D'água ACP1.....	24
Figura 6. Trecho do Ribeirão Caiapó da Avaliação da Qualidade da Água.....	28
Figura 7. Gráfico Comparativo de IQA entre o Período Chuvoso e o Seco.....	32
Figura 8. Gráfico Comparativo entre Coliformes Totais e Termotolerantes de análises das coletas de água do Ribeirão Caiapó no período chuvoso.....	33
Figura 9. Gráfico Comparativo entre Coliformes Totais e Termotolerantes de análises das coletas de água no Ribeirão Caiapó período seco.....	34

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Parâmetros de qualidade da água, unidades de medida e métodos de análise adotados.....	24
Quadro 2 – Localização geográfica dos pontos de amostragem no Ribeirão Caiapó.....	25
Quadro 3 – Coliformes totais e termotolerantes período chuvoso.....	33
Quadro 4 – Coliformes totais e termotolerantes período seco.....	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS
ACP – ALTO CURSO PONTO
ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO
APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION
APP – ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE
CAPES – COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR
CE - CONDUTIVIDADE ELÉTRICA
CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO
CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE
BCP - BAIXO CURSO PONTO
DBO – DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO
EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA
ETA – ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA
IQA – ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA
MCP - MÉDIO CURSO PONTO
NMP – *MOST PROBABLE NUMBER* (NÚMERO MAIS PROVÁVEL para coliformes)
OD – OXIGÊNIO DISSOLVIDO
ODS - DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO
ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS
PEAD - POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE
PPG-CRENAC - PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CONSERVAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS DO CERRADO
PTT - PRODUTO TÉCNICO/TECNOLÓGICO
PRONASOLOS - PROGRAMA NACIONAL DE LEVANTAMENTO E INTERPRETAÇÃO DE SOLOS
SANEAGO - SANEAMENTO DE GOIÁS S.A.
SIBCS - SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS
SIG - SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO.....	15
2 O PRODUTO.....	22
3 DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO.....	22
4 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS.....	23
4.1 Definição dos parâmetros de qualidade da água.....	24
4.2 Coleta e análise de dados.....	25
4.3 Planejamento das coletas de amostras.....	25
4.4 Procedimentos de coletas físico-químicas e bacteriológicas.....	29
4.5 Coleta para Análises Físico-Químicas.....	29
4.6 Coleta para Análises Bacteriológicas.....	29
4.7 Coleta para Análises de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Oxigênio Dissolvido (OD).....	30
4.8 Normas e Regulamentos.....	30
5 PERSPECTIVA E RELEVÂNCIA.....	31
6 COMPLEXIDADE POTENCIAL.....	31
7 RESULTADOS, DISCUSSÃO E CONCLUSÕES.....	31
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	35
REFERÊNCIAS.....	37

APÊNDICE: RELATÓRIO TÉCNICO CONCLUSIVO DA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIBEIRÃO CAIAPÓ, PALMELO-GO.....xlvi

SUMÁRIO EXECUTIVO

O trabalho apresentou o desenvolvimento de um Produto Técnico/Tecnológico (PTT) voltado à avaliação da qualidade da água do Ribeirão Caiapó, em Palmelo (GO), por meio do Índice de Qualidade da Água (IQA). O IQA, resultante das análises das amostras de água coletadas, permite identificar variações na qualidade entre os períodos chuvoso e seco. O PTT originou um Relatório Técnico Conclusivo que contribui para a conservação dos recursos naturais do Cerrado e para a biodiversidade, promovendo a sustentabilidade assegurada pelo monitoramento da qualidade da água e pela implementação de medidas destinadas a mitigar possíveis causas de degradação, favorecendo o bem-estar das comunidades que dependem desse recurso. Os avanços técnicos e tecnológicos associados ao PTT, bem como os impactos esperados, incluiram: a facilitação de ações de fiscalização e controle, a promoção da conservação dos recursos hídricos, a proteção da biodiversidade e a preservação da saúde humana.

Palavras-chave: Índice de Qualidade da Água (IQA), microbacia hidrográfica, parâmetros físico-químicos, gestão de recursos hídricos.

EXECUTIVE SUMMARY

The study presented the development of a Technical/Technological Product (PTT) aimed at assessing the Waters quality of the Caiapó Stream, located in Palmelo (GO), through the Water Quality Index (WQI). The WQI, resulting from the analysis of collected later samples, allows the identification of quality variations between rainy and dry seasons. The PTT led to the preparation of a Conclusive Technical Report that contributes to the conservation of the Cerrado's natural resources and biodiversity, fostering sustainability through the monitoring of water quality and the implementation of measures to mitigate possible causes of degradation, thus promoting the well-being of communities that depend on this resource. The technical and technological advances associated with the PTT, as well as the expected impacts, included: facilitating inspection and control actions, promoting the conservation of water resources, protecting biodiversity, and preserving human health.

Keywords: Water Quality Index (WQI), micro-watershed, physicochemical parameters, water resource management, environmental impact.

1 APRESENTAÇÃO

Os recursos hídricos desempenham um papel imprescindível para manutenção da vida e equilíbrio dos ecossistemas. Além de atenderem às necessidades humanas, como abastecimento de água potável e irrigação, são essenciais para a biodiversidade e diversas atividades econômicas. No entanto, a qualidade da água tem sido ameaçada por processos de degradação ambiental, resultantes principalmente das atividades humanas e da falta de gestão eficiente (ANA, 2020).

Neste sentido, Ballarin et al. (2023) mostram que em 81% das bacias hidrográficas brasileiras analisadas haverá diminuição da segurança hídrica até 2100, seja por mudanças climáticas (evapo-transpiração aumentada) ou pelo crescimento do uso humano da água.

O Ribeirão Caiapó é o principal sistema de drenagem local, coletivo de águas que ajuda a escoar as precipitações e mantém o equilíbrio hídrico da região. A nascente localizada próximo a região do Monjolinho possui uma formação vegetal de grande biodiversidade e baixa potencialidade aquífera, no entanto é alimentado por uma série de afluentes, da própria bacia e de sub bacias dos municípios circunvizinhos.

Por ser a maior afluente do Rio Corumbá no trecho entre Palmelo, Santa Cruz de Goiás e Pires do Rio, o estado de conservação do Caiapó possui excepcional importância a saúde dos ecossistemas aquáticos a jusante e os usos humanos da água.

Em razão dessa conectividade e sensibilidade, é imperativo implementar um manejo integrado que combine: monitoramento contínuo dos parâmetros da água (físico-químicos, microbiológicos e biológicos) (VON SPERLING, 2014); proteção e restauração de matas ciliares e áreas de preservação permanente (APP) para reduzir erosão e filtrar poluentes (BRASIL, 2012); práticas agrícolas sustentáveis como controle de aplicação de fertilizantes e defensivos, faixas de vegetação de proteção e manejo de solo para reduzir assoreamento (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, 2017) e gestão adequada de resíduos (TUCCI, 2008). Essas ações mitigam perdas de biodiversidade (PRIMACK; RODRIGUES, 2021), previnem riscos à saúde humana e asseguram o papel regulador do ribeirão frente a eventos extremos, como enchentes e secas (TUCCI, 2008),

Os desafios ambientais contemporâneos para a conservação dos recursos hídricos incluem a pressão crescente das atividades humanas, como agricultura intensiva, expansão urbana,

desmatamento e manejo inadequado do solo, que resultam em poluição, assoreamento e degradação de ecossistemas (REY-ROMERO et al., 2022; ZAHOOR, 2023). A perda de matas ciliares e áreas de preservação permanente agrava o quadro, comprometendo a biodiversidade e a segurança hídrica (NAIMAN & DÉCAMP, 1997; TELES, 2022). Diante disso, torna-se essencial adotar estratégias integradas de gestão em vista da conservação dos recursos naturais (GWP; INBO, 2009).

Nesse contexto, o Ribeirão Caiapó representa um exemplo da importância da preservação dos corpos hídricos, das matas ciliares e/ou áreas de preservação permanente (APP), frente aos desafios ambientais contemporâneos, Figura 1.

Figura 1. Cabeceira/APP – Nascente do Ribeirão Caiapó – Região/Monjolinho



07/03/2025 09:01
17°16'40.26793"S 48°25'9.9447"W ±11.00m
Ribeirão Caiapó
Auto curso/Ponto Coleta 01

* coordenadas geográficas, Latitude: 17°16'45.35"S, Longitude: 48°25'8.889"W e Altitude (m): 837

Fonte: O Autor (2025).

Embora a água destinada ao abastecimento público passe por tratamento nas Estações de Tratamento de Água (ETA), o monitoramento contínuo dos corpos hídricos é necessário, pois sua qualidade pode ser influenciada pelo uso e ocupação do solo em seu entorno, especialmente em áreas agrícolas, pecuárias e de descarte de resíduos.

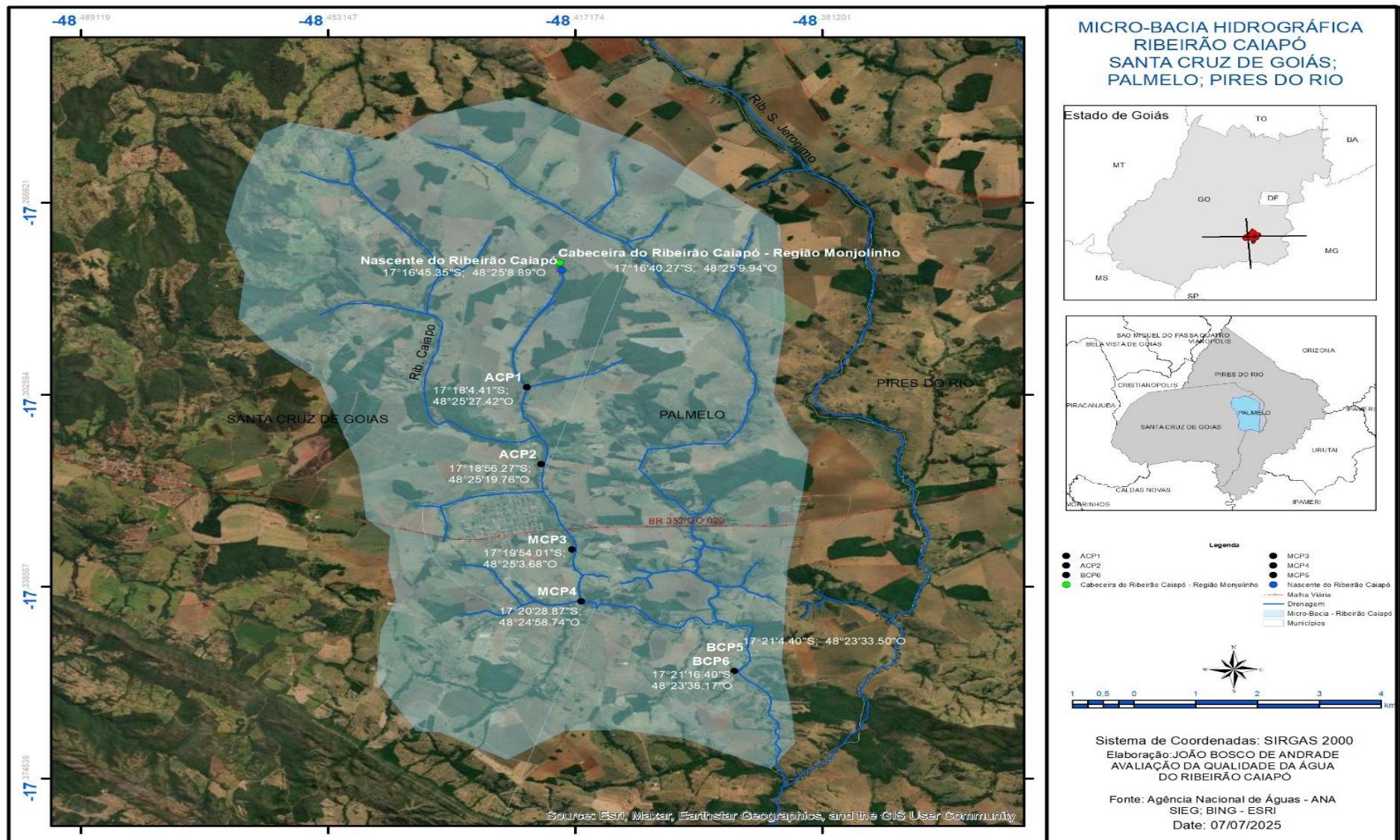
Conforme aponta Pedroso (2017) a implementação de medidas de monitoramento contínuo e o uso do IQA como ferramenta de diagnóstico, tornam-se fundamentais para orientar ações de manejo sustentável:

Diferentes órgãos gestores responsáveis pelo monitoramento da qualidade das águas empregam índices semelhantes, com pequenas variações no que tange a especificidades locais, relacionadas normalmente às formas de uso e ocupação do solo (Pedroso, 2017, p. 3).

Portanto faz-se necessário integrar práticas de conservação com políticas públicas eficazes para conservar os recursos naturais do Cerrado, garantindo tanto o equilíbrio ecológico quanto a segurança hídrica da população.

O município de Palmelo, localizado no sudeste de Goiás, da Microrregião de Pires do Rio (CIDADE-BRASIL, 2025), está inserido em um vale drenado pelo Ribeirão Caiapó, curso d'água que perpassa a Rodovia GO-020 e constitui o principal sistema de drenagem local formando a Bacia Hidrográfica do Ribeirão Caiapó, que integra a Bacia do Rio Corumbá. A rede de drenagem municipal é composta por cursos perenes e intermitentes, responsáveis pelo escoamento das precipitações e pela manutenção do equilíbrio hídrico regional Figura 2.

Figura 2. Afluentes da Micro Bacia Hidrográfica da Região Santa Cruz de Goiás, Palmelo e Pires do Rio

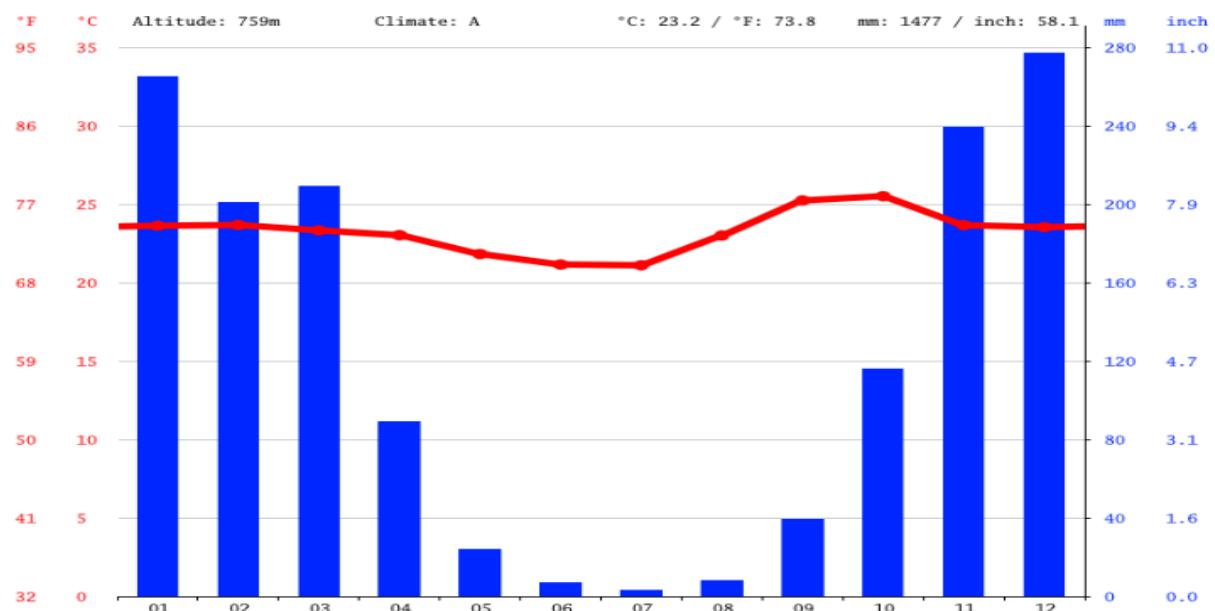


Fonte: O Autor (2025).

Estudos mapeiam voçorocas e analisam as degradações das paisagens rurais de Palmelo, descrevendo aspectos físicos locais, clima, relevo e os tipos de solo predominantes. Os autores apontam que latossolos (vermelho-escuro e vermelho-amarelo) são predominantes no município, com ocorrência também de solos hidromórficos e litossolos em proporção menor (CARNEIRP; PAULO; MELO, 2014).

A região apresenta características típicas do Cerrado, com vegetação savântica e clima sazonal. Palmelo (GO) possui clima tropical de savana conforme o sistema de classificação climática de Köppen-Geiger (Tamayo-Ruiz et al., 2024), com verão chuvoso e inverno seco. As temperaturas médias variam entre 15 °C e 30 °C, com máximas chegando a 31 °C em meses como setembro e outubro. O regime pluviométrico anual é concentrado entre outubro e março, período característico da estação chuvosa. A pluviometria da bacia hidrográfica do Rio Paranaíba, na qual Palmelo está inserida, indica uma precipitação média anual de 1.485 mm. As chuvas mensais na bacia podem atingir picos em janeiro (média de 264 mm), fevereiro (média de 203 mm) e dezembro (média de 258 mm) (Santos; Ferreira, 2017).

Figura 3. Climograma de Palmelo



Fonte: Copyright: CLIMA-DATA.ORG

A EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) em conjunto com várias instituições, dentre elas o PronaSolos (Programa Nacional de Levantamento e Interpretação de Solos do Brasil) (EMBRAPA 2018), mapearam o território brasileiro em 13 classificação de solos. De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), a região de

Palmelo está inserida em embasamento do Pré-Cambriano, com solos predominantemente Latossolos, além de Argissolos, Cambissolos e Solos litólicos, conforme estudo pedológico regional (DIAS, 2008)

A vegetação de Palmelo corresponde ao bioma Cerrado, com formações de cerradão (dossel de árvores e arbustos) e cerrado sensu stricto, caracterizado por estrato inferior formado por gramíneas (RIBEIRO; WALLYER, 2007).

Do ponto de vista histórico-cultural, registros da memória regional relatam que o Ribeirão Caiapó, que nasce em Palmelo, percorre Pires do Rio e deságua no Rio Corumbá, foi no passado abundante em espécies de peixes como piaus, pacus, mandis e piabas, utilizados em pescarias artesanais com varas de bambu e redes. Na década de 1970, a área era utilizada para acampamentos, pesca e criação de gado, mas também, por volta de 1979 foi palco de uma grande mortandade de peixes, provavelmente relacionada ao uso de agroquímicos nas lavouras, episódio que impactou significativamente a fauna aquática local (TEODORO, 2018).

Atualmente, a gestão e o monitoramento da qualidade da água do Ribeirão Caiapó e do abastecimento público de Palmelo são conduzidos pela Saneamento de Goiás S.A. (SANEAGO), que contribuem na conservação dos recursos hídricos e na manutenção da sustentabilidade ambiental da região (SANEAGO, 2025).

A infraestrutura da Estação de Tratamento de Água (ETA), da SANEAGO, no município de Palmelo Goiás, além de abastecer o público, contribui para a gestão da qualidade da água do leito do Ribeirão Caiapó e de todo o seu percurso com programas de recuperação e proteção de mananciais e monitoramento da qualidade da água. A presença dessa estrutura no trabalho objetiva reforçar a conexão entre os pontos de amostragem no Ribeirão e o processo de captação, tratamento e distribuição da água destinada ao consumo humano. O desempenho das ETAs no contexto do saneamento básico demonstra a interface entre a preservação dos recursos hídricos naturais e a manutenção da biodiversidade com impacto direto na saúde pública conforme Figura 4.

Figura 4. Infraestrutura da Saneamento de Goiás S.A



Fonte: O autor (2025).

A imagem da Estação de Tratamento de Água neste estudo demonstra a relevância metodológica que a estrutura assume para o estudo. A qualidade das águas nos diferentes pontos do Ribeirão Caiapó está diretamente relacionada ao processo de tratamento realizado nas ETAs, o que torna imprescindível compreender a sua função no controle de parâmetros físico-químicos e microbiológicos. Além disso, há relação mais clara entre o monitoramento dos corpos hídricos, a efetividade das políticas de gestão de recursos hídricos e de saúde pública.

A relevância deste estudo técnico foi fornecer dados seguros, atualizados e proeminentes para a tomada de decisões ambientais, oferecer subsídios alinhados às demandas contemporâneas, com pertinência acadêmica, utilidade prática e contribuição para o avanço científico, tecnológico, social e/ou ambiental.

Este PTT (Produto Técnico Tecnológico) informa os resultados do estudo de avaliação da qualidade da água do Ribeirão Caiapó ao poder público, e tem como objetivo contribuir para a conservação e proteção dos recursos naturais do Cerrado, do meio ambiente e da biodiversidade, cujo público-alvo é a Secretaria do Meio Ambiente do Município de Palmelo (GO) que poderá beneficiar-se deste produto como ferramenta de gestão de recursos hídricos.

2 O PRODUTO

O PTT que se apresenta é um Relatório Técnico Conclusivo de “AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIBEIRÃO CAIAPÓ, PALMELO GOIÁS” resultante do estudo do IQA (Índice da Qualidade da Água) de um trecho de aproximadamente 12 Km do Ribeirão Caiapó a partir de sua nascente, enfatizando a região da “COMUNIDADE DA PAZ”.

O relatório contribui para a gestão dos recursos hídricos do poder público, incluindo as Secretarias do Meio Ambiente dos Municípios de Palmelo, Pires do Rio e Santa Cruz de Goiás envolvidos nesta microbacia hidrográfica, e para a colaboração dos usuários, o agronegócio e as comunidades que se beneficiam das águas deste recurso hídrico, e atende a sua demanda em monitorar e analisar a qualidade das águas além das captadas pela SANEAGO e tratadas pela ETA local.

Neste sentido o presente relatório se disponibiliza a subsidiar o monitoramento contínuo necessário em todo o manancial, antes e após o ponto de captação, especialmente na área do estudo, principalmente às Secretarias de Meio Ambiente, sejam órgãos governamentais, estaduais ou municipais, responsáveis por elaborar, executar e monitorar políticas públicas de preservação ambiental, licenciamento, fiscalização, proteção de recursos naturais e educação ambiental, e à população da região, para que estes recursos hídricos se insiram numa gestão descentralizada e contem com a participação do poder público, dos usuários e das comunidades (BRASIL, 1997), e assegurem a disponibilidade e a gestão sustentável da água e do saneamento para todas as pessoas (ONU, 2015).

3 DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO

A iniciativa de avaliar a qualidade da água do Ribeirão Caiapó, cujo percurso se estende pelos municípios de Palmelo, Santa Cruz de Goiás e Pires do Rio, traz benefícios à região e ao meio ambiente.

A bacia hidrográfica do Ribeirão Caiapó abastece a comunidade local e contribui para a manutenção da biodiversidade. No entanto, pode ser impactada por atividades antrópicas, com possíveis contaminações provenientes de fontes difusas, pontuais ou não, comprometedoras da qualidade da água, gerando preocupações ambientais e sanitárias, especialmente para a Comunidade da Paz.

O PTT propôs à governança de monitoramento e gestão participativa da comunidade, usuários e público em geral, ações de mitigação desses impactos antrópicos, em nível de bacias hidrográficas, com sustentabilidade (PERACELLI, 2024).

Este estudo visa fornecer informações que subsidiem ações de conservação e gestão hídrica, promovendo a sustentabilidade dos recursos naturais locais.

4 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

A metodologia adotada neste estudo foi empregar procedimentos padronizados para a análise da qualidade da água, determinados pelo IQA. Foram definidos parâmetros físico-químicos e microbiológicos, abrangendo pH, temperatura, oxigênio dissolvido (OD), turbidez, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), fósforo total, nitrato, coliformes totais e termotolerantes para a determinação do IQA, calculado pela média geométrica ponderada, a partir destes 9 parâmetros de qualidade da água.

As coletas foram realizadas em 2025, nos períodos chuvoso e seco, compreendido o chuvoso entre outubro e março e seco entre abril e setembro, em pontos estrategicamente distribuídos ao longo do ribeirão, de modo a contemplar diferentes condições ambientais e padrões de uso e ocupação do solo, incluindo áreas agrícolas, urbanas e de preservação. Os pontos de coletas foram preestabelecidos de 1 a 6, da seguinte forma: ACP1: Alto Curso Ponto 1; ACP2: Alto Curso Ponto 2; MCP3: Médio Curso Ponto 3; MCP4: Médio Curso Ponto 4; BCP5: Baixo Curso Ponto 5; BCP6: Baixo Curso Ponto 6 (Quadro 2).

A seleção desses pontos considerou, adicionalmente, a influência de afluentes e possíveis lançamentos de efluentes, bem como variações na correnteza e na profundidade, fatores determinantes para a dispersão e concentração de possíveis contaminantes.

Essa prática está em conformidade com a ABNT NBR 9898:1987, que recomenda a seleção de pontos representativos para avaliação ambiental, e com a Resolução CONAMA nº 357/2005, que orienta o enquadramento e monitoramento da qualidade da água em função de seus diferentes usos.

Aspectos relacionados à acessibilidade e segurança também foram ponderados, assegurando a execução regular e consistente das coletas.

As análises laboratoriais seguiram as diretrizes estabelecidas pela *American Public Health Association* (APHA, 2020).

O ponto de coleta ACP1, Figura 5, está situado a aproximadamente 3.070 metros da nascente do Ribeirão Caiapó, no alto curso do manancial. Sua inclusão é estratégica, pois estabelece uma referência da qualidade natural da água, considerando que áreas próximas à nascente tendem a apresentar menor influência antrópica.

Figura 5. Ponto de Coleta D'água ACP1
 Coordenadas Geográficas **Latitude** 17°18'4.41"S
Longitude 48°25'27.42"W **Altitude(m)** 837



Fonte: O autor (2025).

4.1 Definição dos parâmetros de qualidade da água

Quadro 1 – Parâmetros de qualidade da água, unidades de medida e métodos de análise adotados

Parâmetro	Unidade de medida	Método de análise*
Oxigênio Dissolvido (OD)	mg L ⁻¹	Método de Winkler modificado.
Coliformes Totais	NMP 100 mL ⁻¹	Método Colilert® – IDEXX, com substratos definidos (ONPG/MUG) e leitura após incubação de 24 h
Coliformes Termotolerantes	NMP 100 mL ⁻¹	Método Colilert® – IDEXX, detecção por fluorescência UV para confirmação de <i>E. coli</i> .
pH	adimensional	Potenciômetro (APHA, 4500-H ⁺ B).
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	mg L ⁻¹	Incubação de 5 dias a 20 °C (APHA, 5210 B).
Temperatura da Água	°C	Termômetro digital.
Nitrogênio Total	mg L ⁻¹	Digestão e detecção por espectrofotometria (APHA, 4500-N)
Fósforo Total	mg L ⁻¹	Método do ácido ascórbico após digestão (APHA, 4500-P E)
Turbidez	NTU	Nefelometria (APHA, 2130 B)
Condutividade Elétrica (CE)	µS cm ⁻¹	Condutivímetro

*Métodos conforme Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, AWWA, WEF) e normas da ABNT.

Fonte: O autor (2025).

As características físicas, químicas e biológicas que indicam a potabilidade e adequação da água para diferentes usos são definidos pelos parâmetros de qualidade da água. Eles são indicadores de avaliação da água apropriada ao consumo humano, animal, ao uso industrial ou outros fins (CETESB, 2023).

4.2 Coleta

A metodologia de coleta e análise de dados segue as normas da *American Public Health Association* (APHA, 2023). As amostras foram coletadas em diferentes pontos ao longo do Ribeirão Caiapó, considerando variáveis sazonais e locais de impacto antrópico.

4.3 Planejamento das coletas de amostras

As coletas de amostras foram realizadas em ambos os períodos do ano (chuvisco e seco), em 6 pontos estratégicos ao longo do Ribeirão Caiapó, abrangendo diferentes zonas ambientais e considerando a influência de atividades antrópicas. As seleções dos pontos foram realizadas através de critérios que englobam tanto a localização ao longo do curso d'água (alto, médio e baixo curso) quanto a presença de diferentes formas de uso do solo, permitindo uma avaliação detalhada dos impactos ambientais sobre a qualidade da água.

Todos os pontos foram georreferenciados para garantir a reprodutibilidade do estudo e possibilitar comparações futuras. Os pontos de amostragem do Ribeirão Caiapó foram distribuídos ao longo de seu gradiente longitudinal, abrangendo desde o alto curso até o baixo curso.

Os pontos de coletas preestabelecidos, de 1 a 6, foram georreferenciados, associados a coordenadas geográfica (Latitude Sul e Longitude Oeste, com Altitude correlacionada) Quadro 2.

Quadro 2 – Localização geográfica dos pontos de amostragem no Ribeirão Caiapó

Ponto ¹	Latitude	Longitude	Altitude(m)	Descrição
AC – Cabeceira do Ribeirão Caiapó – Região Monjolinho	17°16'40.27"S	48°25'9.984"W	837	Alto curso
AC – Nascente do Ribeirão Caiapó – Região Monjolinho	17°16'45.35"S	48°25'8.889"W	827	Alto curso
ACP1	17°18'4.41"S	48°25'27.42"W	747	Alto curso
ACP2	17°18'56.27"S	48°25'19.76"W	728	Alto curso
MCP3	17°19'54.01"S	48°25'3.68"W	713	Médio curso
MCP4	17°20'28.87"S	48°24'58.74"W	711	Médio curso
BCP5	17°21'4.40"S	48°23'33.50"W	682	Baixo curso
BCP6	17°21'16.40"S	48°23'38.17"W	663	Baixo curso

¹ AC: Alto Curso; ACP1: Alto Curso Ponto 1; ACP2: Alto Curso Ponto 2; MCP3: Médio curso Ponto3; MCP4: Médio Curso Ponto 4; BCP5: Baixo Curso Ponto 5; BCP6: Baixo Curso Ponto 6.
Fonte: O autor (2025).

O georreferenciamento constitui uma ferramenta essencial em pesquisas ambientais, pois possibilita a identificação precisa da localização espacial dos pontos de amostragem, garantindo a reproduzibilidade dos estudos e a confiabilidade dos resultados (Lourenço, *et al.*, 2019). Essa técnica permite não apenas a comparação entre diferentes trechos de um corpo hídrico, mas também o monitoramento temporal das variáveis ambientais, favorecendo a análise de padrões espaciais de qualidade da água e de impactos antrópicos (SILVA; NASCIMENTO, 2020). Além disso, o uso de coordenadas geográficas associado a softwares de geoprocessamento amplia as possibilidades de integração dos dados em Sistemas de Informação Geográfica (SIG), favorece análises multiescalares e subsidia estratégias de gestão e conservação dos recursos hídricos (ROCHA; MOURA; FERNANDES, 2018).

O estudo considerou três trechos distintos do Ribeirão Caiapó, a seguir, definidos como alto, médio e baixo curso Georreferenciados, com espaçamento definido entre os locais de coletas.

O ponto ACP1 localiza-se no alto curso do ribeirão, a aproximadamente 3.070 metros de sua nascente, nas coordenadas 17°18'4.41"S e 48°25'27.42"W, a uma altitude de 747 metros, em uma área com baixa influência antrópica. Nesse trecho, observa-se a presença de vegetação natural mais preservada e mata ciliar em bom estado de conservação, o que garante um ambiente de referência. O uso do solo é caracterizado por baixo impacto humano, servindo como parâmetro comparativo para as demais áreas e representando condições próximas aos naturais da água.

O ponto ACP2 situa-se 1.250 metros a jusante do ACP1, em uma região de pastagem, com predominância da pecuária extensiva. As atividades pecuárias nessa área podem gerar impactos como a compactação do solo, redução da infiltração e carreamento de sedimentos e nutrientes, especialmente devido às fezes dos animais (SILVA; MENDES; CARVALHO, 2011). A mata ciliar encontra-se reduzida ou fragmentada, contribuindo para maior vulnerabilidade do curso d'água a processos de degradação ambiental.

Localizado a cerca de 1.960 metros do ACP2, próximo ao perímetro urbano do município de Palmelo, o ponto MCP3 corresponde a uma área de médio curso marcada por usos mistos do solo, incluindo ocupação residencial, atividades agrícolas e pastagem. O aumento da presença humana traz potenciais impactos como lançamentos de efluentes domésticos, deposição de resíduos sólidos e intensificação do escoamento superficial urbano e fragmentação

da vegetação ciliar, todos associados à pressão antrópica sobre os ecossistemas (TUCCI, 2008; RODRIGUES; GANDOLFI, 2004).

O ponto MCP4 encontra-se 1.330 metros a jusante do MCP3, em uma área de transição para trechos mais degradados. O uso do solo é caracterizado pela presença de atividades agropecuárias e ocupação humana dispersa. Esse ponto possui relevância por permitir a avaliação da progressão da degradação ambiental e das alterações da qualidade da água em função dos usos anteriores da bacia. A mata ciliar, nesse trecho, está em processo de substituição por atividades humanas, refletindo uma perda gradativa de proteção do ecossistema aquático.

O ponto BCP5 localiza-se no baixo curso, a 4.360 metros do MCP4, próximo à Comunidade da Paz, em uma região caracterizada pela presença de lavouras de cultivo intensivo e agricultura mecanizada. O uso do solo é voltado à produção agrícola comercial, com aplicação de grandes quantidades de fertilizantes e defensivos químicos. Os principais impactos associados são o aumento de sedimentos e nutrientes, sobretudo nitrogênio e fósforo, além de potenciais contaminantes químicos (ESTEVES, 2011). A mata ciliar nesse trecho encontra-se bastante (ESTEVES, 2011),, principalmente em áreas diretamente associadas à agricultura. Entre os pontos MCP4 e BCP5, há a presença de um estábulo de produção leiteira do tipo *compost barn*, situado a aproximadamente 1.000 metros do leito do ribeirão, cuja localização mais afastada sugere baixa probabilidade de contaminação direta das águas.

O ponto BCP6 situa-se 530 metros a jusante do BCP5, em uma área abaixo de um estábulo de produção leiteira do tipo *compost barn*, marcado pela presença de instalações pecuárias intensivas. O uso do solo é voltado ao tipo de produção de leite, gerando elevada quantidade de efluentes orgânicos. Os principais impactos ambientais incluem a contaminação da água por coliformes, matéria orgânica e nutrientes, o que pode resultar em processos de eutrofização (VON SPERLING, 2014). Relatos prévios apontam efeitos diretos sobre a qualidade da água nesse trecho, onde a mata ciliar encontra-se bastante comprometida e substituída por áreas destinadas ao manejo pecuário (RODRIGUES; GANDOLFI, 2004; DIAS; MELLO; COELHO NETTO, 2015).

Com o intuito de representar espacialmente a localização geográfica do percurso das águas, apresentando as distâncias dos Pontos de Coleta a partir AC Nascente, elaborou-se o mapa do Ribeirão Caiapó, como pode ser observado na Figura 6, abrangendo o trecho analisado do estudo de avaliação da qualidade da água.

Figura 6. Trecho do Ribeirão Caiapó da Avaliação da Qualidade da Água



Imagens ©2025 Airbus, Maxar Technologies, Imagens ©2025 Airbus, CNES / Airbus, Landsat / Copernicus, Maxar Technologies. Dados do mapa ©2025

Fonte da Imagem: Google Maps, Elaboração: O autor (2025).

Nesse mapa, encontram-se demarcados os pontos de amostragem distribuídos ao longo do gradiente longitudinal do ribeirão, desde o alto curso até o baixo curso, conforme o georreferenciamento previamente descrito. A representação cartográfica possibilita a visualização das coordenadas geográficas, da disposição dos pontos e das distâncias relativas entre eles, fornecendo subsídios para a compreensão da dinâmica fluvial e da variação espacial dos parâmetros ambientais analisados (*AIRBUS; CNES; MAXAR; LANDSAT/COPERNICUS, 2025*). Além disso, o mapa constitui um recurso metodológico essencial, pois assegura maior clareza na localização dos pontos e reforça a confiabilidade do monitoramento, permitindo que futuras pesquisas possam reproduzir ou comparar os resultados obtidos neste estudo.

4.4 Procedimentos de coletas físico-químicas e bacteriológicas

As coletas de amostras de água foram realizadas conforme as diretrizes da Norma Brasileira ABNT NBR 9898:1987, que estabelece procedimentos para preservação e técnicas de amostragem de água em diferentes condições. Para garantir a representatividade dos dados e minimizar interferências externas, cada coleta segue protocolos específicos de acordo com o tipo de análise a ser realizada.

4.5 Coleta para Análises Físico-Químicas

As amostras para análises físico-químicas (pH, turbidez, temperatura, condutividade elétrica, nitrogênio total e fósforo total) foram coletadas em frascos polietileno previamente lavados e esterilizados a fim de evitar contaminação e garantir a integridade das análises. As amostragens foram coletadas diretamente da coluna d'água, aproximadamente 20 cm abaixo da superfície, evitando a inclusão de material em suspensão. As amostras foram mantidas sob refrigeração a 4°C até a análise no laboratório, garantindo a estabilidade dos parâmetros (APHA, 2023).

4.6 Coleta para Análises Bacteriológicas

Para a análise microbiológica de Coliformes Totais e Termotolerantes, as amostras foram coletadas em frascos de vidro esterilizados. A coleta foi feita com técnica asséptica, mergulhando o frasco diretamente no corpo hídrico contra a correnteza, com a boca do

recipiente voltada para o fluxo de água. As amostras foram transportadas em caixas térmicas a 4°C e analisadas em até 6 horas após a coleta, conforme recomendações da *Apha*, (2023).

4.7 Coleta para Análises de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Oxigênio Dissolvido (OD)

As análises foram desenvolvidas no Laboratório de Pesquisa e Análise Química do IF Goiano Campus Urutaí.

Para a determinação da DBO, as amostras foram coletadas em frascos de vidro borossilicato de 300 ml, vedados hermeticamente para evitar trocas gasosas. As amostras foram incubadas por 5 dias a 20°C, conforme o método padronizado para avaliação da decomposição da matéria orgânica.

A medição do oxigênio dissolvido (OD) foi realizada no Laboratório de Análises Químicas, realizadas por Titulometria, através do método de análise quantitativa.

O correto manuseio e preservação das amostras foram essenciais para garantir a confiabilidade dos resultados e permitir uma avaliação precisa da qualidade da água ao longo dos diferentes trechos do Ribeirão Caiapó.

Para a execução do estudo, foram empregados equipamentos e materiais laboratoriais selecionados com base na confiabilidade e para a precisão das análises. Para a coleta de amostras, utilizaram-se frascos de vidro borossilicato da marca *Pyrex*® (300 ml), destinados às análises de demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e oxigênio dissolvido (OD), e frascos de polietileno de alta densidade (PEAD) da *Nalgene*® (500 ml), voltados às análises físico-químicas.

4.8 Normas e Regulamentos

O estudo foi conduzido em conformidade com as normas e regulamentações vigentes, assegurando a qualidade e a confiabilidade dos procedimentos adotados. Foram seguidas as diretrizes da ABNT NBR 9898:1987, que estabelece as técnicas adequadas para a amostragem de água; a Resolução CONAMA nº 357/2005, responsável pela classificação dos corpos de água e pelas diretrizes ambientais para seu enquadramento; e os procedimentos analíticos recomendados pela *American Public Health Association* (APHA) para a análise de água e águas residuais. As coletas de água foram realizadas de acordo com os procedimentos de preservação, manuseio e representatividade amostral (APHA, 2023).

5 PERSPECTIVA E RELEVÂNCIA

O estudo evidenciou a necessidade de implantação de um programa contínuo de monitoramento da qualidade da água, considerando as possíveis alterações decorrentes da ação antrópica na área. A sistematização dos dados gera informações relevantes para subsidiar a gestão ambiental, orientar a tomada de decisão e alertar tanto a população quanto os órgãos responsáveis sobre potenciais riscos ambientais (VON SPERLING, 2014).

No que se refere à relevância o PTT gerado, deste estudo apresenta concentração às Ciências Ambientais e à linha de atuação do PPG-CRENAC. Possui impacto relevante e intenso para o meio ambiente, a biodiversidade e as comunidades locais. A aplicabilidade é elevada tanto em nível local quanto regional, com potencial de replicação em outras bacias hidrográficas do Cerrado. O PTT se destaca pela inovação do monitoramento da qualidade das águas, incorporando o uso de georreferenciamento, análise espacial e integração de ferramentas digitais, como o software *Microsoft Excel® 365*, para a interpretação e visualização dos dados obtidos.

6 COMPLEXIDADE POTENCIAL

Considerando a alta aplicabilidade e o potencial de replicação em outras bacias hidrográficas, o PTT apresenta complexidade média. A análise dos resultados permite identificar aspectos estratégicos para a gestão da qualidade da água, especialmente nos municípios da microrregião do Ribeirão Caiapó, Palmelo, Pires do Rio e Santa Cruz de Goiás.

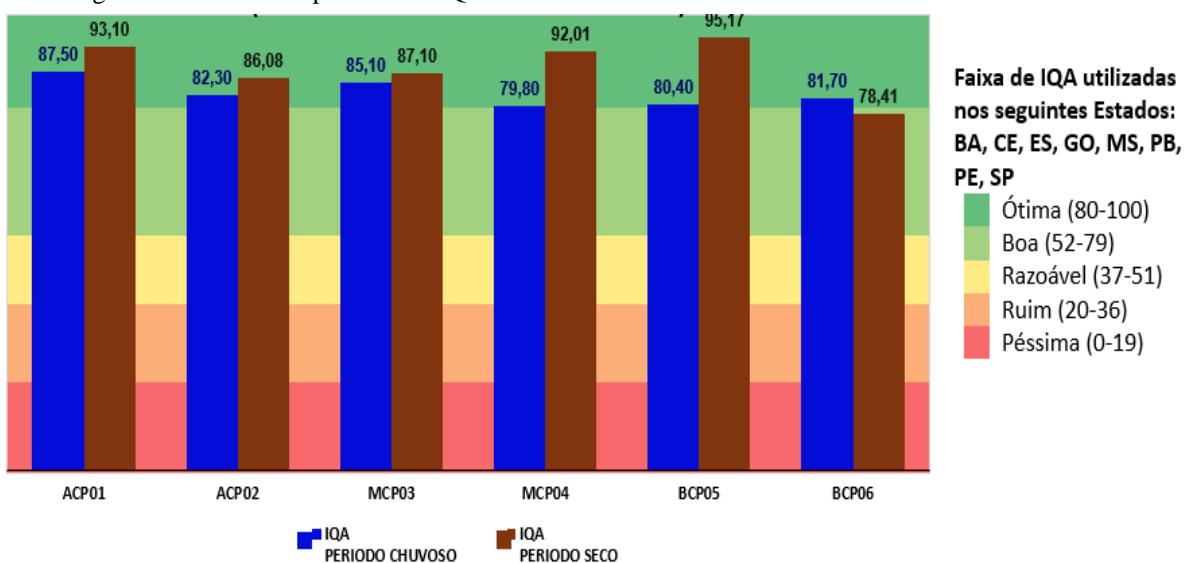
A definição de valores de referência, no cálculo do IQA, avalia a qualidade da água e orienta ações de controle ambiental. Ou seja, a adaptação dos índices às condições locais, apresentaram resultados variados, em geral, de boa qualidade da água, mas reforça a importância do monitoramento contínuo.

7 RESULTADOS, DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

A avaliação da qualidade da água do Ribeirão Caiapó, considerando o Índice de Qualidade da Água (IQA) e os parâmetros microbiológicos, foi realizada conforme os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, que classifica os corpos d'água e estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, bem como os limites de qualidade para usos múltiplos.

Os resultados obtidos indicaram que os valores de IQA variaram entre as classes “Boa” e “Ótima” nos períodos chuvoso e seco, com índices de 79,80 a 87,50 durante o período chuvoso, e valores mais elevados em pontos específicos no período seco, como BCP5 (95,17) e ACP1 (93,10). Esses resultados demonstram que, de modo geral, o Ribeirão Caiapó apresenta condições satisfatórias para a manutenção da biodiversidade aquática e para usos compatíveis com a Classe 2 da Resolução CONAMA nº 357/2005, que permite o abastecimento público após tratamento convencional, a proteção das comunidades aquáticas e a recreação de contato primário.

Figura 7. Gráfico Comparativo de IQA Entre o Período Chuvoso e o Seco.



Fonte: O autor (2025).

No entanto, observou-se que o ponto BCP6 registrou o menor valor de IQA no período seco, o que sugere possíveis influências antrópicas locais, como lançamento difuso de efluentes ou manejo inadequado do solo, fatores que podem comprometer parcialmente a qualidade da água.

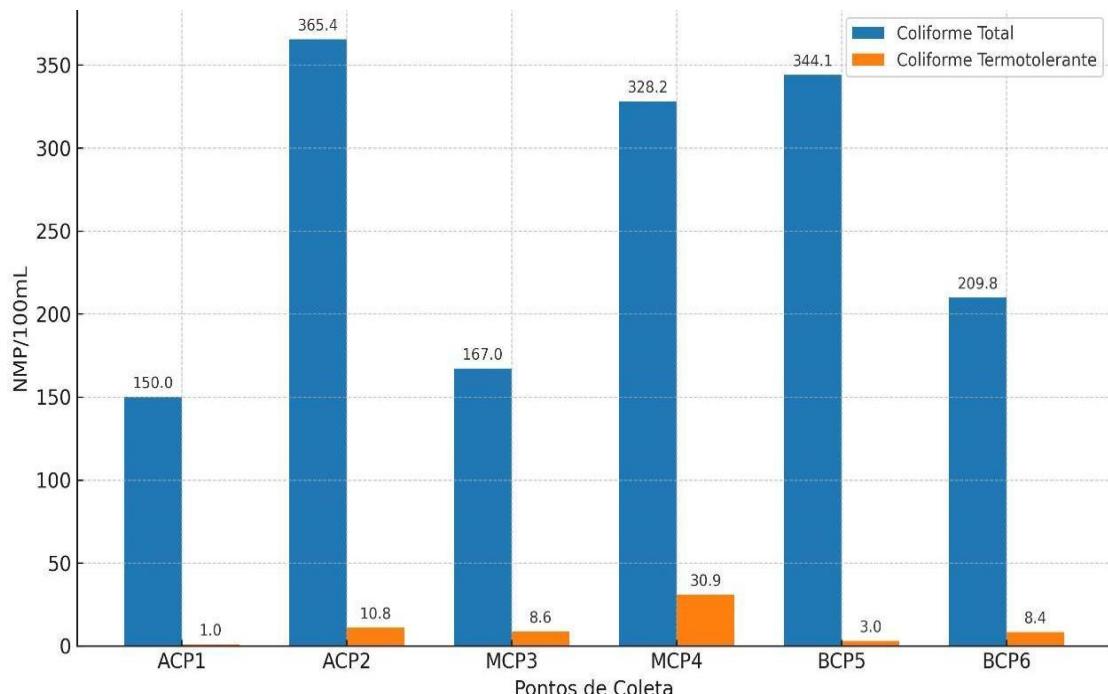
Em relação aos parâmetros microbiológicos, os coliformes totais no período chuvoso variaram entre 150 e 365,4 NMP/100 ml, com valores mais elevados em ACP2 (365,4 NMP/100 ml) e BCP5 (344,1 NMP/100 ml). Já os coliformes termotolerantes apresentaram variação entre <1,0 e 30,9 NMP/100 ml, com destaque para MCP4 (30,9 NMP/100 ml) e ACP2 (10,8 NMP/100 ml) Quadro 3.

Quadro 3 – Coliformes totais e termotolerantes período chuvoso.

Pontos	Coliformes	NMP/100mL
Coletas	Total	Termotolerante
ACP1	150	<1,0
ACP2	365,4	10,8
MCP3	167	8,6
MCP4	328,2	30,9
BCP5	344,1	3
BCP6	209,8	8,4

Fonte: autor (2025).

Figura 8. Gráfico Comparativo entre Coliformes Totais e Termotolerantes de análises das coletas de água do Ribeirão Caiapó no período chuvoso.



Fonte: O autor (2025).

No período seco, os coliformes totais oscilaram entre 140 e 300 NMP/100 ml, enquanto os termotolerantes variaram entre 0 e 20 NMP/100 ml, com predominância de valores nulos nos pontos ACP1, ACP2 e MCP3

Quadro 4 – Coliformes totais e termotolerantes período seco.

Pontos de Coletas	Coliformes Total	Termotolerante NMP/100mL
ACP1	200	0
ACP2	140	0
MCP3	240	0
MCP4	200	20
BCP5	200	10
BCP6	300	20

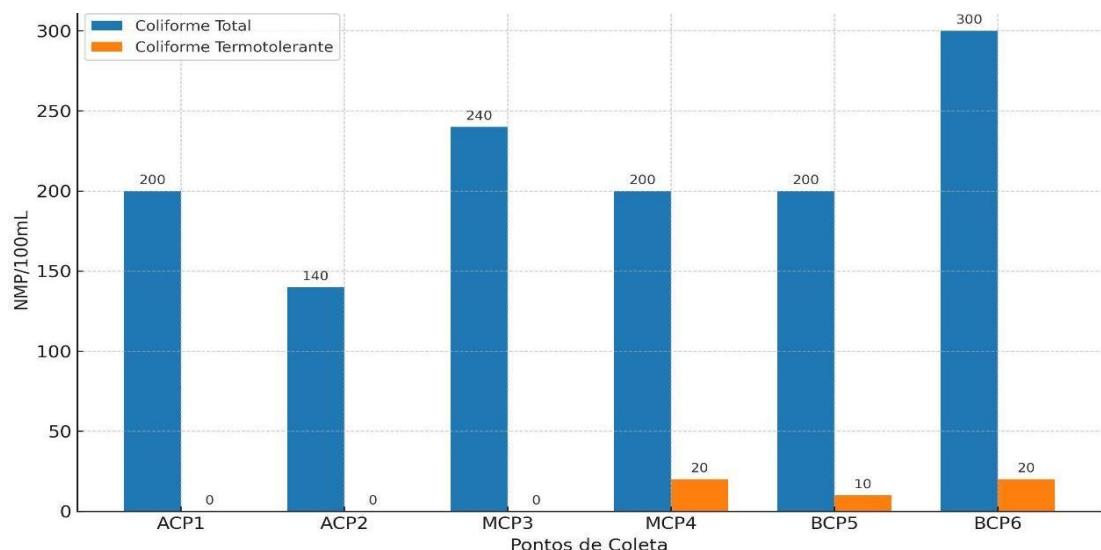
Fonte: O autor (2025).

De acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005, para corpos d'água de Classe 2, a concentração de coliformes termotolerantes deve ser de até 1.000 NMP/100 ml, considerando a média geométrica de amostras mensais em um período de 12 meses. Assim, os valores observados em ambos os períodos permaneceram dentro dos limites permitidos pela legislação, indicando que, sob o aspecto microbiológico, a água do Ribeirão Caiapó se enquadra como adequada para os usos preconizados para essa classe.

A discreta variação entre os períodos amostrais e o pequeno aumento das concentrações no período chuvoso, deve-se, possivelmente ao escoamento superficial e da maior mobilização de matéria orgânica e sedimentos, conforme Rosá et al. (2024) e Viana (2023) em estudos similares. Contudo, os valores mantiveram-se dentro dos limites legais, indicando baixa influência de fontes antrópicas diretas de contaminação fecal e boa capacidade de autodepuração do corpo hídrico avaliado.

Apesar disso, a tendência de aumento dos coliformes no período seco pode estar associada à redução da vazão e ao consequente aumento da concentração de microrganismos devido à menor diluição, especialmente em trechos sob maior influência de atividades antrópicas, como áreas agrícolas e pecuárias próximas às margens. No período chuvoso, a maior diluição das águas pode justificar a redução relativa desses indicadores em alguns pontos, embora o carreamento superficial também possa elevar temporariamente as cargas microbiológicas em áreas de uso intensivo do solo.

Figura 9. Gráfico Comparativo entre Coliformes Totais e Termotolerantes de análises das coletas de água no Ribeirão Caiapó período seco.



Fonte: O autor (2025).

De forma integrada, a análise dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos evidencia que o Ribeirão Caiapó apresenta qualidade da água predominantemente boa a ótima, enquadrando-se na Classe 2 da Resolução CONAMA nº 357/2005, mas com indícios pontuais de vulnerabilidade microbiológica, principalmente no período seco.

Conclui-se, portanto, que o Ribeirão Caiapó mantém padrões satisfatórios de qualidade para usos múltiplos e para a preservação da biota aquática. Contudo, recomenda-se o monitoramento contínuo, a implementação de práticas conservacionistas de manejo do solo, a recuperação de matas ciliares e o controle de fontes difusas de contaminação, de modo a assegurar a manutenção dos padrões de qualidade definidos pela legislação ambiental e garantir a sustentabilidade dos recursos hídricos locais.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação da qualidade da água do Ribeirão Caiapó contribui para a gestão participativa da água, conforme os princípios da Lei nº 9.433/1997. A disponibilização pública dos dados permite que órgãos ambientais, usuários e comunidades compreendam melhor a situação hídrica e participem de ações de preservação.

O estudo se destaca por integrar análises laboratoriais com acessibilidade dos resultados através do Relatório Técnico Conclusivo, tornando-se uma ferramenta valiosa para o monitoramento e gestão sustentável da água no Cerrado.

Avaliação detalhada dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos, especialmente oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), turbidez e coliformes, permitiu identificar com maior precisão os fatores que mais contribuem para a variação da qualidade da água nos diferentes trechos.

A interpretação desses resultados reforça a importância de um monitoramento sistemático, estabelecendo frequência de coletas semestrais, para garantir o acompanhamento contínuo, detectar tendências de alterações nos parâmetros avaliados e antecipar eventuais processos de degradação ambiental.

Com base nos estudos recomenda-se a implementação de um programa de monitoramento semestral da qualidade da água, aliado a ações contínuas de educação ambiental junto às comunidades locais, visando promover o uso sustentável dos recursos hídricos. Além disso, sugere-se a integração dessas ações com os planos diretores e de gestão ambiental dos municípios abrangidos pela bacia, fortalecendo políticas públicas de conservação.

Por fim, a criação e manutenção de Áreas de Preservação Permanente (APPs) ao longo das margens do Ribeirão Caiapó são medidas essenciais para a proteção de sua integridade ecológica e para a prevenção de impactos negativos sobre a qualidade da água no longo prazo.

REFERÊNCIAS

AIRBUS; CNES; MAXAR; LANDSAT/COPERNICUS. *Imagens de satélite e dados geoespaciais de Palmelo (GO)*, compilados no Google Maps. 2025.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 23rd ed. Washington, D.C.: APHA, 2020.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA, AWWA & WEF. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 24. ed. Washington, DC: APHA Press, 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). *Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil 2020*. Brasília: ANA, 2020.

BALLARIN, André S. et al. *Brazilian Water Security Threatened by Colimaste Change and Human Behavior*. Water Resources Research, v. 59, n. 7, 2023.

BRASIL. CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. “Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências”. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/>. Acessado em: 14 ago. 2025.

BRASIL. *Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997*. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências. *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, 9 jan. 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 3 fev. 2025.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 maio 2012.

CARNEIRO, Vandervilson Alves; PAULO, Pedro Oliveira; MELO, Eduardo Morais Lima. Paisagens degradadas do município de Palmelo (Goiás): o estudo das voçorocas via trabalho de campo. *Geotextis*, v. 10, n. 1, p. 179–207, jul. 2014. Disponível em: Cercomp UFG. Acesso em: 3 fev. 2025.

CIDADE-BRASIL. *Município de Palmelo, Goiás*. Disponível em: <https://www.cidade-brasil.com.br/municipio-palmelo.html>. Acesso em: 8 out. 2025.

CLIMATEMPO. *Climatologia de Palmelo - GO*. Disponível em: <https://www.climatetempo.com.br/climatologia/5118/palmelo-go>. Acesso em: 5 set. 2025.

DIAS, A. P.; MELLO, C. R.; COELHO NETTO, A. L. Impactos da conversão de florestas em pastagens sobre processos hidrológicos e qualidade da água. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 19, n. 12, p. 1093–1100, 2015.

EMBRAPA. *Tipos de solo no Cerrado*: Latossolos, Argissolos, Cambissolos e Solos Litólicos. Portal Embrapa (Versão 3.158.0) p04.

ESTEVES, F. A. *Fundamentos de Limnologia*. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. *Soil pollution: a hidden reality.* Rome: FAO, 2017.

GWP; INBO. *A Handbook for Integrated Water Resources Management in Basins.* Estocolmo: GWP & INBO, 2009.

LOURENÇO, R. W. et al. Geotecnologias aplicadas à análise e gestão ambiental. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 71, n. 1, p. 1-18, 2019.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). *Transformando Nossa Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável.* Nova York: ONU, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 5 nov. 2025. Acesso em: 15 jul. 2025.

PALMELO. Prefeitura Municipal de Palmelo. História e geografia. Palmelo-GO, 2025. Disponível em: <<https://www.palmelo.go.gov.br/>>. Acesso em: 18 ago. 2025.

PEDROSO, L. B. Determinação do Índice de Qualidade de Água da Bacia Hidrográfico do Ribeirão da Areia – Goiás, em Período de Estiagem. Disponível em: *Revista Online - Caminhos de Geografia Uberlândia*, v. 18, n. 61 março/2017.

PERACELLI, Lucas. Uso dos protocolos de avaliação rápida como ferramenta na gestão de recursos hídricos. *Núcleo do Conhecimento*, 2024. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br>. Acesso em: 08 out. 2025.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMELO. *História e aspectos gerais do município de Palmelo-GO.* Palmelo: Prefeitura Municipal, 2024. Disponível em: <https://www.palmelo.go.gov.br/pagina/142-historia>. Acesso em: 5 set. 2025.

PRIMACK, R.; RODRIGUES, E. *Biologia da conservação.* 3. ed. Londrina: Planta, 2021.

REY-ROMERO, D. C. et al. Effect of agricultural activities on surface water quality from small catchments: a review. *Science of the Total Environment*, v. 838, n. 155800, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155800>

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: *Cerrado: Ecologia e Flora.* Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. v. 1, p. 151-212.

ROCHA, G. S.; MOURA, A. C. M.; FERNANDES, L. C. Sistemas de Informação Geográfica (SIG) como ferramenta para gestão de recursos hídricos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 23, n. 4, p. 1-12, 2018.

ROSÁ, F. P.; RONSANI, T. F.; CAMARGO, L. G.; et al. **Monitoramento de coliformes termotolerantes e sua resistência a antibióticos na sub-Bacias do Rio Marombas.** Saúde e Meio Ambiente, v. 13, p. 183–195, 2024.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. *Conservação e restauração de florestas ciliares.* São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.

SANEAGO. Saneamento de Goiás S.A. *Palmelo – Abastecimento de água e esgotamento sanitário*. Goiânia, 2025. Disponível em: <<https://www.saneago.com.br/>>. Acesso em: 18 ago. 2025.

SILVA, J. P.; OLIVEIRA, M. R.; SANTOS, L. F. *Relatório técnico: avaliação da qualidade da água do Rio Tietê*. São Paulo: Instituto de Pesquisas Ambientais, 2020.

SILVA, J. F.; NASCIMENTO, R. P. Aplicação do georreferenciamento em estudos ambientais: avanços e desafios. *Revista Geográfica Acadêmica*, v. 14, n. 2, p. 45-60, 2020.

SILVA, G. R.; MENDES, I. C.; CARVALHO, P. C. F. *Impactos do pastejo e do pisoteio animal na qualidade física dos solos*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 35, n. 5, p. 1537–1556, 2011.

TEODORO, Jaime. *O Ribeirão Caiapó*. Recanto das Letras, Crônicas. Enviado em 20/02/2018; reeditado em 28/03/2019. Código do texto: T6259474. (Texto que relata memória regional de Palmelo/Pires do Rio/Corumbá, com ocorrência de mortandade de peixes em 1979). Disponível em: <https://www.recantodasletras.com.br/cronicas/6259474>. Acesso em: 18 ago. 2025.

TAMAYO-RUÍZ, L. E.; GARCÍA-RAMÍREZ, A.; LUCIO-RUIZ, F.; MARTINS DO BONFIM, R. M.; GARCIA, M. L.; SCHWERTNER CHARÃO, L. Desvendando a Classificação Climática de Köppen: um guia prático e didático com exemplos. *Scientific Electronic Archives*, v. 18, n. 1, 2024. DOI: 10.36560/18120252028.

TUCCI, C. E. M. *Gestão de recursos hídricos e drenagem urbana*. Porto Alegre: ABRH, 2008.

TUCCI, C. E. M. *Gestão da água no Brasil*. 2. ed. Brasília: UNESCO, 2008.

VIANA, C. M. Avaliação da qualidade microbiológica e coliformes em ambientes aquáticos. *Ambientale*, 2023. Disponível em: <https://periodicosuneal.emnuvens.com.br/ambientale/article/download/431/383>. Acesso em: 07 nov. 2025.

VON SPERLING, M. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 4. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2014.

ZAHOOR, I. *Water Pollution from Agricultural Activities: A Critical Global Review*. *Environmental Research*, v. 219, p. 114987, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.114987>

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



**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIBEIRÃO CAIAPÓ,
PALMELO - GO**

JOAO BOSCO DE ANDRADE

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Batista Pedroso

Coorientadora: Profa. Dra. Débora Astoni Moreira

Urutaí, 26 de setembro 2025





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, setembro de 2025

APÊNDICE: RELATÓRIO TÉCNICO CONCLUSIVO DA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIBEIRÃO CAIAPÓ, PALMELO-GO

Trecho: Comunidade da Paz – Palmelo/GO

1 INTRODUÇÃO

Este relatório foi elaborado de acordo com o 7º tipo (Relatório técnico conclusivo) do Quadro 1: Os dez (10) tipos de produtos escolhidos para a área 35 – Antropologia e Arqueologia e sua definição pelo GT Produção Técnica (CAPES, 2021-2024, p. 4). O PTT apresenta os resultados obtidos na avaliação da qualidade da água do Ribeirão Caiapó, com foco em um trecho localizado na Comunidade da Paz, município de Palmelo/GO. O estudo foi realizado no contexto do Programa de Pós-Graduação em Conservação de Recursos Naturais do Cerrado (PPG-CRENAC), do Instituto Federal Goiano – Campus Urutáí, com o objetivo de subsidiar ações de monitoramento, preservação e gestão ambiental desse importante recurso hídrico.

O Índice de Qualidade da Água (IQA) é uma ferramenta essencial para avaliar, de forma integrada, a condição de corpos hídricos com base em parâmetros físicos, químicos e biológicos. O IQA resume os parâmetros em um único número, que varia de 0 a 100, facilitando a compreensão por gestores, pesquisadores e pela população em geral.

Órgãos ambientais, como a CETESB e a ANA, aplicam o IQA em programas de monitoramento de rios, lagos e reservatórios, classificando a água em faixas como “ótima”, “boa”, “regular”, “ruim” ou “péssima”, conforme os valores que varia conforme a região de avaliação. Essa classificação permite comparar a qualidade da água entre diferentes bacias hidrográficas ou municípios, além de avaliar os impactos de atividades humanas, como o lançamento de esgoto ou o uso de fertilizantes (CETESB, 2023; ANA, 2023).

Dentre os benefícios do monitoramento da qualidade da água destacam-se: a gestão de recursos hídricos, que auxilia na tomada de decisões sobre o uso da água, como abastecimento público, irrigação, recreação ou preservação da vida aquática; o planejamento urbano e rural que orienta políticas públicas voltadas ao saneamento básico, controle da poluição e uso do solo, e a educação ambiental que serve como instrumento de conscientização sobre a importância da preservação dos recursos hídricos (ANA, 2020).

2 METODOLOGIA

Foram realizadas coletas de amostras de água em seis pontos ao longo do ribeirão.

Com o objetivo de apresentar os locais de coleta, elaborou-se o mapa do Ribeirão Caiapó (Figura 1), abrangendo o trecho analisado na avaliação da qualidade da água. As coletas foram realizadas nos períodos chuvoso e seco, compreendido o chuvoso entre outubro e março, e seco abril e setembro, em pontos estratégicamente distribuídos ao longo do ribeirão, de modo a contemplar diferentes condições ambientais e padrões de uso e ocupação do solo, incluindo áreas agrícolas, urbanas e de preservação. Os pontos de coletas preestabelecido, de 1 a 6, devidamente georreferenciados associados a coordenadas geográfica (Latitude Sul e Longitude Oeste, com Altitude), foram convencionados da seguinte forma: ACP1: Alto Curso Ponto 1; ACP2: Alto Curso Ponto 2; MCP3: Médio Curso Ponto3; MCP4: Médio Curso Ponto 4; BCP5: Baixo Curso Ponto 5; BCP6: Baixo Curso Ponto 6. A seleção desses pontos considerou, adicionalmente, a influência de afluentes e possíveis lançamentos de efluentes, bem como variações na correnteza e na profundidade, fatores determinantes para a dispersão e concentração de possíveis contaminantes.

O ponto ACP1 localiza-se no alto curso do ribeirão, a aproximadamente 3.070 metros de sua nascente, nas coordenadas 17°18'4.41"S e 48°25'27.42"W, a uma altitude de 747 metros, em uma área com baixa influência antrópica. Nesse trecho, observa-se a presença de vegetação natural mais preservada e mata ciliar em bom estado de conservação, o que garante um ambiente de referência. O uso do solo é caracterizado por baixo impacto humano, servindo como parâmetro comparativo para as demais áreas e representando condições próximas aos naturais da água.

O ponto ACP2, localizado no alto curso do ribeirão (Lat. 17°18'56.27"S; Long. 48°25'19.76"W; Alt. 728 m), situa-se a 1.250 metros a jusante do ACP1, em uma região predominantemente ocupada por pastagens destinadas à pecuária extensiva. Esse uso do solo pode ocasionar compactação, redução da infiltração e intensificação do carreamento de sedimentos e nutrientes, especialmente devido à deposição de fezes dos animais (SILVA; MENDES; CARVALHO, 2011). A mata ciliar encontra-se reduzida e fragmentada, aumentando a vulnerabilidade do curso d'água a processos de degradação ambiental (RODRIGUES; GANDOLFI, 2004).

O ponto MCP3, localizado cerca de 1.960 metros a jusante do ACP2 (Lat. 17°19'54.01"S; Long. 48°25'3.68"W; Alt. 713 m), corresponde ao médio curso do ribeirão, onde há usos mistos do solo, incluindo ocupação residencial, agricultura e pastagem. A maior presença humana gera potenciais impactos como lançamento de efluentes domésticos, deposição de resíduos sólidos

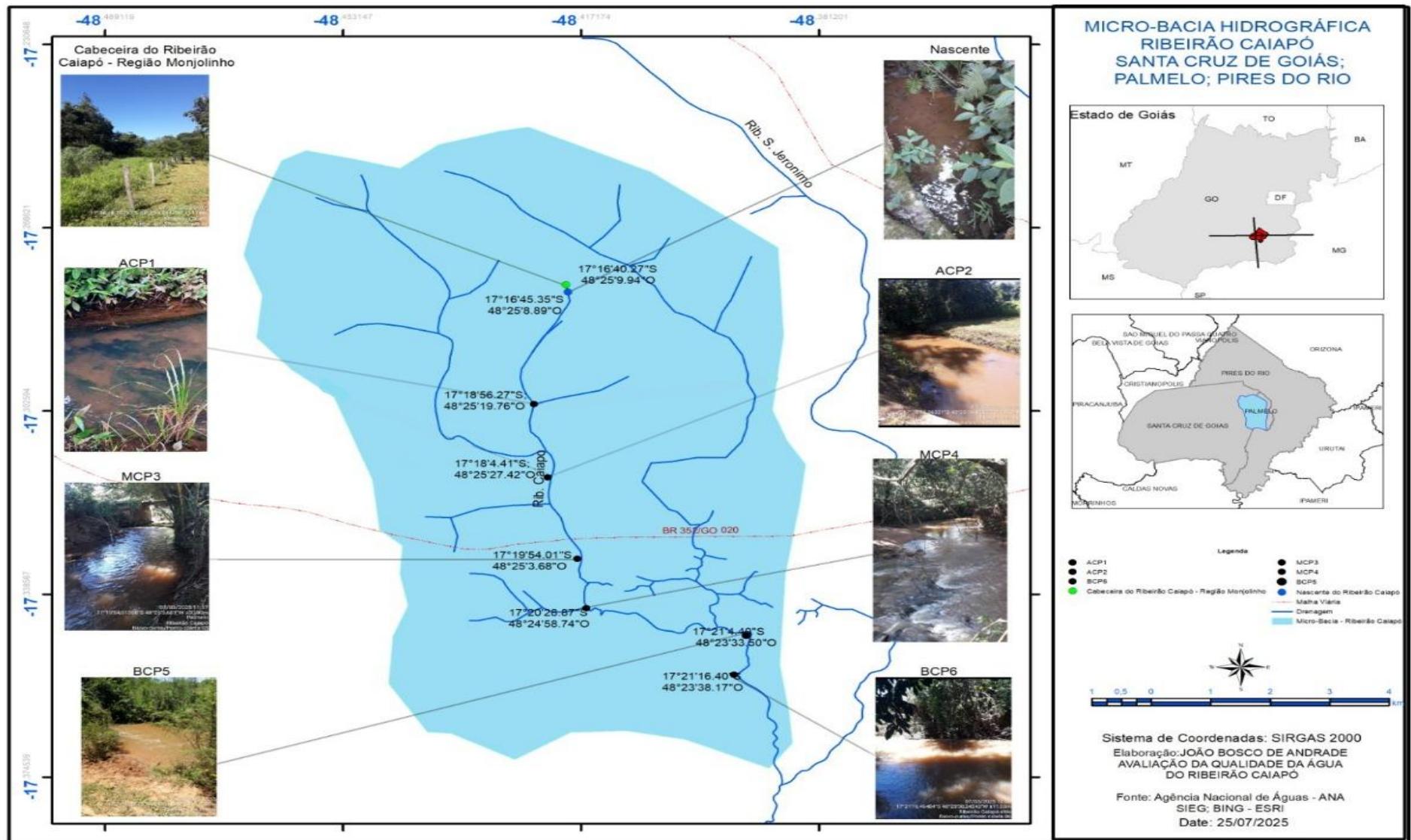
e aumento do escoamento superficial urbano (TUCCI, 2008). A mata ciliar é fragmentada e encontra-se sob forte pressão antrópica (RODRIGUES; GANDOLFI, 2004).

O ponto MCP4, localizado 1.330 metros a jusante do MCP3 (Lat. 17°20'28.87"S; Long. 48°24'58.74"W; Alt. 711 m), situa-se em uma área de transição para trechos mais degradados, marcada pela combinação de atividades agropecuárias e ocupação humana dispersa. Esse ponto é importante para avaliar a progressão dos processos de degradação ambiental ao longo da bacia, considerando os usos a montante. A mata ciliar apresenta sinais de substituição por atividades humanas, evidenciando a perda progressiva da proteção natural do ecossistema aquático (RODRIGUES; GANDOLFI, 2004).

O ponto BCP5 (Lat. 17°21'4.40"S; Long. 48°23'33.50"W; Alt. 682 m), localizado 4.360 metros a jusante do MCP4, está inserido no baixo curso do ribeirão, em uma região marcada pela agricultura mecanizada e lavouras de cultivo intensivo. O uso intensivo do solo, associado à aplicação de fertilizantes e defensivos agrícolas, contribui para o aumento de sedimentos e nutrientes — especialmente nitrogênio e fósforo — além da entrada de contaminantes químicos vinculados às práticas agrícolas (ESTEVES, 2011). A mata ciliar encontra-se bastante comprometida nesse trecho em decorrência direta da atividade agrícola. Entre os pontos MCP4 e BCP5, observa-se a presença de um estábulo de produção leiteira do tipo compost barn, localizado a aproximadamente 1.000 metros do curso d'água, indicando baixa probabilidade de contaminação direta.

O ponto BCP6 (Lat. 17°21'16.40"S; Long. 48°23'38.17"W; Alt. 713 m), situado 530 metros a jusante do BCP5, está localizado imediatamente abaixo de um estábulo de produção leiteira do tipo compost barn, caracterizado por atividades pecuárias intensivas e geração significativa de efluentes orgânicos. Os principais impactos ambientais incluem a contaminação da água por coliformes, matéria orgânica e nutrientes, fatores que podem desencadear processos de eutrofização (VON SPERLING, 2014). Relatos prévios apontam efeitos diretos sobre a qualidade da água nesse trecho, onde a mata ciliar encontra-se bastante degradada e substituída por áreas destinadas ao manejo pecuário (DIAS; MELLO; COELHO NETTO, 2015).

Figura 1. Pontos de coletas de água para análises do IQA do Ribeirão Caiapó.



Fonte: O autor (2025).

Os parâmetros analisados incluíram: pH, turbidez, oxigênio dissolvido (OD), temperatura, DBO, nitrogênio total, fósforo total e coliformes totais e termotolerantes. As análises laboratoriais foram realizadas com base nas coletas do período chuvoso entre os meses de outubro e março e do período seco entre os meses de abril e setembro.

Segundo a ABNT (1987) e a APHA (2020), os procedimentos seguiram as normas estabelecidas para preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores, bem como para a análise de água e efluentes.

2.1 Procedimentos – Coletas

As análises das amostras de águas coletadas dos períodos, chuvoso em 12/03/2025 e seco em 29/04/2025, respectivamente resultaram nos diferentes Índices de Qualidade da Água (IQA), conforme o método da CETESB. Os resultados estão detalhados nos quadros 3 a 6, com os parâmetros físico-químicos e bacteriológicos.

2.1.1 Etapas do Cálculo

- Padronização dos valores:** Cada parâmetro foi transformado numa qualidade de 0 a 100 com base em curvas de qualidade.
- Aplicação dos pesos:** Cada parâmetro tem um peso definido pela CETESB.
- Cálculo final do IQA** com a fórmula ponderada geométrica:

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

Onde q_i = qualidade do parâmetro e w_i = peso.

Pesos dos Parâmetros (CETESB):

Utilizou-se os parâmetros de qualidade de água (q) e seus respectivos pesos (w), para o cálculo do Índice de Qualidade de Água (IQA), conforme (Tabela 1) abaixo:

Quadro 1- Parâmetros de qualidade da água do IQA e respectivo peso.

PARÂMETRO DE QUALIDADE DA ÁGUA (q)	PESO (w)
Oxigênio Dissolvido	0,17
Coliformes termotolerantes	0,15
Potencial hidrogeniônicos - PH	0,12
Demandado Bioquímico de Oxigênio – DBO 5.2	0,10
Temperatura da água	0,10
Nitrogênio total	0,10
Fósforo total	0,10
Turbidez	0,08
Resíduo total	0,08

Fonte: CETESB (1975)

Observação: para Resíduo Total e sólido, usou-se os Sólidos Totais.

Para realizar os cálculos padronizou-se cada parâmetro conforme suas curvas específicas, aplicando os logaritmos e pesos corretamente.

Os IQA detalhados de cada ponto com respectiva classificação final da qualidade da água apresenta os resultados de acordo com os dados completos elencados nos quadros 3 e 4, através dos quais aplicou-se o cálculo do Índice de Qualidade da Água (IQA) usando a fórmula ponderada recomendada pela CETESB, considerando todos os nove parâmetros com seus respectivos pesos. Os valores do IQA são classificados em faixas, que variam entre os estados brasileiros (Tabela 1) abaixo:

Tabela 1 - Classificação do IQA em faixas por estados

Faixa de IQA utilizadas nos seguintes Estados: BA, CE, ES, GO, MS, PB, PE, SP	Avaliação da Qualidade da Água
80-100	Ótima
52-79	Boa
37-51	Razoável
20-36	Ruim
0-19	Péssima

Fonte: Agência Nacional de Águas (ANA) (1975)

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados apresentados nos quadros 2, indicou variações significativas nas análises das amostras de águas do período chuvoso, com impactos positivos na qualidade da água ao longo do curso do Ribeirão Caiapó deste período, Quadro 3.

Os principais achados, Quadro 2, foram:

- pH e temperatura dentro dos padrões da Resolução CONAMA nº 357/2005;
- OD com variações, indicando influência de matéria orgânica em alguns trechos;
- turbidez elevada após áreas de uso agrícola e urbano, especialmente próximas à Comunidade da Paz;
- DBO acima dos limites recomendados em trechos com provável despejo de esgoto doméstico;
- presença significativa de coliformes fecais, indicando contaminação microbiológica em pelo menos dois pontos e,
- teores elevados de nitrogênio e fósforo em áreas de cultivo intensivo, sugerindo impacto por fertilizantes.

Quadro 2 - Resultados das análises laboratoriais das coletas no período chuvoso

Parâmetro	Unidade	Ponto					
		1	2	3	4	5	6
Temperatura	°C	24	24	24	24	24	24
Turbidez	uT	3,05	14	9,9	9,9	19,2	17,7
pH	-	6,31	7,13	7,05	7,1	7,28	7,33
Sólidos Totais	mg L ⁻¹	262.000	280.000	204.000	226.00	252.000	230.000
Nitrato Total	mg/L N-NO ₃	0	0	0	0	10.764	0
OD	mg/L O ₂	5,9	7,3	6,6	7,0	7,4	7,4
DBO	mg/L O ₂	0,6	0,6	0,3	0,9	0,3	0,3
Fósforo Total	mg/L P	0,0337	0,0337	0,0366	0,0342	0,0342	0,0357
Coliformes	NMP/100ml	>1	10.88.6	8.6	30.9	3.0	8.4

Fonte: O autor (2025).

Os Resultados/IQA das coletas no período chuvoso, a nível geral foram ótimos Quadro 3.

Quadro 3 - Resultados/IQA das coletas no período chuvoso.

Amostra	IQA	Classificação
ACP01	87,5	Ótima
ACP02	82,3	Ótima
MCP03	85,1	Ótima
MCP04	79,8	Boa
BCP05	80,4	Ótima
BCP06	81,7	Ótima

Fonte: O autor (2025).

O MCP04 (Médio Curso, Ponto 4), localizado no perímetro pós-urbano, apresentou o menor IQA no período chuvoso. Em geral embora o IQA tenha sido classificado como “Ótima”, requer maior atenção da gestão pública, dado o uso constante da água para fins agropecuários e abastecimento de propriedades rurais.

Em relação à coliformes totais e termotolerantes coletados no período chuvoso, as análises laboratoriais obtendo-se os resultados a seguir, Quadro 4.

Quadro 4- Resultados/coliformes totais e termotolerantes das coletas no período chuvoso

Pontos Coletas	Coliformes Totais	NMP/100m 1 Termotolerantes
ACP01	150	<1,0
ACP02	365,4	10,8
MCP03	167	8,6
MCP04	328,2	30,9
BCP05	344,1	3
BCP06	209,8	8,4

Fonte: O autor (2025).

Os coliformes termotolerantes, especialmente no período chuvoso, indicam risco microbiológico localizado, com destaque para MCP4 e ACP2.

Os resultados das análises laboratoriais das coletas no período seco, Quadro 5, presentam:

- pH – Estável e dentro da normalidade (7,29–7,80).
- OD – Excelente em toda a bacia (6,1–7,3 mg/L).
- Turbidez – Levemente maior no médio curso; menor nos trechos agrícolas durante a estação seca.
- DBO – Baixíssima em todos os pontos (0–0,6 mg/L).
- Coliformes totais – Aumentam levemente no médio (MCP3) e baixo curso (BCP6).
- Coliformes termotolerantes – Surgem apenas do MCP4 em diante, indicando influência antrópica crescente.

Quadro 5 - Resultados das análises laboratoriais das coletas no período seco

Parâmetro	Unidade	Ponto					
		1	2	3	4	5	6
Temperatura	°C	23	23	23	23	23	23
Turbidez	uT	4,9	9,7	8,9	9,2	2,8	2,7
pH	-	7,8	7,42	7,29	7,48	7,63	7,47
Sólidos Totais	mg L ⁻¹	28,000	2010,000	214,000	40,000	28,000	7370.000
Nitrato Total	mg/L N-NO ₃	0	0	0	0	0	0
OD	mg/L O ₂	6,1	7,3	7,0	7,1	7,3	6,9
DBO	mg/L O ₂	0,6	0,0	0,0	0,3	0,3	0,0
Fósforo Total	mg/L P	0.0311	0.0311	0.0609	0.0361	0.0361	0.0510
Coliformes	NMP/100ml	0	0	0	20	10	20

Fonte: O autor (2025).

Os resultados das análises das coletas, no período seco resultaram um IQA classificado, em geral como ótimo conforme Tabela de Classificação do IQA em faixas por Estados (ANA, 1975), Quadro 6.

Quadro 6 - Resultados/IQA das coletas no período seco

Amostra	IQA	Classificaç ão
ACP01	93,10	Ótima
ACP02	86,08	Ótima
MCP03	87,10	Ótima
MCP04	92,01	Ótima
BCP05	95,17	Ótima
BCP06	78,41	Boa

Fonte: O autor (2025).

O BCP06 (Baixo Curso, Ponto 6), localizado no perímetro pós-urbano, apresentou o menor IQA no período seco. Embora classificado como “bom”, requer maior atenção da gestão pública, dado o uso constante da água para fins agropecuários e abastecimento de propriedades rurais.

Em relação à coliformes totais e termotolerantes, no período seco foram coletadas amostras de água em 6 pontos diferentes, em seguida foram feitas as análises laboratoriais obtendo-se os resultados, Quadro 7 seguintes:

Quadro 7 – Resultados/coliformes totais e termotolerantes das coletas no período seco

Pontos Coletas	Coliformes	NMP/100ml Termotolerantes
	Totais	
ACP1	200	0
ACP2	140	0
MCP3	240	0
MCP4	200	20
BCP5	200	10
BCP6	300	20

Fonte: O autor (2025).

Os coliformes termotolerantes, especialmente no período seco, indicam risco microbiológico localizado, com destaque para MCP4 e BCP6.

Nota-se que o período chuvoso a diluição da contaminação fecal foi favorecida, enquanto o período seco potencializou sua concentração, revelando a importância da sazonalidade no monitoramento.

Tendo em vista a sazonalidade, no período seco em que a chuva é rara, mostrou-se maior concentração de coliformes termotolerantes em alguns pontos, apontando possível aporte contínuo de efluentes. Neste sentido, no período seco, apesar de apresentar melhor IQA médio, mostrou maior concentração de coliformes termotolerantes nos pontos, MCP4, BCP5 e BCP6 refletindo menor renovação hídrica e possível aporte contínuo de efluentes.

Os pontos de coletas d'água MCP2 a BCP6 apresentaram a média, 20,57 NMP/100ML de coliformes termotolerantes no período chuvoso, e nos pontos de coletas d'água MCP4 a BCP6 16,67 NMP/100mL no período seco, o que pode estar relacionado a lançamentos pontuais de esgoto ou atividades agropecuárias próximas, apresentando indícios potenciais de fontes de contaminação.

Considerando as presenças de coliformes totais nos pontos ACP1 a BCP6, em ambos os períodos, chuvoso e seco, e as causas das influências sazonais que incluem variações no clima, a carga acumulada a montante de resíduos reforça a importância do monitoramento sazonal de efluentes como medidas de proteção e preservação do meio ambiente, da biodiversidade e do recurso hídrico.

O monitoramento sazonal de efluentes de resíduos é crucial para proteger o meio ambiente e a saúde pública, pois permite detectar a presença de poluentes e sua variabilidade ao longo do ano, garantindo que os sistemas de tratamento funcionem corretamente, que os padrões legais sejam cumpridos e que a qualidade da água seja preservada, evitando danos a ecossistemas e à saúde humana.

No confronto de IQA x Coliformes, o IQA não refletiu diretamente o comportamento dos coliformes termotolerantes. Apesar da melhora aparente na qualidade geral no período seco, a qualidade microbiológica não acompanhou essa tendência, o que indica que a presença de coliformes não foi o principal fator determinante do índice.

4 CONCLUSÕES GERAIS

A análise dos resultados permitiu identificar variações na qualidade da água entre os períodos chuvoso e seco, evidenciando a influência das condições sazonais sobre os parâmetros avaliados. Em ambos os períodos, todos os pontos de coleta apresentaram adequados níveis de oxigênio dissolvido (OD) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO), o que indica baixa carga orgânica e boa oxigenação da água.

No período chuvoso, observou-se leve rebaixamento na qualidade no ponto MCP04 (Médio Curso, Ponto 4) devido à elevação na concentração de coliformes termotolerantes. O ponto BCP05 (Baixo Curso, Ponto 5) apresentou incremento nos teores de nitrato, porém manteve-se classificado na faixa “boa” de qualidade. Já o ponto BCP06 (Baixo Curso, Ponto 6) demonstrou equilíbrio satisfatório entre os parâmetros analisados.

Durante o período seco, o Ribeirão Caiapó apresentou condições ambientais amplamente favoráveis. Cinco pontos — ACP01, ACP02, MCP03, MCP04 e BCP05 — foram classificados como “ótimos”, e apenas o ponto BCP06 foi classificado como “bom”, segundo os resultados do Índice de Qualidade da Água (IQA). Esses resultados indicam que o corpo hídrico se encontra dentro dos padrões adequados para a conservação da biodiversidade e para usos múltiplos da água, sem registros de pontos com qualidade comprometida.

Apesar da qualidade satisfatória observada, é necessário fortalecer ações de saneamento básico, controle do uso de agroquímicos, manejo sustentável e proteção das matas ciliares. O monitoramento contínuo é essencial para garantir a manutenção do equilíbrio ambiental e a disponibilidade hídrica de boa qualidade.

O Cerrado, bioma no qual se insere o Ribeirão Caiapó, é reconhecido por sua elevada biodiversidade e importância hídrica, mas enfrenta ameaças significativas, como o desmatamento, o uso intensivo do solo e o crescimento urbano. Nesse contexto, este relatório técnico reforça a importância do monitoramento frequente da qualidade da água por parte da Secretaria do Meio Ambiente, por meio de uma gestão participativa que assegure a proteção da bacia hidrográfica, conforme estabelece a Lei nº 9.433/1997, especialmente na região da Fazenda Paes, onde se localiza a Comunidade da Paz, em Palmelo/GO.

O monitoramento contínuo em todo o manancial, antes e depois do ponto de captação da SANEAGO, especialmente no trecho georreferenciado avaliado nesta pesquisa, é fundamental para acompanhar possíveis alterações na qualidade da água. A entrega deste documento à Secretaria tem como objetivo apresentar os resultados obtidos e contribuir para o aprimoramento das ações de gestão, visando à conservação dos recursos hídricos e à proteção dos ecossistemas do Cerrado.

5 RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se ampliar a rede de monitoramento da qualidade da água, estabelecendo uma frequência mínima de coletas semestrais, de modo a garantir o acompanhamento contínuo

e a detecção precoce de alterações nos parâmetros avaliados. É igualmente importante desenvolver campanhas de educação ambiental voltadas aos moradores locais, com o objetivo de promover a conscientização sobre a preservação dos recursos hídricos e incentivar práticas sustentáveis. Sugere-se integrar os resultados obtidos ao Plano Municipal de Saneamento e ao Plano Diretor, assegurando que as políticas públicas considerem as especificidades da bacia hidrográfica.

Diante da detecção de valor elevado de nitrato no ponto BCP05 (10,764 mg/L), recomenda-se realizar uma investigação detalhada para identificar as possíveis fontes de aporte, como práticas agrícolas, lançamento de efluentes ou processos naturais de lixiviação. Caso confirmada a origem antrópica, deverão ser adotadas medidas mitigadoras, incluindo manejo adequado de fertilizantes, proteção de áreas ripárias e instalação de barreiras vegetativas para reduzir o carreamento de nutrientes para o corpo hídrico.

Tendo em vista a presença de coliformes totais em todos os pontos de coletas d'água, em ambos os períodos, e termotolerantes — fezes e patógenos — nos pontos de coletas d'água ACP2 a BCP6 no período chuvoso, e nos pontos de coletas MCP4 a BCP6, no período seco, especialmente em pontos de maior influência antrópica, recomenda-se investigar fontes potenciais de esgoto doméstico ou resíduos agropecuários e integrar o IQA com indicadores microbiológicos para análises mais robustas, sobretudo quando a finalidade for uso recreativo ou abastecimento humano.

Por fim, recomenda-se incentivar a criação e manutenção de Áreas de Preservação Permanente (APPs) ao longo do ribeirão, como medida estratégica para a proteção dos ecossistemas associados e para a manutenção da qualidade da água.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). *Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil*. Brasília: ANA, 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). *Índice de Qualidade da Água (IQA)*. Brasília: ANA, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/monitoramento/indice-de-qualidade-da-agua-iqa>. Acesso em: 6 nov. 2025.

BRASIL. *Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997*. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências. *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, 9 jan. 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm. Acesso em: 6 nov. 2025.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). *Índice de Qualidade das Águas (IQA)*. São Paulo: CETESB, 2023. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/indice-de-qualidade-das-aguas-iqa/>. Acesso em: 6 nov. 2025.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR (CAPES). Área 35 - Antropologia e Arqueologia. *Diretrizes para qualificação de produtos técnicos e tecnológicos: 2021-2024*. Brasília, DF: CAPES, 2022.

DIAS, A. P.; MELLO, C. R.; COELHO NETTO, A. L. Impactos da conversão de florestas em pastagens sobre processos hidrológicos e qualidade da água. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 19, n. 12, p. 1093–1100, 2015

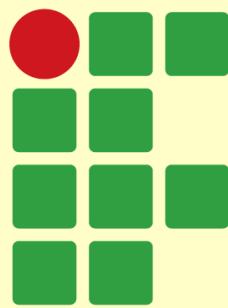
ESTEVES, F. A. *Fundamentos de Limnologia*. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. *Conservação e restauração de florestas ciliares*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.

SILVA, G. R.; MENDES, I. C.; CARVALHO, P. C. F. Impactos do pastejo e do pisoteio animal na qualidade física dos solos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 35, n. 5, p. 1537–1556, 2011.

TUCCI, C. E. M. *Gestão da água no Brasil*. 2. ed. Brasília: UNESCO, 2008.

VON SPERLING, M. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 4. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2014.



**INSTITUTO
FEDERAL**

Goiano

Campus
Urutáí

