

**INSTITUTO FEDERAL GOIANO DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA APLICADA E  
SUSTENTABILIDADE - MESTRADO PROFISSIONAL  
CAMPUS RIO VERDE**

**ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA EM CÓRREGOS COM TRECHOS  
URBANOS SOB INFLUÊNCIA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO – ESTUDO  
DOS CÓRREGOS CAMPESTRE E GALINHA.**

**Orientador: Bruno Botelho Saleh**

**Coorientador: Édio Damásio da Silva Júnior**

**Discente: Paoly Silva Rodrigues Rosa**

**RIO VERDE – GO**

**2023**

**PAOLY SILVA RODRIGUES ROSA**

**ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA EM CÓRREGOS COM TRECHOS  
URBANOS SOB INFLUÊNCIA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO – ESTUDO  
DOS CÓRREGOS CAMPESTRE E GALINHA.**

Dissertação apresentada à banca examinadora como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE em ENGENHARIA APLICADA E SUSTENTABILIDADE, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Aplicada e Sustentabilidade do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde - Área de concentração (Engenharia Aplicada e Sustentabilidade).

Orientador: Prof. Dr. Bruno Botelho Saleh.

Coorientador: Prof. Dr. Édio Damásio da Silva Júnior

**RIO VERDE – GO**

**2023**

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

RR788i Rosa, Paoly Silva Rodrigues  
Índice de qualidade da água em córregos com trechos urbanos sob influência do uso e ocupação do solo - Estudo dos córregos Campestre e Galinha. / Paoly Silva Rodrigues Rosa; orientador Dr. Bruno Botelho Saleh; co-orientador Dr. Édio Damásio da Silva Júnior. -- Rio Verde, 2023.  
51 p.

Dissertação (Mestrado em Mestrado em Programa de Pós Graduação em Engenharia Aplicada e Sustentabilidade) -- Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2023.

1. Monitoramento de águas. 2. Recursos Hídricos.  
3. IQA. I. Saleh, Dr. Bruno Botelho , orient. II. Silva Júnior, Dr. Édio Damásio da, co-orient. III.  
Título.

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

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

## IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

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

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Paoly Silva Rodrigues Rosa

Matrícula:

2021102331440027

Título do trabalho:

Índice de Qualidade da Água em córregos com trechos urbanos sob influência do uso e ocupação do solo – Estudo dos córregos Campestre e Calisba

## RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 14 / 12 / 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 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.

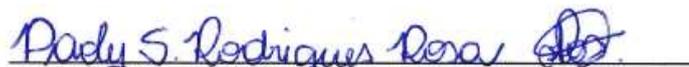
Rio Verde

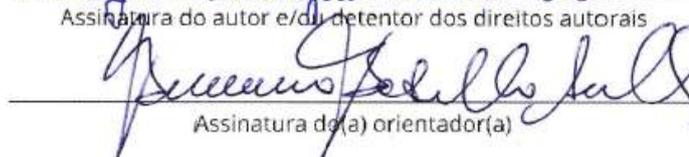
Local

14 / 12 / 2023

Data

Ciente e de acordo:

  
Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

  
Assinatura do(a) orientador(a)



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

Ata nº 57/2023 - SREPG/CMPR/CPG-RV/DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO**  
**ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO**

Unidade do IF Goiano:	Campus Rio Verde	
Programa de Pós-Graduação:	Engenharia Aplicada e Sustentabilidade	
Defesa de:	Dissertação	Defesa de número: 65
Data: 26/06/2023	Hora de início: 13:30h	Hora de encerramento: 16:30h
Matrícula do discente:	2021102331440027	
Nome do discente:	Paoly Silva Rodrigues Rosa	
Título do trabalho:	ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA EM CÓRREGOS COM TRECHOS URBANOS SOB INFLUÊNCIA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO - ESTUDO DOS CÓRREGOS CAMPESTRE E GALINHA.	
Orientador:	Bruno Botelho Saleh	
Área de concentração:	Engenharia Aplicada e Sustentabilidade	
Linha de Pesquisa:	Eficiência Energética e Sustentabilidade	
Projeto de pesquisa de	ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA EM CÓRREGOS COM TRECHOS URBANOS SOB INFLUÊNCIA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO - ESTUDO DOS CÓRREGOS	

Vinculação	CAMPESTRE E GALINHA.
Titulação:	Mestre em Engenharia Aplicada e Sustentabilidade

Nesta data, reuniram-se os componentes da Banca Examinadora, Prof. Dr. Bruno Botelho Saleh (Presidente da banca), Prof. Dr. Édio Damasio da Silva Junior (Avaliador Interno), Prof. Dr. Lucas Peres Angelini (Avaliador Interno) Prof. Dr. Klebber Teodomiro Martins Formiga (Avaliador Externo) sob a presidência do primeiro, em sessão pública realizada de forma presencial, para procederem a avaliação da defesa de dissertação, em nível de Mestrado, de autoria de PAOLY SILVA RODRIGUES ROSA, discente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Aplicada e Sustentabilidade do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. A sessão foi aberta pelo presidente da Banca Examinadora, Bruno Botelho Saleh, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra, a seguir, foi concedida o(a) autor(a) da dissertação para, em 40 min., proceder à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu o(a) examinado(a), tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se a avaliação da defesa. Tendo-se em vista as normas que regulamentam o Programa de Pós-Graduação em Engenharia Aplicada e Sustentabilidade, e procedidas às correções recomendadas, a dissertação foi APROVADA, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE EM ENGENHARIA APLICADA E SUSTENTABILIDADE**. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega na secretaria do PPGEAS da versão definitiva da dissertação, com as devidas correções. Assim sendo, esta ata perderá a validade se não cumprida essa condição, em até **60** (sessenta) dias da sua ocorrência. A Banca Examinadora recomendou a publicação dos artigos científicos oriundos dessa Tese em periódicos de circulação nacional e/ou internacional, após procedida as modificações sugeridas. Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de dissertação de mestrado, e foi lavrada a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada pelos membros da Banca Examinadora.

### Decisão da banca: Aprovada

Esta defesa é parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Aplicada e Sustentabilidade.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna do IFGoiano.

Documento assinado eletronicamente por:

- Lucas Peres Angelini, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 07/08/2023 10:13:20.
- Bruno Botelho Saleh, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 28/06/2023 10:07:36.
- Edio Damasio da Silva Junior, COORDENADOR(A) DE CURSO - FUC0001 - CCMEAS-RV, em 04/07/2023 15:34:48.
- Klebber Teodomiro Martins Formiga, Klebber Teodomiro Martins Formiga - Professor Avaliador de Banca - Universidade Federal de Goiás (01567601000143), em 12/07/2023 12:16:42.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 01/06/2023. 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: 500139  
Código de Autenticação: 60aed40171



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Rio Verde

Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, 01, Zona Rural, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970

(64) 3624-1000



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

Documentos 58/2023 - SREPG/CMPR/CPG-RV/DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA EM CÓRREGOS COM TRECHOS URBANOS SOB INFLUÊNCIA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO - ESTUDO DOS CÓRREGOS CAMPESTRE E GALINHA.

Autora: Paoly Silva Rodrigues Rosa  
Orientador: Prof. Dr. Bruno Botelho Saleh

TITULAÇÃO: Mestre em Engenharia Aplicada e Sustentabilidade - Área de  
Concentração Engenharia Aplicada e Sustentabilidade

APROVADO em 26 de junho de 2023.

Prof. Dr. Lucas Peres Angelini  
Avaliador Interno - IFGOIANO/Rio  
Verde

Prof. Dr. Édio Damasio da Silva  
Júnior  
Avaliador Interno - IFGOIANO/Rio  
Verde

Prof. Dr. Klebber Teodomiro Martins  
Formiga  
Avaliador Externo - UFG / Goiânia

Prof. Dr. Bruno Botelho Saleh  
Presidente da banca - IFGOIANO /  
Rio Verde

Documento assinado eletronicamente por:

- Bruno Botelho Saleh, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 28/06/2023 10:05:42.
- Lucas Peres Angelini, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 28/06/2023 16:07:19.
- Edio Damasio da Silva Junior, COORDENADOR(A) DE CURSO - FUC0001 - CCMEAS-RV, em 02/07/2023 17:00:22.
- Klebber Teodomiro Martins Formiga, Klebber Teodomiro Martins Formiga - Professor Avaliador de Banca - Universidade Federal de Goiás (01567601000143), em 12/07/2023 12:16:13.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 01/06/2023. 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: 500153  
Código de Autenticação: f86afbfc2d





Dedico este trabalho primeiramente a Deus que me sustentou até aqui, e também aqueles que estiveram ao meu lado me apoiando durante a trajetória do mestrado.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter guiado meu caminho até aqui, trazendo calma e entendimento quando precisei e pedi.

À instituição de ensino e aos professores que compartilharam o seu conhecimento.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Aplicada e Sustentabilidade.

À FAPEG – Fundação de amparo a pesquisa do estado de Goiás, pela bolsa de estudos que foi fundamental para a execução desta pesquisa.

Ao meu orientador Bruno e ao meu coorientador Édio, por terem me acolhido. Sem vocês esta pesquisa não teria acontecido.

Ao Luciano, pela ajuda e dedicação durante as campanhas de monitoramento, tornando possível a execução das coletas.

À Ana Maria, pelos almoços sempre deliciosos nos dias de campanha de monitoramento.

Ao Arizeu, seu Antônio, pela ajuda e companhia nas análises de laboratório.

Ao Carlos, Gabriel e Lucas, por sempre estarem disponíveis para responder minhas dúvidas, o conhecimento compartilhado foi extremamente importante para a conclusão desta dissertação.

Ao meu pai Peres, pelo apoio incondicional e minha mãe Wilma, por sempre mostrar que eu era capaz de concluir este mestrado. Essa conquista só existe porque vocês sempre me incentivaram e estiveram ao meu lado, dando todo o suporte quando precisei. Amo vocês!

“O homem é parte da natureza e a sua guerra com a natureza é, inevitavelmente, uma guerra contra si mesmo.”

(Rachel Carson)

## RESUMO

É crescente os debates relacionados a questões ambientais, com objetivo de buscar novas alternativas que diminuam os impactos decorrentes das diversas fontes poluidoras, que no contexto vem a ser a qualidade da água sob o uso e ocupação do solo. Desse modo, o objetivo deste trabalho foi estudar as relações do uso e ocupação do solo na qualidade da água dos córregos Campestre e Galinha no município de Rio Verde (GO). Foi confeccionado um mapa da evolução espaço-temporal do uso e ocupação do solo entre os anos de 1985, 1995, 2005, 2015 e 2021 para as classes definidas como área florestal, área agricultura, área urbanizada a fim de avaliar o processo de urbanização. Foram efetuadas 8 campanhas de coletas em diferentes pontos dos córregos, abrangendo as épocas de seca e chuva. Os parâmetros avaliados foram potencial hidrogeniônico – pH, temperatura da amostra (°C), turbidez (NTU) e oxigênio dissolvido ( $\text{mg-L}^{-1}$ ), coliformes termotolerantes ( $\text{NMP-100mL}^{-1}$ ), demanda bioquímica de oxigênio –  $\text{DBO}_5^{20}$  ( $\text{mg-L}^{-1}$ ), nitrogênio total ( $\text{mg-L}^{-1}$ ), fósforo total ( $\text{mg-L}^{-1}$ ) e sólidos totais ( $\text{mg-L}^{-1}$ ) que foram submetidos aos tratamentos estatísticos de análise descritiva, análise de variância e correlação de *Person*, entre os pontos coletados. Posteriormente foi calculado o Índice de Qualidade de Água (IQA). A área florestal que no ano de 1985 correspondia 19,45% da área da bacia no ano de 2021 atingiu 12,67% e a área urbanizada que em 1985 correspondia 17,45% no ano de 2021 atingiu 48,65% da área da bacia hidrográfica do São Tomás de Baixo. Todos os parâmetros analisados tiveram em algum momento em desconformidade com a legislação CONAMA 357/2005. As médias dos pontos parâmetros oxigênio dissolvido, pH, coliformes termotolerantes, DBO, tiveram diferenças significativas. Os valores médios de IQA no ponto P1 apresentou qualidade ruim, nos pontos P2 e P3 apresentou qualidade aceitável e nos pontos P4, P5 e P6 apresentou qualidade boa. A interferência do uso e ocupação do solo na qualidade de água, portanto, mostrou-se presente nesse estudo.

**Palavras-chave:** Monitoramento de águas; Recursos hídricos; IQA.

## ABSTRACT

There are growing debates related to environmental issues, seeking new alternatives that reduce the impacts resulting from the various polluting sources, which in the context come to be the water quality under the use and occupation of the soil. Thus, the objective of this work was to study the relationships of land use and occupation in the water quality of the São Tomás de Baixo basin, belonging to the Campestre and Galinha streams in the municipality of Rio Verde (GO). For this, a map of the spatio-temporal evolution of land use and occupation between the years 1985, 1995, 2005, 2015 and 2021 was made for the classes defined as forest area, agricultural area, urbanized area to evaluate the urbanization process. A total of eight collection campaigns were carried out at different points of the streams, covering the periods of drought and rain. The parameters evaluated were hydrogen potential – pH, sample temperature ( $^{\circ}\text{C}$ ), turbidity (NTU) and dissolved oxygen ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ), thermotolerant coliforms ( $\text{NMP}\cdot 100\text{mL}^{-1}$ ), biochemical oxygen demand –  $\text{BDO}_{5^{20}}$  ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ), total nitrogen ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ), total phosphorus ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) and total solids ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) that were submitted to the statistical treatments of descriptive analysis, analysis of variance and Person's correlation, between the points collected. Subsequently, the Water Quality Index (WQI) was calculated. The forest area that in the year 1985 corresponded to 19.45% of the area of the basin, in the year 2021 reached 12.67% and the urbanized area that in 1985 corresponded to 17.45% in the year 2021 reached 48.65% of the area of the São Tomás de Baixo watershed. All the parameters analyzed had at some point in non-compliance with the legislation CONAMA 357/2005. The mean points of the parameters dissolved oxygen, pH, thermotolerant coliforms, BOD, had significant differences. The mean values of WQI at point P1 presented poor quality, at points P2 and P3 presented acceptable quality and at points P4, P5 and P6 presented good quality. The interference of land use and occupation in water quality, therefore, was observed in this study.

**Keywords:** Water monitoring. Water resources. WQI.

**SUMÁRIO**

Resumo .....	v
Abstract .....	vi
Lista de figuras .....	viii
Lista de tabelas .....	ix
1 Introdução .....	1
2 Objetivos .....	11
3 Referências bibliográficas .....	11
4 Capítulo 1 – Artigo 1 .....	16
5 Capítulo 2 – Artigo 2 .....	29
6 Considerações finais .....	50

**LISTA DE FIGURAS**

<b>Figura 1</b> - Mapa de localização da área de estudo: Sub- bacias do Córrego Campestre e Córrego Galinha .....	21
<b>Figura 2</b> - Mapa de localização da Sub-bacia Córrego Campestre .....	22
<b>Figura 3</b> - Mapa de localização da Sub-bacia Córrego Galinha .....	22
<b>Figura 4</b> - Caracterização espaço-temporal do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica dos córregos Campestre e Galinha, anos de 1985, 1995, 2005, 2015 e 2021 .....	25
<b>Figura 5</b> - Mapa de localização da área de estudo: Sub- bacias do Córrego Campestre e Córrego Galinha .....	33
<b>Figura 6</b> - Fluxograma da metodologia sobre estudo do índice de qualidade da água... 34	
<b>Figura 7</b> - Mapa dos pontos de coleta da área de estudo .....	35
<b>Figura 8</b> - P4 na campanha de monitoramento C1 .....	39
<b>Figura 9</b> - P4 na campanha de monitoramento C3 .....	40
<b>Figura 10</b> - P4 na campanha de monitoramento C6 .....	40
<b>Figura 11</b> - P6 na campanha de monitoramento C4, observado a presença de lixos urbanos nos galhos das árvores .....	41
<b>Figura 12</b> - P3 na campanha de monitoramento C4, observado o comportamento moroso do curso hídrico .....	42
<b>Figura 13</b> - Presença de descarte de efluentes no P1 .....	47
<b>Figura 14</b> - Amostra do P1 na campanha de monitoramento C1 .....	48

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Classificação das águas doces quanto ao uso .....	7
<b>Tabela 2</b> - Padrões de qualidade da água doce .....	8
<b>Tabela 3</b> - Resultados estatísticos dos cálculos do processamento do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica dos córregos Campestre e Galinha, nos anos de 1985 e 2019 .....	25
<b>Tabela 4</b> - Descrição e coordenadas geográficas dos pontos de coleta para estudo .....	35
<b>Tabela 5</b> - Classificação, faixa e cor do IQA em comparativo da NSF e CETESB .....	37
<b>Tabela 6</b> - Valores de descarga líquida (vazão) nos pontos de monitoramento na bacia do São Tomás de Baixo .....	38
<b>Tabela 7</b> - Estatísticas descritiva das variáveis físicas, químicas e biológicas de três pontos ao longo da bacia dos córregos Campestre e Galinha .....	42
<b>Tabela 8</b> - Parâmetros mensurados dos pontos da bacia dos córregos Campestre e Galinha .....	44
<b>Tabela 9</b> - Correlação de Pearson entre as variáveis físicas, químicas e biológicas de três pontos ao longo dos córregos Campestre e Galinha .....	45
<b>Tabela 10</b> - Resultados do IQA para cada ponto de coleta ao longo dos córregos Campestre (P1, P2 e P3) e Galinha (P4, P5 e P6) .....	46

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Justificativa

O movimento de êxodo rural século XX resultou em crescimento acelerado dos centros urbanos no Brasil. Devido crescimento acelerado das cidades notou-se a ocorrência de intensas transformações de fragmentos de florestas em tecidos urbanos, trazendo preocupações sobre os possíveis danos da expansão territorial (MAMÉDIO *et al.*, 2021). O processo de ocupação urbana, quando ocorre sem o correto planejamento, os impactos ambientais gerados, geralmente são negativos, inclusive quando se trata de recursos hídricos da região (CARVALHO *et al.*, 2009).

Nas áreas urbanizadas em que ocorre a substituição da paisagem natural por edificações e infraestrutura urbana, a retirada da vegetação ciliar para atividades do desenvolvimento urbano e/ou humano promove a alteração da rugosidade e a impermeabilização do solo, podendo ocasionar alterações no regime hídrico e nas características das águas superficiais. Essas mudanças interferem nos fatores limitantes a vida, nas relações ecológicas e na interação entre os seres vivos e meio físico (SZCZEPOCKA *et al.*, 2019).

A expansão da malha urbana interfere diretamente na vegetação local, potencializando desequilíbrios ambientais. O monitoramento constante das áreas urbanas é importante para relacionais as possíveis consequências advindas do uso e ocupação do solo (ZHOU *et al.*, 2018).

A utilização do solo afeta diretamente o processo do ciclo hidrológico, influenciando o escoamento, infiltração e a evaporação das águas nas bacias. O solo sendo utilizado sem devido planejamento, pode acarretar a degradação da qualidade dos recursos hídricos e de seu envoltório, atentando para os que estão inseridos na área urbana, ao sofrer influência direta dos picos de vazão (SANTOS e HERNANDEZ, 2013).

O uso e ocupação da terra interfere no escoamento superficial e consequentemente na contribuição de sedimentos ao leito dos cursos hídricos, podendo alterar a qualidade e a disponibilidade da água. Em áreas com maiores capacidade de infiltração existe a redução do escoamento superficial (VANZELA, HERNANDEZ & FRANCO, 2010).

De acordo com Oliveira *et al.* (2020) a atividade de supressão da vegetação, o uso e ocupação do solo, as alterações geológicas e o crescimento populacional desordenado, na ausência de medidas de conservação, estão plenamente relacionados ao comportamento hidrológico da formação dos córregos urbanos.

Como os córregos urbanos sofrem impactos ambientais mais severos, as bacias hidrográficas urbanas são excelente escolha de ferramenta para planejamento urbano evitando a degradação dos rios causada pelas atividades humanas. Adotando esta perspectiva, melhores opções podem ser selecionadas e recursos públicos podem ser confiados a locais considerados hotspots (RAHMATI *et al.*, 2019).

Nesta perspectiva, os possíveis impactos ambientais de rios pequenos ou primários, das zonas rurais para as urbanas, podem refletir diferentes requisitos para abordagens de gestão. No caso dos canais urbanos, até a nascente pode ser afetada por águas residuais e pluviais e é menos permeável, reduzindo a capacidade de infiltração. Neste caso, os sistemas de drenagem urbana podem alterar o escoamento natural, aumentando a probabilidade de inundações, especialmente em áreas baixas e planas (BATHRELLOS *et al.*, 2018). Nas áreas rurais, por outro lado, as superfícies tendem a ser mais permeáveis. Portanto, a gestão de terraços em áreas rurais é encontrada principalmente em países com elevada pluviosidade e é crucial para reduzir a erosão do solo e a produção de sedimentos (KULIMUSHI *et al.*, 2021). Quando os procedimentos de conservação dos cursos de água e do solo nas zonas rurais são negligenciados, isso pode resultar no aumento da degradação dos cursos de água ou mesmo na perda por desvio, canalização ou soterramento (HAN *et al.*, 2020).

Visando a necessidade de proporcionar disponibilidade de água para atual e futuras gerações, o Sistema de Gerenciamento dos Recursos Hídricos é importante ferramenta para conexão entre o planejamento e a gestão da Política Nacional de Recursos Hídricos, com o objetivo de orientar e implementar os Plano de Bacias Hidrográficas. Os planos são confeccionados a partir de estudos, indicadores, pressuposições, programas e projetos que contemplam os recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

O modo de uso e ocupação do solo é fator que influencia na qualidade da água, que pode ser compreendido pela acelerada alteração da paisagem natural aliada com a deficiência na gestão dos recursos hídricos e seu devido planejamento. Sendo de extrema importância o estudo da evolução do uso e ocupação do solo para o conhecimento das fragilidades dos ambientes naturais expostos as ações antrópicas (VALADARES, 2017).

O uso e ocupação do solo juntamente com os Planos Diretores Municipais são capazes de direcionar os setores de crescimento urbano, proteção dos mananciais, localização industrial, irrigação e saneamento. Sendo instrumento importante em uma das maiores fronteiras de conflito da gestão de recursos hídricos, que é a articulação com a gestão urbana (PERES, 2013)

Para o uso adequado do solo em determinada região é essencial o conhecimento dos tipos de uso e as alterações ocorridas ao decorrer do tempo. O constante monitoramento da mesma área, com objetivo de estudar as alterações ocorridas, é um dos principais meios para a atualização de dados referentes à utilização dos recursos naturais de uma região (BUCKER; AGUIERRE, 1993)

A implantação dos centros urbanos inicia-se com a fragmentação do solo, em que a modificação da superfície nativa é realizada por diversas unidades fundiárias fragmentadas. Quando esse processo ocorre em ecossistema com recursos hídricos superficiais, existe a possibilidade de degradação ambiental. É inevitável, porque na maioria das vezes o manejo é realizado sem aplicação de medidas de conservação (TOLKKINEN *et al.*, 2020). A tendência crescente de urbanização aumentou a demanda pelo uso e ocupação do solo, sendo recorrentes a implantação de áreas superficiais impermeáveis comuns como asfalto, estradas, edifícios, residências e redes de drenagem (ZUHAL, 2016; ALVES; VOJINOVIC; KAPELAN, 2020).

A cobertura vegetal tem forte impacto no comportamento hidrológico das bacias hidrográficas, pois, facilita a entrada de água no lençol freático, reduz o escoamento superficial e os processos erosivos, absorve a radiação solar, além de manter a umidade do solo e o equilíbrio climático (CORTLEZZI; BARRANCRO; MARINELLI, 2019). Quando a vegetação da bacia hidrográfica sofre alterações, os recursos hídricos tornam-se vulneráveis a impactos ambientais negativos, tais como processos de erosão, assoreamento, aumento do escoamento superficial, transporte de sedimentos, que são fortemente agravados por fenômenos climáticos naturais, especialmente chuvas torrenciais, podendo causar inundações, deslizamentos de terra, entre outras adversidades (TOLKKINEN *et al.*, 2020).

Entender a proporção da viabilidade ambiental (espacial e temporal) nos métodos de tomada de decisão tem sido grande dificuldade para planejadores e administradores públicos e privados. As políticas públicas quando empregadas corretamente contribuem para o aperfeiçoamento da compatibilização das atividades

humanas com o meio ambiente, potencializando a qualidade de vida da população humana e trazendo mínimos impactos ambientais negativos (MONTANO, 2016).

A alteração do uso e cobertura da terra, pelo processo de urbanização das cidades, pode causar grandes alterações no ciclo hidrológico das bacias hidrográficas presentes, além de intensificar a degradação dos recursos naturais e a perda de biodiversidade.

O monitoramento da qualidade e da quantidade de água disponível nos corpos hídricos é de crucial relevância, permitindo o acompanhamento da condição junto aos impactos causados pelas ações humanas.

Este artigo busca apresentar e discutir dados referentes aos parâmetros que fazem parte da definição do Índice de Qualidade da Água (IQA) dos cursos hídricos em trechos urbanos, tendo como foco o estudo do índice de qualidade da água das bacias hidrográficas dos córregos Campestre e Galinha, localizados na cidade de Rio Verde/GO.

Os córregos relacionados ao estudo ainda não disponibilizam estudos de conhecimento público dos índices de qualidade da água, vazão, impacto na área de preservação permanente pela expansão da ocupação. Em análise por imagens de satélite observa-se que existem construções nas áreas das sub-bacias podendo ter ocupação em áreas irregulares, indícios de despejo de efluentes não tratados e a área está em processo de urbanização com implantações de loteamentos que nos próximos anos poderão ter construções residenciais e comerciais.

## **1.2 Revisão de literatura**

### ***1.2.1 Evolução do município de Rio Verde***

O desenvolvimento do município pode ser destacado a partir da década de 1970 com chegada das estradas pavimentadas que a ligam a capital do estado, Goiânia e Itumbiara, cidade mais ao sul do estado que faz divisa com o estado de Minas Gerais. Assim, a agricultura começou a crescer e atrair produtores rurais da região sudeste e sul, e até de estrangeiros, visto da instalação da colônia dos americanos, russos e holandeses a partir da década de 1980. A vinda de novos moradores foi acompanhada também com a chegada de maquinários agrícolas, tecnologias, recursos que tornaram o município destaque na produção de grãos do país (IMB, 2016).

O processo de urbanização do município de Rio Verde pode ser aliado a duas tendências de expansão, de acordo com (RIBEIRO, 2016) a primeira foi resultante da abertura das fronteiras agrícolas com ampliação do agronegócio, criação de cooperativas rurais e implantação de indústrias. A segunda é marcada na década de 1990 com a instalação do Complexo Agroindustrial da Perdígão, que atualmente atende pelo nome de BRF Produtos Alimentícios – Brasil Foods. Foi considerada a maior contratante do estado de Goiás, o crescimento expressivo do município trouxe afirmações como o surgimento de “uma nova Rio Verde”, destacado pelo crescimento de 150% entre a década de 1970 a 1990, em razão dos investimentos da então indústria Perdígão (BORGES, 2006) e do número expressivo de pessoas vindas da região Nordeste do país em busca de emprego de 1992 a 2008 (IBGE, 2016).

O Ministério da Economia informou que Rio Verde foi a quinta cidade que mais gerou empregos formais no Brasil no primeiro semestre de 2020, uma variação relativa de 3,51% e este crescimento está associado a instalação da Plataforma Multimodal da Ferrovia Norte-Sul no município (PREFEITURA DE RIO VERDE, 2020).

A ampliação do município de Rio Verde trouxe impactos positivos para a região, mas, a não incorporação de planejamento territorial resultou em impactos negativos, principalmente na zona urbana pela expansão de ocupação do solo acelerada, torna-se necessário a investigação de quais impactos negativos estão incluídos no desenvolvimento urbano do município (PEREIRA, 2019).

### ***1.2.2 Importância da qualidade da água e gestão hídrica***

O conhecimento da qualidade das águas está relacionado aos objetivos de uso atribuídos aos corpos d’água, de modo que cada uso exige diferentes níveis de qualidade de água, que variam conforme finalidade pretendida. De acordo com (VON SPERLING, 2014), os variados elementos presentes na água, capazes de alterar a pureza, podem ser representados em função de suas características físicas (sólidos, gases), químicas (inorgânicos, orgânicos) e biológicas (seres vivos), e estas podem ser expressas como parâmetros de qualidade da água. Segundo o autor, a qualidade é afetada por condições naturais e não naturais, quando são causadas pelas atividades antrópicas.

A gestão da água está se tornando uma área de estudo cada vez mais importante, os impactos das decisões humanas sobre os fluxos de água e suas diversas escalas de

gerenciamento estão sendo cada vez mais reconhecidas (DANIELL; BARRETEAU, 2014).

A drenagem urbana é fator preocupante nos centros urbanos, por vezes a má implantação permite que as águas pluviais sejam infectadas por poluentes que são depositados nas vias públicas e podem dar de encontro com os cursos hídricos inseridos na área urbana. Outra fonte de poluição das águas em áreas urbanas consiste nos esgotos sanitários, que correspondem às águas utilizadas nas atividades rotineiras da população, originárias de domicílios residenciais, comerciais, hospitalares e industriais.

A poluição originada de forma difusa chega a contribuir com mais de 30% da totalidade da carga poluidora lançada nos cursos hídricos. É o que demonstra pesquisas realizadas em várias partes do mundo, incluindo o Brasil (PEREIRA, 2021). A compreensão do sistema hídrico e de seus processos químicos, físicos e biológicos são relevantes na criação de alternativas sustentáveis de desenvolvimento.

### ***1.2.3 Legislação ambiental envolvendo a qualidade da água***

Os municípios não possuem função de atribuir legislações sobre as águas, mas dispõe o dever de aplicar a Política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH) em sua estrutura territorial. Possuem importante papel na gestão sustentável, visto que são responsáveis pelas políticas públicas de resíduos sólidos, drenagem urbana, abastecimento hídrico e a coleta e tratamento de esgotos domiciliares (PIZELLA, 2015).

No Brasil, o Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), Lei nº 9.433/1997, busca prover e assegurar água em quantidade e qualidade suficientes para atender as necessidades e os usos das próximas gerações. Um dos instrumentos estabelecidos pelo PNRH é “o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água”.

Para fornecer qualidade de vida e saúde para a população, no Brasil existem padrões de qualidade de água estabelecidos, que destacam a Resolução CONAMA 274/2000 de Padrões de balneabilidade de águas superficiais (Brasil, 2000) e também Resolução CONAMA 357/2005 de Padrões para enquadramento das águas superficiais (BRASIL, 2005).

A Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do CONAMA, quando foi criada, além de classificar os corpos hídricos, estabelecia as condições e padrões sob os quais o

lançamento de efluentes deveria ser realizado, no entanto, em 2011 foi alterada pela Resolução nº 430, também do CONAMA. Dessa forma, atualmente a Resolução nº 357/2005 é responsável por estabelecer os padrões de qualidade, ou seja, realizar o enquadramento dos corpos d'água, enquanto a Resolução nº 430/2011 é responsável por regular os padrões de lançamento de esgoto.

De acordo com a Resolução nº 357/2005 do CONAMA, as águas doces, estabelecidas como sendo aquelas com salinidade igual ou inferior a 0,5‰, são qualificadas em classe especial, 1, 2, 3 e 4, conforme mostra a Tabela 1.

**Tabela 3** - Classificação das águas doces quanto ao uso.

<b>Classes</b>	<b>Destinação</b>
Classe Especial	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abastecimento para consumo humano com desinfecção;</li> <li>- Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas;</li> <li>- Preservação dos ambientes aquáticos em unidade de conservação de proteção integral.</li> </ul>
Classe I	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;</li> <li>- Proteção das comunidades aquáticas;</li> <li>- Recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho.</li> </ul>
Classe II	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;</li> <li>- Proteção das comunidades aquáticas;</li> <li>- Recreação de contato primário, tais como esqui aquático e mergulho.</li> </ul>
Classe III	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;</li> <li>- Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;</li> <li>- Pesca amadora;</li> <li>- Recreação de contato secundário;</li> <li>- Dessedentação de animais.</li> </ul>

Classe IV

- Navegação;

- Harmonia paisagística.

Fonte: Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL,2005).

Sendo a classe especial, a melhor em termos de qualidade, ao passo que as outras quatro classes estão enumeradas da maior para a menor qualidade, tendo-se, dessa forma, a classe 1 como a segunda melhor qualidade, a classe 2 a terceira, e assim por diante (BRASIL, 2005).

Os parâmetros de qualidade da água são dispostos de maneira individual e variam conforme a respectiva classe de enquadramento. Os valores máximos envolvendo os parâmetros tais como DBO (demanda bioquímica de oxigênio), OD (oxigênio dissolvido), nitrogênio, nitrato, nitrito, pH (potencial hidrogeniônico), turbidez e fósforo podem ser resumidos na Tabela 2 com base também na Resolução do CONAMA 357/2005.

**Tabela 4 - Padrões de qualidade da água doce.**

Parâmetro	Unidade	Águas doces			
		1	2	3	4
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO <sub>5</sub> <sup>20</sup> )	mg - L <sup>-1</sup>	3	5	10	-
Oxigênio Dissolvido	mg - L <sup>-1</sup>	≥ 6	≥ 5	≥ 4	≥ 2
N amoniacal total (pH ≤ 7,5)	mg - N/L <sup>-1</sup>	3,7	3,7	13,3	-
N amoniacal total (7,5 < pH ≤ 8,0)	mg - N/L <sup>-1</sup>	2	2	5,6	-
N amoniacal total (8,0 < pH ≤ 8,5)	mg - N/L <sup>-1</sup>	1	1	2,2	-
N amoniacal total (pH > 8,5)	mg - N/L <sup>-1</sup>	0,5	0,5	1	-
Nitrato	mg - N/L <sup>-1</sup>	10	10	10	-
Nitrito	mg - N/L <sup>-1</sup>	1	1	1	-
pH		6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Turbidez	NTU	≤ 40	≤ 100	≤ 100	-
	mg - P/L <sup>-1</sup>	0,1	0,1	0,15	-

---

P total (ambiente lótico e tributário de ambiente intermediário)

---

Fonte: Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005).

Os parâmetros apresentados reforçam que a qualidade da água decai da classe 1 até a classe 4, podendo verificar que os índices aumentam de uma classe para a outra, representando maior permissividade de poluentes. A classificação do corpo d'água é realizada com base no uso preponderante mais exigente, seja este atual ou almejado (BRASIL, 2005).

A Resolução do CONAMA nº 430/2011, orienta como deve ser realizado o lançamento de efluentes em corpos de hídricos, incluindo as águas advindas do tratamento de sistemas de tratamento de esgotos sanitários, apresentando os valores máximos de poluentes que podem ser recebidos, as concentrações máximas permitidas, sem danos tanto para a qualidade da água, como para os respectivos usos estabelecidos pela classe de enquadramento. As águas residuais não poderão oferecer ao corpo receptor propriedades de qualidade em desarmonia com as metas previstas para a sua classificação. De acordo com a resolução citada, quando existir dúvida que os parâmetros não estejam em concordância com o estabelecido pela sua classe de enquadramento, estes deverão ser monitorados.

Em 2020 foi editada a Lei nº 14.026, introduzindo significativas alterações no regime legal da Lei nº 11.445/07, tendo como objetivo o atendimento de água potável em 99% da população e de esgotamento sanitário em 90% até o ano de 2033, participação da iniciativa privada na prestação dos serviços de saneamento e instituindo a Agência Nacional de Águas (ANA) como órgão regulador nas questões relacionadas ao saneamento básico (ISS, 2022).

É observado constantes debates sobre o aperfeiçoamento da efetividade da Política Nacional dos Recursos Hídricos dada pela Lei Federal 9.433/97 que instituiu o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, estes debates são importantes para reforçar a visão de gestores, usuários e sociedade como conjunto, se o sistema de gestão de recursos hídricos não tem funcionalidade, presumivelmente não está sendo efetivo (MARQUES *et al.*, 2022).

Para melhor integração da gestão ambiental é necessário que prefeituras municipais através de Planos Diretores Municipais e Zoneamento do uso do solo decidam

a respeito das metas para conservação da qualidade hídrica, a necessidade de incorporar Planos de Educação Ambiental visando ligação das questões ambientais e gestão hídrica nos Planos de Bacias Hidrográficas, que é uma dificuldade abordada pelos integrantes dos comitês de bacias (FARIA *et al.*, 2022).

#### **1.2.4 Uso do solo e impactos sobre os recursos hídricos**

Atividades como a urbanização, rotinas industriais e agrícolas são constantemente relacionadas a perda da qualidade da água. Conhecer a relação entre uso e ocupação do solo e qualidade da água é indispensável em processo de gestão de recursos hídricos (PAULA *et al.*, 2016).

Estudos mostram que a disponibilidade dos recursos hídricos está cada vez mais baixa, tanto em quantidade quanto em qualidade. A atenção dos governos atenta gradualmente para os assuntos relacionados a gestão dos recursos, dado o restabelecimento da água disponível na questão de oferta e demanda (JOURAVLEV, 2001).

Conforme estudos de Montaña (2016), alguns dos usos do solo apresentam explícitos impactos sobre os recursos hídricos superficiais. Vários tipos de empreendimentos, projetos ou políticas impactam diretamente no recurso das águas superficiais. Alterações em quantidade ou qualidade dos recursos podem trazer implicações para a fauna e a flora aquáticas.

Exemplos de usos potencialmente impactantes para as águas superficiais incluem: expansão da malha urbana sem o devido planejamento; as atividades industriais pela alta quantidade de efluentes produzidos que podem causar poluições em episódios de acidentes e derramamentos; construção de represas para regulação de vazão e produção de energia; instalações de aterros sanitários; a atividade agrícola pela possibilidade de poluição através de pesticidas e também de projetos de irrigação, desmatamento.

O uso de indicadores físicos, químicos e biológicos, é uma medida ambiental importante para viabilizar o uso múltiplo dos recursos hídricos, esses indicadores são usados para apresentar e controlar as alterações ocorridas na bacia hidrográfica (FREIRE *et al.*, 2013).

O uso inadequado do solo pode alterar o ciclo hidrológico provocando ações prejudiciais, exemplo pode ser dado pelo aumento do escoamento superficial que pode causar processos erosivos graves na área da bacia hidrográfica.

Segundo Bucci *et al.* (2015), más práticas do uso do solo, a ocupação das terras, a falta de vegetação, a degradação das APP e as ocupações irregulares próxima aos mananciais, são fatores de destaque para a degradação de um corpo hídrico.

É importante o estudo dos impactos do processo de urbanização em áreas próximas aos cursos d'água, a discussão sobre as atividades que potencializam a poluição tende a ser essencial para o desenvolvimento de práticas para a gestão das bacias hidrográficas.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Analisar o quanto o uso e ocupação do solo afetam na qualidade da água dos córregos Campestre e Galinha localizados na cidade de Rio Verde/GO e quais as alternativas podem ser tomadas para melhoria dos possíveis resultados.

### **2.2 Objetivo específico**

Verificar o enquadramento dos córregos Campestre e Galinha de acordo com a legislação ambiental através do Índice de Qualidade das Águas;

Apresentar o uso e ocupação do solo das sub-bacias dos córregos Campestre e Galinha com comparações espaço-temporal.

## **3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Plano de recursos hídricos e do enquadramento dos corpos hídricos superficiais da bacia hidrográfica do Rio Paranaíba**. Brasília: Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos (SPR), 2013.

ALVES, A.; VOJINOVIC, Z.; KAPELAN, Z. Exploring trade-offs among the multiple benefits of green-blue-grey infrastructure for urban flood mitigation. **Science of The Total Environment**, v.703, n.10, p.34980, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134980>. Acesso em: 14 Jun. 2023.

BORGES, R. E. **No meio da soja, o brilho dos telhados: a implantação da Perdigão em Rio Verde (GO), transformações e impactos socioeconômicos e espaciais**. 2006. Tese de doutorado (Doutor em geografia) - Universidade Estadual Paulista - UNESP, Rio Claro, SP, 2006. p. 229. Disponível em: [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/104380/borges\\_re\\_dr\\_rcla.pdf?sequence=1](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/104380/borges_re_dr_rcla.pdf?sequence=1). Acesso em: 10 jan. 2022.

BRASIL. **Lei Federal no 9.433, de 08 de janeiro de 1997**. Brasil: Diário Oficial da União. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm). Acesso em: 15 out. 2019., 1997.

\_\_\_\_\_. **Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)**. Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília. Seção 1, n. 18, p. 70-71. 30 nov, 2020.

\_\_\_\_\_. **Resolução no 357 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA)**.. Brasil: MMA. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>., 2005.

\_\_\_\_\_. **Resolução no 430 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA)**. Brasil: MMA. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>., 2011

Bathrellos, George & Gaki-Papanastassiou, K. & Skilodimou, Hariklia & Papanastassiou, D. & Chousianitis, Konstantinos. (2011). Potential suitability for urban planning and industry development using natural hazard maps and geological-geomorphological parameters. **Environmental earth sciences**. 66. 537-548. 10.1007/s12665-011-1263-x.

Brucker, Mônica e Aguirre, Argentino José. **Avaliação temporal do uso da terra na sub-bacia hidrográfica do arroio Cadena e Passo das Tropas**. Ciência Rural [online]. 1993, v. 23, n. 2 [Acessado 15 fevereiro 2022], pp. 133-138. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84781993000200002>. Epub 05 Set 2014. ISSN 1678-4596. <https://doi.org/10.1590/S0103-84781993000200002>.

Bucci, M. M. H. S., Delgado, F. E. da F., Santos, C. da S., & Oliveira, L. F. C. de .. (2015). **Análise de metais, agrotóxicos, parâmetros físico-químicos e microbiológicos nas águas da Represa Dr. João Penido, Juiz de Fora, MG**. *Revista Ambiente & Água*, 10(4), 804–824. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1534>

Carvalho, D. M.; Santos, A. B.; Souza Júnior, J. P.; Ferrer, M. T. Perspectivas dos jovens rurais: campo versus cidade. Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Porto Alegre, 2009.

Cortelezzi, A.; Barranquero, R. S.; Marinelli, C. B. Environmental diagnosis of an urban basin from a social–ecological perspective. **Science Of The Total Environment**, [S.L.], v. 678, p. 267-277, 2019.

Daniell, Katherine & Barreteau, Olivier. (2014). **Water Governance across Competing Scales: Coupling Land and Water Management**. *Journal of Hydrology*. 519. 2367-2380. 10.1016/j.jhydrol.2014.10.055.

Faria, P.O., Santos, S.M., & Pizella, D.G. (2022). Desafios do enquadramento das águas doces superficiais nas bacias de rios estaduais: o que dizem os membros dos comitês e pesquisadores da área? *Revista de Gestão de Água da América Latina*, 19, e10. <https://doi.org/10.21168/rega.v19e10>

Freire, F.G.C., Batista, R.O., Silva, P.C.M, Costa, S.C., Oliveira, A.F.M. **Indicadores de qualidade da água no rio Jaguaribe em São João do Jaguaribe-CE, Brasil**. *Irriga*. 2013; 18:700-707. doi: 10.15909/irriga.2013v18n4p700.

Han, Longfei & Xu, Youpeng & Deng, Xiaojun & Li, Zhongwu. (2019). Stream loss in an urbanized and agricultural watershed in China. **Journal of environmental management**. 253. 109687. 10.1016/j.jenvman.2019.109687.

IMB - INSTITUTO MAURO BORGES. Painéis Municipais: Rio Verde. *In: Painéis Municipais IMB: Rio Verde*. [S. l.], 2016. Disponível em: <https://www.imb.go.gov.br/files/docs/publicacoes/paineis-municipais/rio-verde-201612.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2022.

Instituto Saverr Sustentabilidade (ISS). (2022). Mapeamento da regionalização do saneamento básico no país: Perspectivas e Desafios. São Paulo: [s. n.], 2022. 101 p. Disponível em: <https://abar.org.br/pesquisa-revela-regionalizacao-do-saneamento-no-brasil-anda-a-passos-lentos/>. Acesso em: 2 ago. 2022.

Jouravlev, A. **Administración del agua en America Latina y en el Caribe en el umbral del siglo XXI**. Comissão Econômica para América Latina e Caribe - CEPAL. Série Recursos Naturales e Infraestructura, 2001, n. 27, Santiago - Chile.

Kulimushi, C; Luc & Choudhari, P P & Maniragaba, Abias & Elbeltagi, Ahmed & Mugabowindekwe, Maurice & Rwanyiziri, Gaspard & Byizigiro, Rutazuyaza Vaillant & Pingale, Santosh & Singh, Sudhir. (2021). Erosion risk assessment through prioritization of sub-watersheds in Nyabarongo River catchment, Rwanda.. 5. 100260. 10.1016/j.envc.2021.100260.

Marques, G. F., Formiga-Johnsson, R. M., Oliveira, P. P. F., Molejon, C., & Braga, C. F. C. (2022). Os serviços de gestão de recursos hídricos. *Revista de Gestão de Água da América Latina*, 19, e1. <https://doi.org/10.21168/rega.v19e1>

Mamédio, D; Mendez, J. M. D; Almeida, R; Santana, S. B. Processo de (des)territorialidade em uma comunidade rural na Bahia. *INTERAÇÕES*, Campo Grande, MS, v. 22, n. 1, p. 67-82, jan./mar. 2021.

Montaño, Marcelo e Souza, Marcelo Pereira de. **Integração entre planejamento do uso do solo e de recursos hídricos: a disponibilidade hídrica como critério para a localização de empreendimentos.** Engenharia Sanitaria e Ambiental [online]. 2016, v. 21, n. 03 [Acessado 15 janeiro 2022], pp. 489-495. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1413-41522016118729>>. Epub 27 Jun 2016. ISSN 1809-4457. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522016118729>.

Oliveira, F. R. d.; et al. Caracterização hidroambiental como indicador de qualidade de água em nascentes. *Caminhos de Geografia*, v.21, n.74, 2020.

Paula M.R, Benedetti A.C.P, Pereira Filho W. **Influência do uso e cobertura da terra aliado à precipitação pluviométrica na qualidade da água da Bacia Hidrográfica do Rio Ingaí-RS/ Brasil.** *Rev do Dep de Geo.* 2016; 32:143-152. doi: 1011606/rdg.v32i0.119330.

Pereira, M. C. S. et al. **Melhoria da qualidade da água de rios urbanos: novos paradigmas a explorar – Bacia hidrográfica do rio Pinheiros em São Paulo.** Engenharia Sanitaria e Ambiental [online]. 2021, v. 26, n. 3 [Acessado 17 janeiro 2022], pp. 577-590. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1413-415220190272>>. Epub 19 Jul 2021. ISSN 1809-4457. <https://doi.org/10.1590/S1413-415220190272>.

Pereira, Luciane. **Avaliação do espaço-temporal da transformação de uso do solo e seus impactos na temperatura da superfície por sensoriamento remoto em Rio Verde – GO.** Dissertação de mestrado (Mestre em engenharia aplicada e sustentabilidade. Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2019. p. 56. Disponível em:

[https://sistemas.ifgoiano.edu.br/sgetcursos/uploads/anexos\\_14/2021-08-19-03-24-46disserta%C3%A7%C3%A3o\\_%20Luciane%20de%20Souza%20Pereira\\_Reposit%C3%B3rio.pdf](https://sistemas.ifgoiano.edu.br/sgetcursos/uploads/anexos_14/2021-08-19-03-24-46disserta%C3%A7%C3%A3o_%20Luciane%20de%20Souza%20Pereira_Reposit%C3%B3rio.pdf). Acesso em: 10 jan. 2022.

Peres, Renata Bovo e Silva, Ricardo Siloto da. **Análise das relações entre o Plano de Bacia Hidrográfica Tietê-Jacaré e os Planos Diretores Municipais de Araraquara, Bauru e São Carlos, SP: avanços e desafios visando a integração de instrumentos de gestão.** *Sociedade & Natureza* [online]. 2013, v. 25, n. 2 [Acessado 14 janeiro 2022], pp. 349-362. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1982-45132013000200011>>. Epub 25 Nov 2013. ISSN 1982-4513. <https://doi.org/10.1590/S1982-45132013000200011>.

Pizella, Denise Gallo. (2015). A relação entre Planos Diretores Municipais e Planos de Bacias Hidrográficas na gestão hídrica. *Revista Ambiente & Água* [online]. 2015, v. 10, n. 3, pp. 635-645. Disponível em: <<https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1394>>. Epub Jul-Sep 2015. ISSN 1980-993X. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1394>.

PREFEITURA DE RIO VERDE. Gabinete do prefeito. **Rio Verde é a 5ª cidade no Ranking Brasil do Emprego.** Notícias, Rio Verde, GO, p. 1-1, 31 jul. 2020. Disponível em: <https://www.rioverde.go.gov.br/rio-verde-e-a-5a-cidade-no-ranking-brasil-do-emprego/>. Acesso em: 15 jan. 2022.

Santos, G. O., Silva, A. A., Braz, A. R. C., & Carneiro, F. M. (2018). **Caracterização morfométrica das bacias hidrográficas inseridas no município de Rio Verde, Goiás,**

**como ferramenta ao planejamento urbano e agrícola.** Geografia Ensino & Pesquisa, 22, e17. <https://doi.org/10.5902/2236499426572>

Santos, G. O.; Hernandez, F. B. T. Uso do solo e monitoramento dos recursos hídricos no córrego do Ipê, Ilha Solteira, SP. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.17, n.1, p.60-68, 2013.

Szczepocka, Ewelina; Śelazna-Wieczorek, Joanna; Nowicka-Krawczyk, Paulina. Critical approach to diatom-based bioassessment of the regulated sections of urban flowing water ecosystems. *Ecological Indicators*, [s.l.], v. 104, p.259-267, set. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.04.078>.

Tolkkinen, M. O.; et al. Streams and riparian forests depend on each other: a review with a special focus on microbes. *Forest Ecology And Management*, [S.L.], v. 462, p. 117962, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2020.117962>. Acesso em: 12 Jul. 2022.

Vanzela, L.S.; Hernandez, F.B.T.; Franco, R.A.M. (2010). Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*.v.14, n.1, p.55-64.

Valadares, A.A. **Análise da dinâmica do uso e cobertura do solo sobre a vulnerabilidade ambiental em área do Distrito Federal.** 2017. 197f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) – Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

Von Sperling, M. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios.** 2a ed. Belo Horizonte: UFMG, 2014.

Zhou, Q.; Luo, Y; Zhou, X.; Cai, M. C; Zhao, C. Response of vegetation to water balance conditions at different time scales across the karst area of southwestern China—A remote sensing approach. *Science of the Total Environment*, v. 645, p. 460–470, 2018.

Zuhal, k. The concept of urban sprawl and its causes. **Journal of International Social Research**, v.9, n.45, p.815-815, 2016.

**4 CAPÍTULO 1 - ARTIGO 1**

**TRANSFORMAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DO USO E OCUPAÇÃO DO  
SOLO DOS CÓRREGOS CAMPESTRE E GALINHA**

## RESUMO

O município de Rio Verde vem enfrentando ritmo acelerado da urbanização, e por consequência, tem impactado negativamente os recursos hídricos e ambiente. As sub-bacias dos córregos Galinha e Campestre percorrem parte do perímetro urbano de Rio Verde, e estão em processo de urbanização por ser área de destaque em lançamentos de loteamentos e condomínios no município. Estudos que disponibilizam informações concretas sobre o impacto na área de preservação permanente, classificação do uso do solo, expansão de ocupação da área ainda não são encontrados. Diante o exposto, objetivou-se analisar o quanto o uso e ocupação do solo afetam na qualidade da água dos córregos Campestre e Galinha localizados na cidade de Rio Verde/GO e quais as alternativas podem ser tomadas para melhoria dos possíveis resultados. O uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) é proposto para mapear o uso e ocupação do solo, fornecendo informações essenciais para a tomada de decisões relacionadas à manutenção das bacias hidrográficas, planejamento territorial e monitoramento sustentável dos recursos naturais. O método inclui a delimitação das sub-bacias hidrográficas usando dados de Modelo Digital de Elevação e o uso de imagens de satélite do projeto MapBiomas para identificar o uso e ocupação do solo ao longo do tempo. Foi confeccionado um mapa da evolução espaço-temporal do uso e ocupação do solo entre os anos de 1985, 1995, 2005, 2015 e 2021 para as classes definidas como área florestal, área agricultura, área urbanizada a fim de avaliar o processo de urbanização. A análise revela um aumento expressivo da área urbanizada, redução em áreas de múltiplos usos e pastagem, além da diminuição da área de agricultura e florestal. A ocupação urbana é apontada como responsável por alterações nas áreas de vegetação florestal, especialmente nas nascentes, evidenciando a necessidade de preservação.

**Palavras-chave:** Bacia Hidrográfica; Geoprocessamento; MapBiomas; Recursos hídricos.

## ABSTRACT

The municipality of Rio Verde is experiencing a rapid urbanization process, which has caused negative impacts on water resources and the environment. The sub-basins of the Galinha and Campestre streams cross part of the urban area of Rio Verde, being subject to an intense urbanization process due to the frequent launch of subdivisions and condominiums in the region. To date, there are no studies that provide concrete information about the impact on permanent preservation areas, the classification of land use and the expansion of occupation of the area. Given this scenario, the objective was to analyze how land use and occupation affect water quality in the Campestre and Galinha streams, located in Rio Verde/GO, and identify alternatives to improve the results obtained. The use of Geographic Information Systems (GIS) is proposed to map land use and occupation, providing crucial information for decision-making related to the maintenance of river basins, territorial planning and sustainable monitoring of natural resources. The method involves the delimitation of sub-watersheds based on data from the Digital Elevation Model and the use of satellite images from the MapBiomias project to identify land use and occupation over time. A map of the spatio-temporal evolution of land use and occupation was created in the years 1985, 1995, 2005, 2015 and 2021, covering classes such as forestry area, agricultural area and urbanized area, in order to evaluate the urbanization process. The analysis reveals a significant increase in the urbanized area, a reduction in areas of multiple uses and pasture, in addition to a decrease in agricultural and forestry areas. Urban occupation is identified as responsible for changes in forest vegetation areas, especially in springs, highlighting the need for preservation measures.

**Keywords:** Hydrographic Basin; Geoprocessing; MapBiomias; Water resources.

## 4.1 Introdução

A água é um recurso natural de domínio público vital para a sobrevivência e o bem-estar da população. Os recursos hídricos são fornecedores essenciais de serviços ambientais básicos para o desenvolvimento econômico, a proteção ambiental e a qualidade de vida. Os diversos usos dos recursos hídricos possibilitam variedade de atividades como: recreação, agricultura, consumo humano, transporte, abastecimento industrial, produção de energia, entre outras atividades (UPRETY *et al.*, 2019). Neste sentido, o crescimento urbano associado ao desenvolvimento econômico-populacional aumenta a procura por recursos naturais.

O crescimento populacional tem impacto direto na qualidade das fontes de água existentes nas áreas urbanas. Esses impactos são influenciados pelo lançamento de poluentes nos corpos hídricos, comprometendo, em última análise, os processos de autopurificação dessas fontes por meio do acúmulo e dispersão de resíduos líquidos e sólidos (WANG; KIM; LI, 2021). Nesse sentido, o processo de despoluição das bacias hidrográficas urbanas impõe altos custos à sociedade, tornando as fontes de água indisponíveis para fins de lazer e recreação (LIQUETE *et al.*, 2011).

Na maioria das vezes, os conflitos ambientais são desencadeados durante a interação entre as atividades humanas e o meio ambiente, e o uso e a ocupação do solo são os principais provedores de alterações ambientais e impactos nos ecossistemas, muitas vezes de forma irreversível (HOSSAIN; MONIRUZZAMAN, 2021).

O mapeamento do uso e ocupação do solo propicia na tomada de decisão para a manutenção das bacias hidrográficas, para o planejamento territorial, e o monitoramento do uso sustentável e legal dos recursos naturais (PEREIRA *et al.*, 2016).

O município de Rio Verde vem enfrentando ritmo acelerado da urbanização, e por consequência, tem impactado negativamente os recursos hídricos e ambiente. O município é traçado por diversos corpos d'água, sendo sua bacia hidrográfica composta pelos rios Doce, Verdão, Verdinho, Rio dos Bois, Monte Alegre, São Francisco, Ponte de Pedra, São Tomaz, Abóbora e do Peixe; e córregos Barrinha, do Sapo, Chapadinha, Cabeceira, Mota, Veredinha, Panela, Galinha e Campestre (RIO VERDE, 2009).

As sub-bacias dos córregos Galinha e Campestre percorrem parte do perímetro urbano de Rio Verde, e estão em processo de urbanização por ser área de destaque em lançamentos de loteamentos e condomínios no município. Estudos que disponibilizam

informações concretas sobre o impacto na área de preservação permanente, classificação do uso do solo, expansão de ocupação da área ainda não são encontrados.

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) são projetados para monitorar áreas em diferentes escalas cartográficas (KALISKI *et al.*, 2010). Estas tecnologias geotécnicas tornaram-se base para soluções de investigação, porque as tecnologias convencionais não conseguem acompanhar a taxa de uso e ocupação desordenada do solo. Neste contexto, este estudo é justificado pela necessidade de compreender possíveis questões relacionadas ao uso e ocupação do solo na área e iniciar o monitoramento das microbacias hidrográficas da área.

Diante o exposto, objetivou-se analisar o quanto o uso e ocupação do solo afetam na qualidade da água dos córregos Campestre e Galinha localizados na cidade de Rio Verde/GO e quais as alternativas podem ser tomadas para melhoria dos possíveis resultados.

## **4.2 Material e métodos**

O presente trabalho foi desenvolvido na zona urbana do município de Rio Verde, estado de Goiás, especificamente nos Córregos Campestre e Galinha, sob influência do uso e ocupação do solo no curso hídrico.

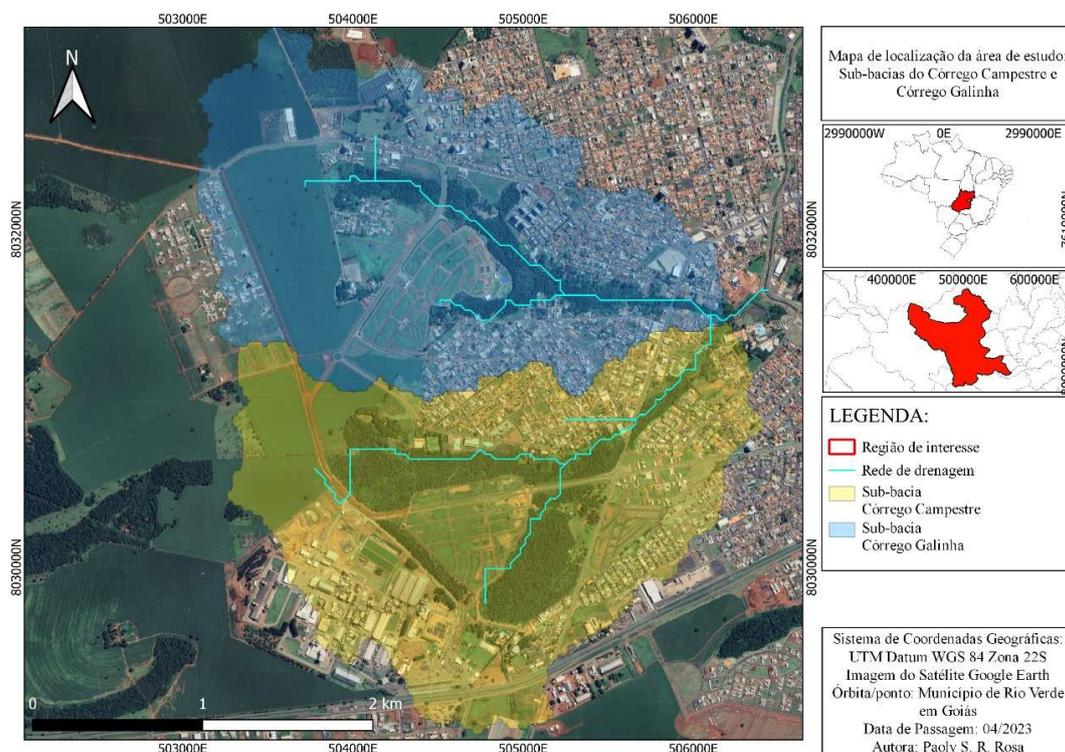
### **4.2.1 Área de estudo**

O município de Rio Verde, localizado na mesorregião Sul Goiano e microrregião Sudoeste de Goiás, entre as coordenadas 17°47'53" de latitude sul e 50° 55' 41" de longitude oeste, com altitude média de 748 metros acima do nível do mar, possui área territorial de 8.386, 831 km<sup>2</sup>. As estimativas para 2020 revelaram um quantitativo total de 241.518 habitantes, representando a taxa de crescimento anual de 3,7% (IBGE, 2021).

A malha urbana do município encontra-se inserida em três bacias hidrográficas: do ribeirão Abóbora, e menor área, a do ribeirão Lage e a do córrego do Sapo, com destaque para esta última, visto que abrange cerca de 80% da área urbana, tem nascente localizada na cidade de Rio Verde, percorrendo o município por aproximadamente 30 km, no sentido sudeste, até desaguar no rio São Tomás, afluente do rio dos Bois, que integra a bacia do rio Paranaíba (MORAES, 2018).

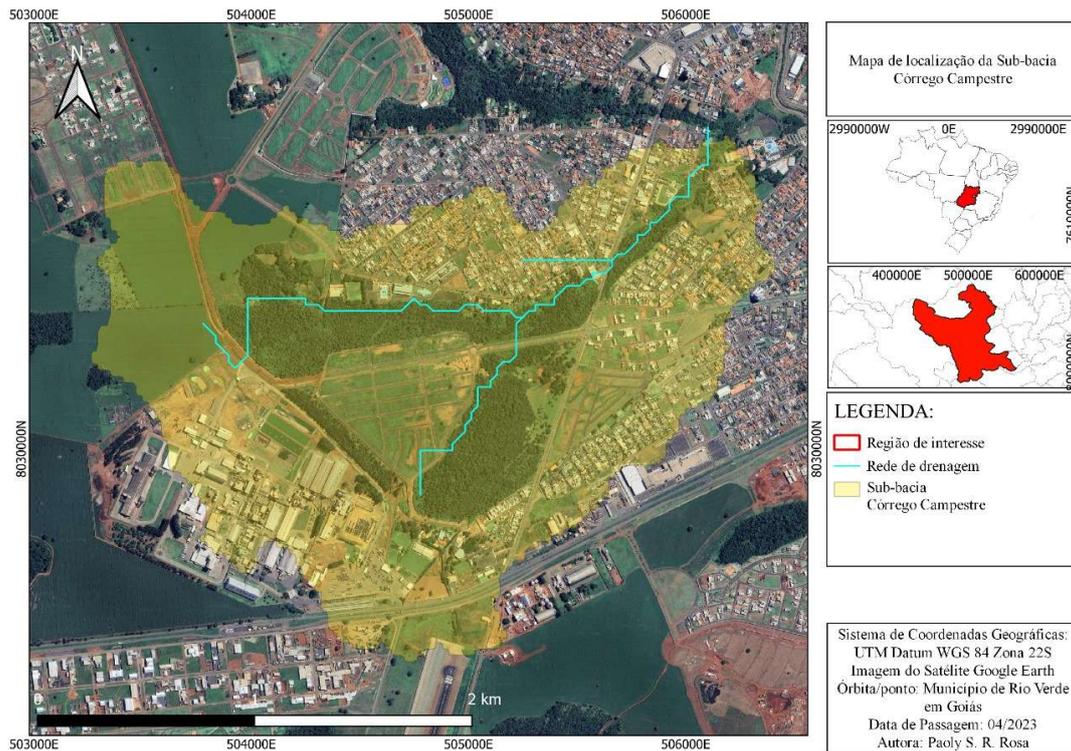
O córrego Campestre tem a nascente próximo a uma agroindústria desaguardo em uma barragem feita para pesca em um clube aquático privado. O córrego Galinha tem a nascente próximo a dois condomínios verticais e deságua também na barragem feita para pesca no clube aquático privado.

Os córregos Campestre e Galinha (Figuras 1, 2 e 3), objeto deste estudo, e as respectivas coordenadas geográficas são: Córrego Campestre 17°47'46" S e 50°57'41" O, elevação 739m e 17°48'15" S e 50°56'28" O, elevação 688 m, percorrendo cerca de 2,48 km de uma extremidade a outra; Córrego Galinha 17°48'43" S e 50°57'44" O, elevação 748m e 17°48'15" S e 50°56'28" O, elevação 687m, percorrendo cerca de 2,39km.

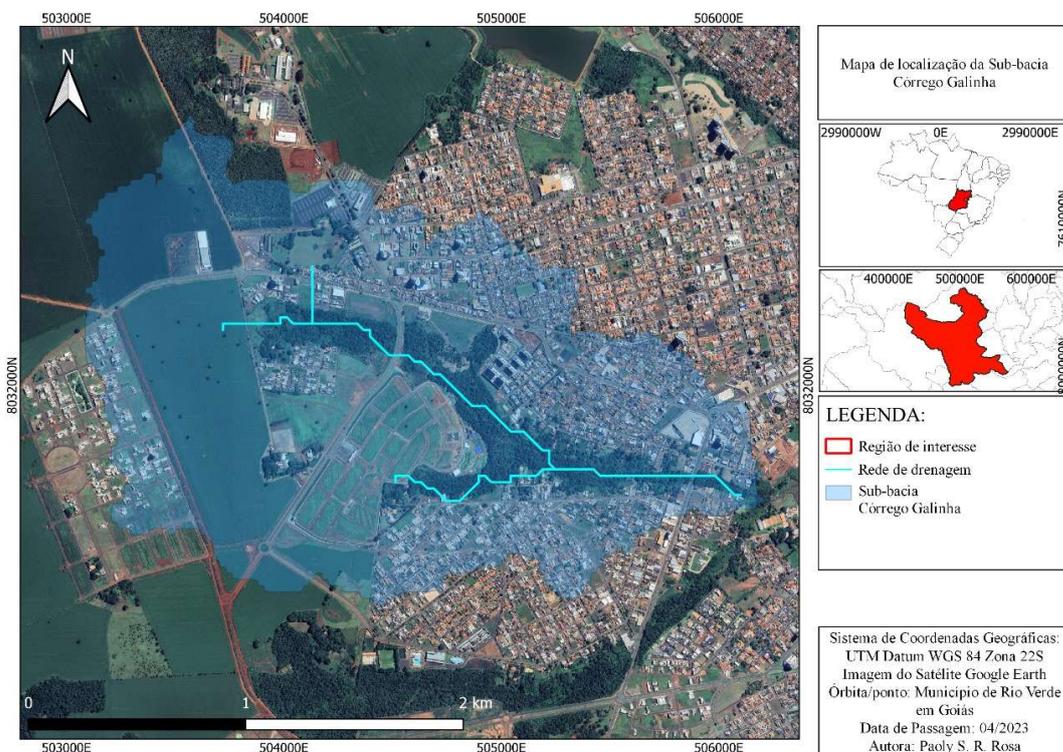


**Figura 3** - Mapa de localização da área de estudo: Sub- bacias do Córrego Campestre e Córrego Galinha.

Fonte: Elaboração da autora, 2023.



**Figura 4 - Mapa de localização da Sub-bacia Córrego Campestre.**  
 Fonte: Elaboração da autora, 2023.



**Figura 3 - Mapa de localização da Sub-bacia Córrego Galinha.**  
 Fonte: Elaboração da autora, 2023.

#### ***4.2.2 Evolução espaço-temporal do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica no trecho urbano dos córregos Campestre e Galinha***

Inicialmente realizou-se a delimitação das sub-bacias hidrográficas dos córregos Campestre e Galinha através da análise das bacias do município de Rio Verde, localizado na região do sudoeste do estado de Goiás. O arquivo utilizado nesse processo foi o Modelo Digital de Elevação (MDE), disponibilizado de forma gratuita pelo projeto TOPODATA do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), a partir dos dados SRTM disponibilizados pelo *United States Geological Survey (USGS)* com resolução de 30 metros.

Para a obtenção da imagem *raster*, para a realização da delimitação da bacia hidrográfica, utilizou o *software* gratuito *QGIS 3.28.6*. Para realização utilizou-se o *plugin GRASS* disponível dentro da plataforma *QGIS 3.28.6*, identificando a rede de drenagem existente, os nomes dos cursos d'água existentes nos arquivos de formato *Shapefile*, disponibilizados para *download* no site do Sistema Estadual de Geoinformação (SIEG).

No processo de identificação do uso e ocupação do solo na região, pertencente à bacia hidrográfica de estudo, inicialmente realizou a aquisição das imagens e forma gratuita através do projeto MapBiomias do Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Observatório do Clima (SEEG/OC) disponibilizadas na coleção 7.1 que inclui dados anuais de cobertura e uso da terra para o período de 1985 a 2021.

Após a definição dos anos de estudo, as imagens dos anos (1985, 1995, 2005, 2015 e 2021) foram processadas no *software QGIS 3.28.6*, e extraídas as camadas pela máscara de extensão da bacia hidrográfica dos córregos Campestre e Galinha. As imagens em *raster* foram vetorizadas através do *plugin GRASS* do *software QGIS 3.28.6*. Para a identificação do uso e ocupação do solo as imagens vetorizadas foram categorizadas através da identificação fornecida pelo MapBiomias, sendo assim adotados os usos e ocupação: formação florestal, formação cerrado, área alagada, formação campestre, pastagem, área de múltiplos usos, área urbanizada, área urbanizada sem edificação, rio ou lago, área de agricultura.

As imagens de satélite utilizadas nos mapas de demonstração foram obtidas através do *plugin QuickMapServices* do *software QGIS 3.28.6*, e selecionada a opção *Google Sattelite*.

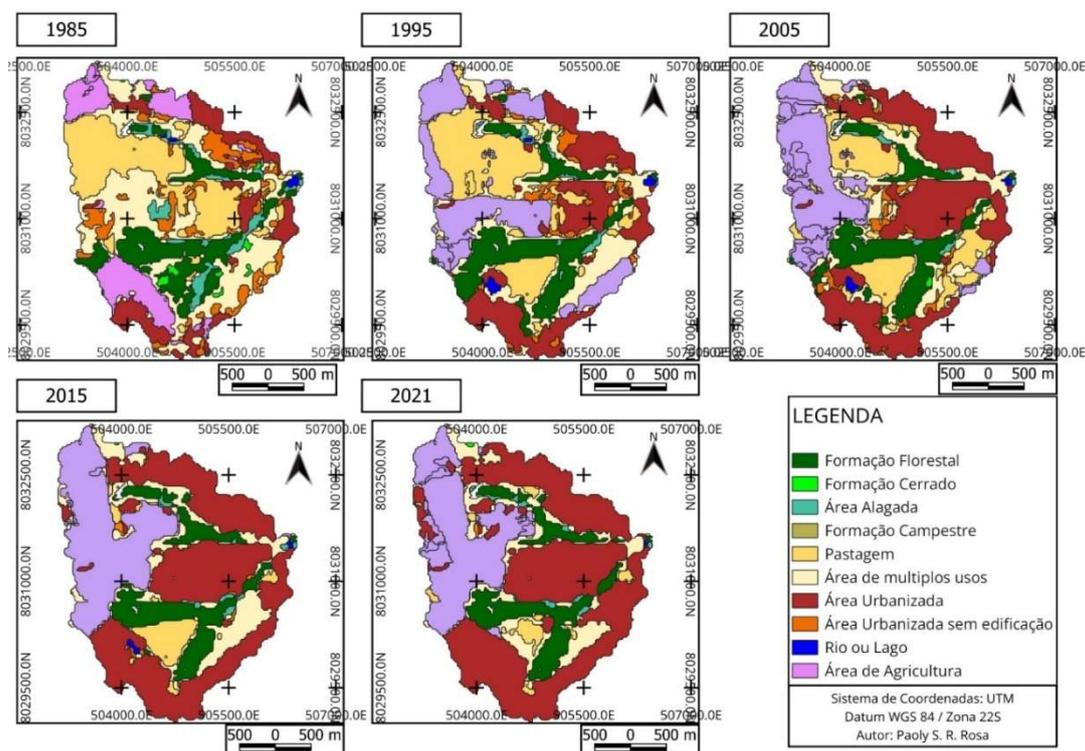
Para a quantificação das áreas de uso e ocupação do solo foram selecionados os anos também os anos de 1985, 1995, 2005, 2015 e 2021 e houve reagrupamento das áreas. Em que, as áreas formação florestal, formação cerrado, área alagada, formação campestre tornaram apenas área florestal. As áreas de pastagem, áreas de múltiplos usos e área de agricultura tornaram apenas área agricultura. As áreas urbanizadas e áreas urbanizadas sem edificação tornaram apenas área urbanizada. A área de rio e lago não houve agrupamento.

### **4.3 Resultados**

Considerando a área de estudo como as Sub-bacias Hidrográficas: Córrego Campestre e Córrego Galinha (Figura 1), nesta seção será apresentado a evolução espaço-temporal do uso e ocupação do solo.

#### ***4.3.1 Evolução Espaço-temporal do uso e ocupação do solo***

No recorte da bacia hidrográfica dos córregos Campestre e Galinha foi apresentado o mapa da área de estudo, demonstrando a evolução espaço-temporal ocorrida nos anos de 1985, 1995, 2005, 2015 e 2021. As áreas e os devidos usos e ocupação estão relacionados na legenda da Figura 4.



**Figura 4** - Caracterização espaço-temporal do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica dos córregos Campestre e Galinha, anos de 1985, 1995, 2005, 2015 e 2021. Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Ao analisar a evolução espaço-temporal do uso e ocupação do solo na Figura 4, alguns aspectos foram evidenciados: a) o aumento expressivo da área urbanizada; b) a redução da área de múltiplos usos e pastagem c) redução da área de agricultura; d) a diminuição da área florestal e área alagada; e) a proximidade da área urbana e de agricultura nas nascentes da bacia hidrográfica dos córregos Campestre e Galinha.

Os resultados dos cálculos do processamento do uso e ocupação do solo, nos anos de 1985, 1995, 2005, 2015 e 2021, foram expostos em hectares e percentual de área, evidenciando as alterações ocorridas entre as classes (Tabela 3).

**Tabela 3** - Resultados estatísticos dos cálculos do processamento do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica dos córregos Campestre e Galinha, nos anos de 1985 e 2019.

Classe	Ano				
	1985	1995	2005	2015	2021
	<b>Área (ha)</b>				
Área Florestal	166,051 (19,43%)	140,69 (16,04%)	130,149 (16%)	121,581 (13,54%)	114,042 (12,67%)
Área Agricultura	532,866 (62,36%)	507,606 (57,86%)	460,99 (54,72%)	334,368 (37,24%)	343,575 (38,20%)
Área Urbanizada	152,553 (17,85%)	222,691 (25,39%)	220,378 (27,12%)	437,578 (48,74%)	437,578 (48,65%)
Área Rio ou Lago	3,085 (0,36%)	6,254 (0,71%)	1,202 (0,15%)	4,284 (0,48%)	4,284 (0,48%)
<b>Área Total (ha)</b>	<b>854,555</b>	<b>877,241</b>	<b>812,719</b>	<b>897,811</b>	<b>899,479</b>

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

A área urbanizada expandiu expressivamente ao longo dos 36 anos, 1985 contavam com 17,85% da área e em 2021 atingiu 48,65%. A área agricultura, em 1985 ocupava 62,36% e em 2021 apenas 38,30% na bacia hidrográfica do São Tomás de Baixo – Córregos Campestre e Galinha.

Estima-se que a população de Rio Verde em 1985 era de 84.393 habitantes (IBGE, 1985) e em 2021 era de 247.259 habitantes (IBGE, 2021), aumento de aproximadamente 193%. Fato que contribuiu para a substituição de fragmentos de vegetação por ocupações nas proximidades das margens dos córregos Campestre e Galinha, como pontos de comércio, residências e vias de acesso.

A redução de matas ciliares em função da ocupação urbana mostrou-se evidente ao analisar a evolução espacial de 1985 e 2021, portanto, observou-se a existência de remanescentes de vegetação nas principais nascentes dos córregos Campestre e Galinha, que estão pressionadas pelo aumento da área urbanizada.

A ocupação urbana é responsável por alterações sofridas em áreas de vegetação florestal, tendo a impermeabilização do solo como fator direto da alteração nos fragmentos de florestas, impedindo a correta percolação da água, entre outros fatores (NUNES; ROIG, 2015, DAMANE; OLIVEIRA; LONGO, 2019).

O município de Rio Verde possui 53km<sup>2</sup> de área urbana, e 2,84km<sup>2</sup> de APP's deveriam estar em área urbana 55% possui o uso em conflito, pela ocupação por urbanização e gramíneas (PRADO; SANTOS; ARANTES, 2019).

Nas sub-bacias, além do barramento no exutório dos córregos Campestre e Galinha, nas proximidades da confluência com Córrego do Sapo, também é observado pequenos barramentos em chácaras urbanas, sendo possível compreender o aumento da área de rio ou lago.

Identificou-se também a presença de uma indústria de grãos nas proximidades do córrego Campestre, e no entorno está sendo executado um residencial horizontal fechado, logo, a área de pastagem será substituída por área urbanizada. No início do córrego Galinha um condomínio horizontal fechado está em fase de finalização, e nos próximos anos deixará de ser uma área urbanizada sem edificação para ser uma área urbanizada com edificações.

Ao contruir sobre as áreas de preservação permanente (APP), o córrego Galinha tem 3,0ha de área em conflito e o córrego Campestre tem 20,6ha, sabe-se que a redução

de APP's exercem papéis importantes na qualidade e disponibilidade hídrica (PRADO; SANTOS; ARANTES, 2019).

#### 4.4 Conclusões

A evolução espaço-temporal dos córregos Campestre e Galinha, evidenciaram a substituição da área florestal e área agricultura por área urbanizada, entre os anos de 1985 e 2021.

Ainda, contam com a previsão de maiores reduções de área agricultura e aumento de área urbanizada, visto que mais um condomínio horizontal será implementado na área da bacia nos próximos anos.

Áreas muito urbanizada são diretamente áreas com solos impermeáveis e interferindo diretamente no escoamento de água, que pode ocasionar carreamento dos sedimentos ao leito do curso dos córregos, as áreas de nascentes podem sofrer redução da qualidade da água por lançamentos clandestinos.

#### 4.5 Referências bibliográficas (Capítulo 1 – Artigo 1)

ANA - Agência Nacional De Águas E Saneamento Básico. **Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos**. [S. l.: s. n.], 2023. Fotografia Aérea. Disponível em: <https://portall.snirh.gov.br/ana/apps/webappviewer/index.html?id=e745db7488f64e1a9a2e4e150e41b08e>. Acesso em: 3 mar. 2023.

Damame, D.B., Oliveira, E.D. & Longo, R.M. (2019). **Impactos ambientais pelo uso e ocupação do solo em sub-bacias hidrográficas de Campinas, São Paulo, Brasil**. Acta Brasiliensis 3 (1):1-7. DOI 10.22571/10.22571/2526-4338108.

Hossain, F.; Moniruzzaman, M. D. Environmental Change Detection Through Remote Sensing Technique: A Study of Rohingya Refugee Camp Area (Ukhia and Teknaf Sub-district), Cox's Bazar, Bangladesh. **Environmental Challenges**, v.2, n.10, 2021.

IBGE. Cidades e Estados: Rio Verde. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE. Rio Verde. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/go/rio-verde.html>. Acesso em: março de 2023.

IBGE. População recenseada e estimada: População residente estimada, segundo das unidades da federação e municípios. *In*: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

IBGE. **População recenseada e estimada - 1985**: População residente estimada, segundo unidades da federação e municípios. Brasil: IBGE, Diretoria de população e

social, Departamento de estudos e população., XX-. Disponível em: [https://seculoxx.ibge.gov.br/images/seculoxx/arquivos\\_download/populacao/1985/populacao1985aeb\\_009\\_a\\_028.pdf](https://seculoxx.ibge.gov.br/images/seculoxx/arquivos_download/populacao/1985/populacao1985aeb_009_a_028.pdf). Acesso em: 22 maio 2023.

Kaliski, A. D; Ferrer, T. R; Lahm, R. A. Análise temporal do uso do solo através de ferramentas de geoprocessamento - Estudo de Caso: Município De Butiá/Rs. **Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia – IGEO – UFRGS / ISSN 1982-0003**.

Liquete, C.; et al. Securing water as a resource for society: an ecosystem services perspective. **Ecohydrology & Hydrobiology**, v.11, n.3-4, p.247-259, 2021.

Moraes, D.F.C. (2018). **Drenagem Urbana Sustentável: projeto de intervenção para o Córrego do Sapo, Rio Verde – GO**. Trabalho de Conclusão de Curso – Especialização a Distância em Elaboração e Gerenciamento de Projetos para a Gestão Municipal de Recursos Hídricos. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. – IFCE. Fortaleza. Disponível em: < <https://capacitacao.ana.gov.br/conhecerc/handle/ana/1858?mode=full>>. Acesso em: março de 2021.

Nunes, J.F.; Roig, H.L. **Análise e mapeamento do uso e ocupação do solo da bacia do alto do Descoberto, DF/GO, por meio de classificação automática baseada em regras e lógica nebulosa**. Revista *Árvore*, v. 39, n. 1, p. 25-36, 2015.

Pereira, B. W. F.; Maciel, M. N. M.; Oliveira, F. A.; Alves, M. A. M. S.; Ribeiro, A. M.; Ferreira, B. M.; Ribeiro, E. G. P. **Uso da terra e degradação na qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Peixe-Boi, PA, Brasil**. Revista *Ambiente & Água*, Taubaté, v. 11, n. 2, p. 472-485, abr./jun. 2016.

Prado, Fernando Santiago do; Santos, Gilmar Oliveira; Arantes, Jonathan Oliveira. **Impactos Ambientais Em App's Decorrente Da Expansão Urbana No Município De Rio Verde, Goiás**. Revista *Gestão, tecnologia e Sustentabilidade*, Rio Verde, v.1, 2019.

Uprety, M.; et al. Improving water resources management using participatory monitoring in a remote mountainous region of Nepal, **Journal of Hydrology: Regional Studies**, v.23, p. 100604, 2019.

Xiao, Q.; Tao, J.; Xiao, Y, Et Al., **Monitoring vegetation cover in Chongqing between 2001 and 2010 using remote sensing data**. Research Center for Eco-Environmental Sciences, 2017. DOI 10.1007/s10661-017-6210-1

Wang, R.; Kim, J.; Li, M. Predicting stream water quality under different urban development pattern scenarios with an interpretable machine learning approach. **Science of the Total Environment**, v.761, n.2, p.144057, 2021. disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144057>. Acesso em: 20 Out. 2023.

**5 CAPÍTULO 2 - ARTIGO 2**

**ÍNDICE DA QUALIDADE DAS ÁGUAS DOS CÓRREGOS CAMPESTRE E  
GALINHA**

## RESUMO

É crescente preocupação ambiental relacionada à qualidade da água em trechos urbanos de córregos, destacando a importância desses cursos d'água para drenagem, recarga de aquíferos e aspectos estéticos. A interferência na qualidade da água, causada por lançamentos de efluentes domésticos e industriais sem tratamento prévio, é um grande desafio. O trabalho se concentra na investigação do índice de qualidade da água (IQA) nos córregos Campestre e Galinha, localizados em Rio Verde, Goiás. Os métodos incluem a escolha de pontos de coleta, amostragem e análise laboratorial do IQA considerando parâmetros como pH, temperatura, turbidez, oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, DBO, nitrogênio total, fósforo total e sólidos totais. O cálculo do IQA é feito para avaliar a qualidade da água, seguindo padrões estabelecidos pela legislação ambiental. Ao longo dos meses de julho/2022 a março/2023 aconteceram coletas mensais em diferentes pontos dos córregos. Os locais foram definidos com o intuito de proporcionar a espacialização uniforme dos córregos, possibilitando a geração microbacias delimitadas a partir dos pontos exutórios ao longo desses cursos hídricos. Os resultados indicam que o ponto P1 apresenta a qualidade mais comprometida.

**Palavras-chave:** Classificação de qualidade da água; bacia hidrográfica; Poluição hídrica.

## ABSTRACT

There is a growing environmental concern related to water quality in urban stretches of streams, emphasizing the importance of these watercourses for drainage, aquifer recharge, and aesthetic aspects. The interference in water quality caused by untreated domestic and industrial effluent discharges is a significant challenge. The study focuses on investigating the Water Quality Index (WQI) in the Campestre and Galinha streams located in Rio Verde, Goiás. The methods include selecting collection points, sampling, and laboratory analysis of WQI, considering parameters such as pH, temperature, turbidity, dissolved oxygen, thermotolerant coliforms, Biochemical Oxygen Demand (BOD), total nitrogen, total phosphorus, and total solids. WQI calculation is performed to assess water quality, following standards established by environmental legislation. Monthly collections took place at different points along the streams from July 2022 to March 2023. The locations were chosen to ensure uniform spatial distribution of the streams, allowing the generation of microbasins delimited from the discharge points along these watercourses. The results indicate that the P1 point exhibits the most compromised water quality.

**Keywords:** Water quality classification; watershed; Water pollution.

## 5.1 Introdução

É crescente os debates relacionados as questões ambientais, com objetivo de buscar novas alternativas que diminuam os impactos decorrentes das diversas fontes poluidoras, que no contexto vêm a ser a qualidade da água em cursos hídricos em trechos urbanos.

Os córregos que passam por trechos urbanos desempenham papéis importantes, são fundamentais para a drenagem da água da chuva, auxiliam na recarga de aquíferos, mantêm o armazenamento de água ao longo das margens, influenciam na temperatura local e ainda proporcionam efeito estético para o lazer contemplativo (ARAÚJO *et al.*, 2017).

Em razão da queda da qualidade da água e do transtorno causado pelas atividades antrópicas sem responsabilidade e consciência, buscam-se medidas para minimizar estes danos. O consumo constante de água potável e os conflitos pelo seu uso, vem tornando categórico as decisões que envolvam a preservação dos cursos hídricos (ALVES *et al.*, 2016).

No processo de apropriação e uso dos recursos hídricos a sociedade acaba por alterar a qualidade da água de ecossistemas aquáticos, provocando a degradação ambiental. A existência de efluentes domésticos e/ou industriais lançando, diretamente, sem tratamento prévio, material nos cursos de água é um dos variados exemplos (Santos & Medeiros, 2023).

Com o aumento da demanda por recursos hídricos ocorre acréscimo de efluentes gerados, lançados nos mananciais, prejudicando a qualidade da água dos corpos hídricos (SOARES, 2018). Os corpos d'água receptores de efluentes de esgotamentos sanitários, que contenham matéria orgânica, passam por um processo de recuperação que ocorre naturalmente, conhecido por autodepuração, envolvendo outros subprocessos, sendo estes físicos, químicos e bioquímicos (BRAGA *et al.*, 2005; MOLINARI, 2015; VON SPERLING, 2011). Conforme ocorre o aumento da carga poluente, excedendo o potencial de autodepuração do corpo d'água, que se tornar cada vez mais impróprio para o uso humano, comprometendo, inclusive, a vida de algumas espécies animais (GUEDES, 2009).

O monitoramento da qualidade e da quantidade de água disponível nos corpos hídricos é indispensável quando há a pretensão de acompanhar a condição frente aos

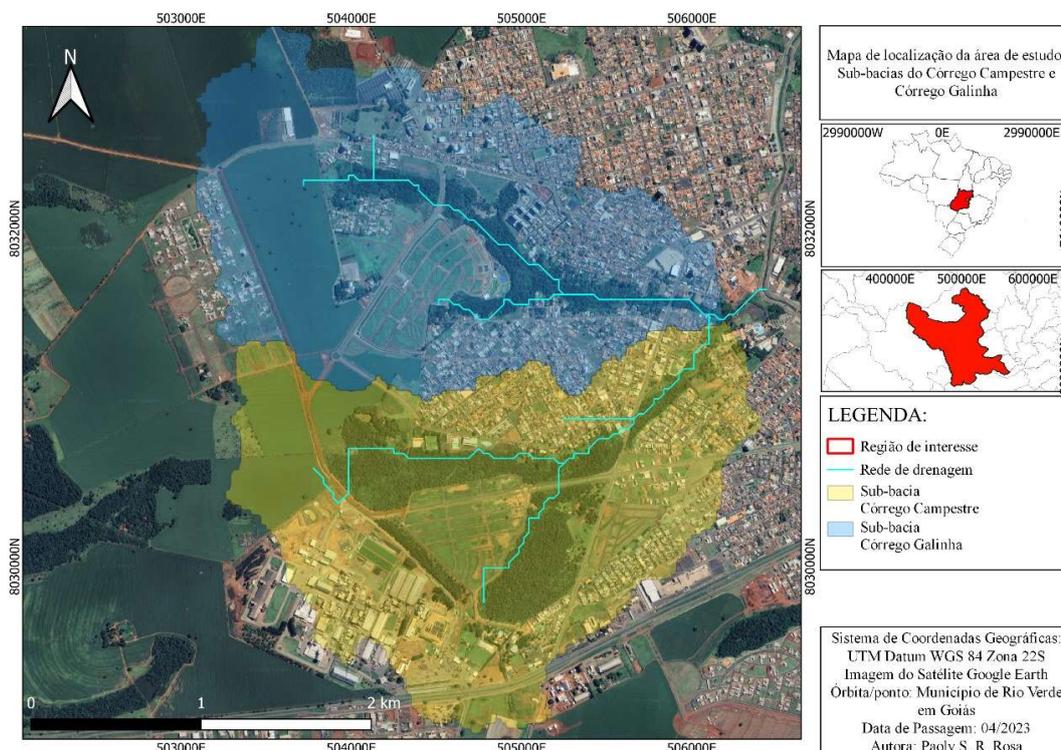
impactos e usos antrópicos. Tendo a legislação ambiental como orientação nos limites de poluição dos corpos hídricos. (COSTA; FERREIRA, 2015)

O presente trabalho tem o intuito de investigar o índice de qualidade da água dos córregos Campestre e Galinha, do município de Rio Verde, Goiás.

## 5.2 Material e métodos

Esta pesquisa foi realizada no município de Rio Verde, localizado dentro da bacia hidrográfica do Rio dos Bois, que possui três rios principais: Rio dos Bois, Rio Turvo e Rio Verdinho. Os rios Turvo e Verdinho são afluentes do Rio dos Bois, e todos são receptores de efluentes oriundos de atividades antrópicas (ANA, 2013).

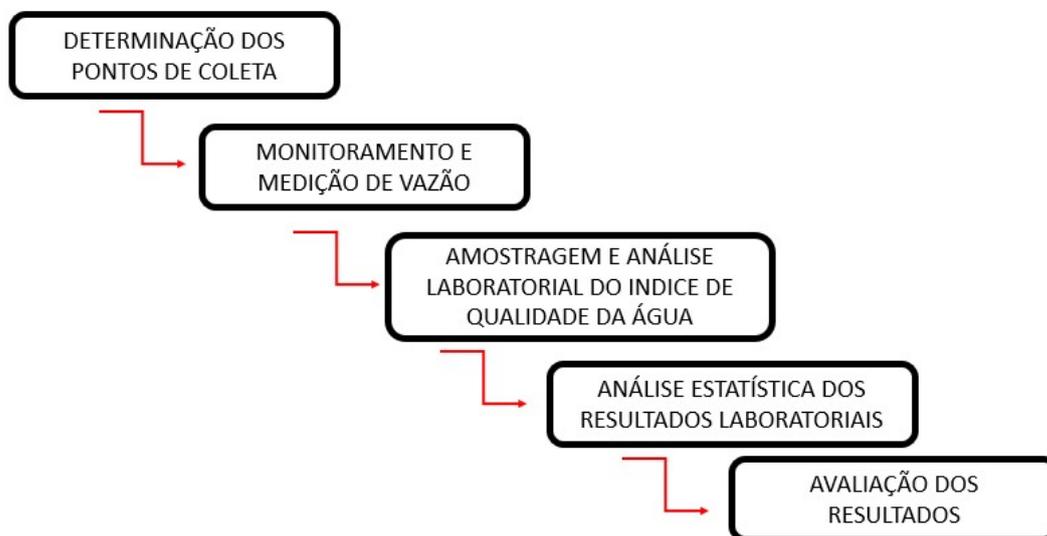
Dentro da zona urbana do município de Rio Verde estão localizados os córregos Campestre e Galinha (Figura 5), que sofre com a poluição difusa, resultante das águas pluviais que trazem consigo poluentes de atividades humanas, industriais e de urbanização, entre outras que são desenvolvidas na área pertencente à bacia hidrográfica.



**Figura 5** - Mapa de localização da área de estudo: Sub-bacias do Córrego Campestre e Córrego Galinha.

Fonte: Elaboração da autora, 2023.

Com o intuito de garantir o êxito na busca pelos resultados esperados, a pesquisa foi dividida em basicamente, em cinco etapas. Os procedimentos metodológicos necessários para o desenvolvimento deste estudo estão ilustrados pela Figura 6.

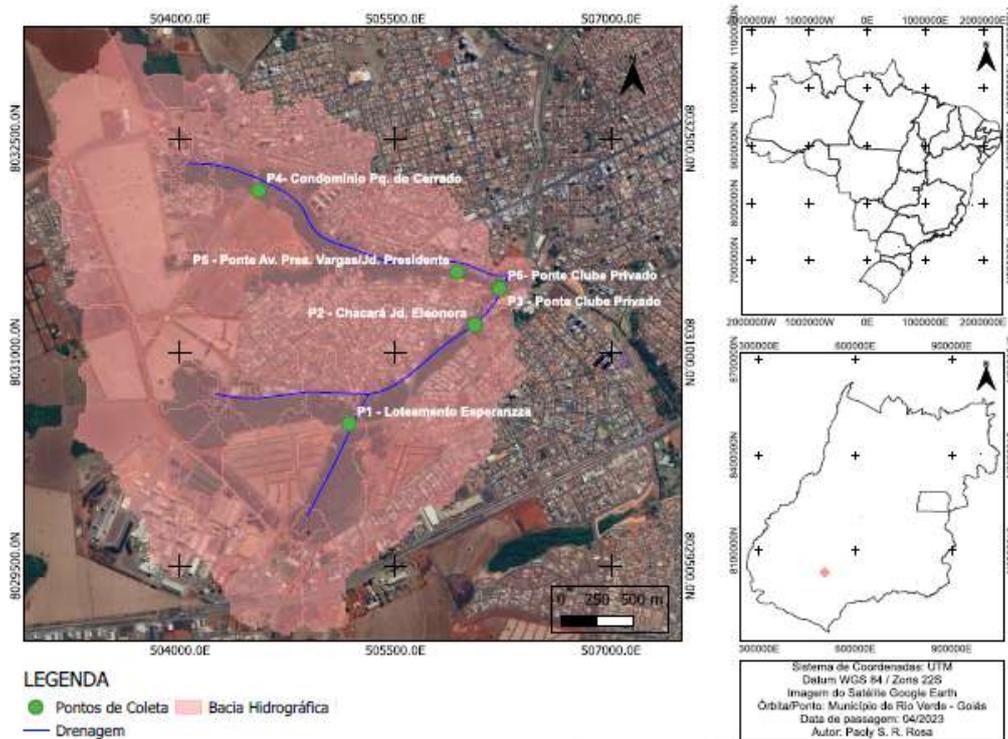


**Figura 6** - Fluxograma da metodologia sobre estudo do índice de qualidade da água.  
Fonte: Elaborado pela autora. 2023.

### 5.2.1 Determinação dos pontos de coleta

Inicialmente, definiu-se que os trechos dos Córregos Campestre e Galinha a serem estudados estão compreendidos na área urbana do município de Rio Verde, após a definição houve a escolha dos pontos de coleta das amostras de água. Para a escolha desses pontos, priorizou-se os locais em que houve acessibilidade para a retirada de amostras, e que ainda são pontos críticos, passíveis de recebimento de poluições concentradas, ou de contribuições advindas de afluentes dos córregos. A escolha de vários locais de amostragem permitiu realizar a verificação das alterações espaciais no corpo hídrico, referentes aos aspectos de qualidade da água.

No total, foram escolhidos seis pontos de amostragem, distribuídos ao longo do trecho selecionado, como mostra a Figura 7.



**Figura 7** - Mapa dos pontos de coleta da área de estudo.

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

A Tabela 4 mostra a descrição dos pontos, as respectivas coordenadas geográficas.

**Tabela 4** - Descrição e coordenadas geográficas dos pontos de coleta para estudo.

Descrição	Pontos	Latitude	Longitude
<b>Córrego Campestre</b>			
Loteamento Esperanza	P1	17°48'46.80" S	50°57'04.13" O
Chácara Jd. Eleonora	P2	17°48'24,17" S	50°56'34,38" O
Ponte Clube Privado	P3	17°48'22.48" S	50°56'34.25" O
<b>Córrego Galinha</b>			
Condomínio Parque do Cerrado	P4	17°47'.53,38" S	50°57'25.50" O
Ponte Av. Pres. Vargas/Jd. Presidente	P5	17°48'12.68" S	50°56'40.55" O
Ponte Clube Privado	P6	17°48'15,71" S	50°56'28,53" O

Fonte: Elaborada pela autora, 2023.

### 5.2.2 Amostragem e análise laboratorial dos índices de qualidade da água (IQA)

Ao longo dos meses de julho/2022 a março/2023 aconteceram coletas mensais em diferentes pontos dos córregos. Os locais foram definidos com o intuito de proporcionar a espacialização uniforme dos córregos, possibilitando a geração microbacias delimitadas a partir dos pontos exutórios ao longo desses cursos hídricos.

Os parâmetros avaliados foram potencial hidrogeniônico (pH), temperatura da amostra, turbidez e oxigênio dissolvido (OD), coliformes termotolerantes, demanda bioquímica de oxigênio (DBO5<sup>20</sup>), nitrogênio total, fósforo total e sólidos totais.

Os parâmetros avaliados em campo foram potencial hidrogeniônico (pH), temperatura da amostra, turbidez e oxigênio dissolvido (OD), aferidos por meio de sonda multiparâmetro e turbidímetro portátil, devidamente calibrados no dia da coleta. Os demais, coliformes termotolerantes, demanda bioquímica de oxigênio (DBO520), nitrogênio total, fósforo total e sólidos totais, foram coletados e encaminhados para o laboratório de saneamento do IF Goaino – Campus Rio Verde para serem executados.

A interpretação dos dados teve o intuito de calcular o Índice de Qualidade da Água (IQA), foi criado em 1970, nos Estados Unidos, pela National Sanitation Foundation. A partir de 1975 começou a ser utilizado pela CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. O IQA tem o objetivo de informar a qualidade da água bruta visando seu uso para o abastecimento público, após tratamento. Os parâmetros utilizados no cálculo do IQA são em sua maioria indicadores de contaminação causada pelo lançamento de esgotos domésticos. É composto por nove parâmetros: oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, potencial hidrogeniônico (pH), demanda bioquímica de oxigênio (DBO5<sup>20</sup>), temperatura da água, nitrogênio total, fósforo total, turbidez e resíduo total. Todos os parâmetros tem seu determinado peso (w) e também possui um valor de qualidade (q) que é obtido do respectivo gráfico de qualidade em função de sua concentração ou medida. (ANA, 2021).

O cálculo do IQA é feito por meio do produtório da segundo a seguinte fórmula:

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

(Equação 1)

em que:

IQA = Índice de Qualidade das Águas. Um número entre 0 e 100;

$q_i$  = qualidade do  $i$ -ésimo parâmetro. Um número entre 0 e 100, obtido do respectivo gráfico de qualidade, em função de sua concentração ou medida (resultado da análise);

$w_i$  = peso correspondente ao  $i$ -ésimo parâmetro fixado em função da sua importância para a conformação global da qualidade, isto é, um número entre 0 e 1, de forma que:

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

(Equação 2)

sendo  $n$  o número de parâmetros que entram no cálculo do IQA.

Essas curvas foram formuladas pela National Sanitation Foundation (NSF) e adaptada pela CETESB (nitrogênio total em substituição do nitrato), sendo o valor ideal  $q=100$  (VON SPERLING, 2014).

**Tabela 5** - Classificação, faixa e cor do IQA em comparativo da NSF e CETESB.

Classificação (NSF)	Faixa de IQA (NSF)	Cor (NSF)	Classificação (CETESB)	Faixa de IQA (CETESB)	Cor (CETESB)
Excelente	90 a 100	Azul	Ótima	80 a 100	Azul
Bom	70 a 90	Verde	Boa	52 a 80	Verde
Médio	50 a 70	Amarela	Aceitável	37 a 52	Amarela
Ruim	25 a 50	Laranja	Ruim	20 a 37	Vermelha
Muito Ruim	0 a 25	Vermelha	Péssima	0 a 20	Preta

Fonte: Adaptado de Von Sperling (2014).

### 5.2.3 Análise estatística dos resultados laboratoriais

Os dados foram submetidos à análise de boxplot para identificação e eliminação de *outliers*, seguido de verificação dos pressupostos da análise de variância (ANOVA), teste Bartlett para homogeneidade de variâncias e Shapiro-Wilk para normalidade dos resíduos. Posteriormente, foi realizada a mensuração dos parâmetros descritivos: média ( $\bar{x}$ ), mediana ( $M_d$ ), valor máximo ( $Máx$ ), valor mínimo ( $Min$ ) e desvio padrão ( $S$ ) para cada característica avaliada e para cada ponto de coleta. Realizou-se uma ANOVA considerando o delineamento experimental inteiramente ao acaso (DIC) considerando os pontos de coletas como fatores, quando significativo foi realizado o teste de Scott-knott.

Posteriormente, foi realizada a análise de correlação de Pearson entre as características físico-químicas e biológicas. Para os procedimentos estatísticos foram utilizadas as funções básicas e a biblioteca “ExpDes” (FERREIRA *et al.*, 2014) do software R Core Team versão 4.0.2, sendo adotado 5% de probabilidade para os testes.

#### 5.2.4 Avaliação dos resultados

Por fim, foi realizado a análise e interpretação das respostas obtidas, reais e simuladas. Os resultados alcançados com os ensaios e com a realização estatística tornaram possível o enquadramento da água, no trecho do córrego estudado, de acordo com o índice de qualidade de água (IQA). Ainda possibilitou detectar lançamentos de águas residuárias efetuadas em não conformidade com a legislação, já que as alterações dos parâmetros de qualidade, entre os pontos estudados, apontaram para algum tipo de efluente chegando no corpo hídrico.

### 5.3 Resultados

As descargas líquidas foram medidas por meio da adaptação de um medidor automático da marca WatSeasor, no período da manhã e em dias que não tiveram precipitações no momento da coleta, as seções transversais escolhidas priorizaram um trecho retilíneo e sem interferência de materiais grosseiros no leito do córrego, como tronco de árvore, resíduos sólidos, manilhas de drenagem pluvial entre outros. Os resultados, portanto, estão apresentados na Tabela 6.

**Tabela 6** - Valores de descarga líquida (vazão) nos pontos de monitoramento na bacia do São Tomás de Baixo.

Pontos	Campanhas de Monitoramento							
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
	Vazão (l/s)							
P1	1,2	1,4	0,99	0	0,9	1,82	3,73	1,68
P2	1,32	1,32	1,4	0,65	1,1	2,15	2,78	2,38
P3	0,9	0,9	1,8	0	0	0,12	1,86	0,36
P4	0,9	0,68	0	1,97	1,95	1,07	2,56	0,38
P5	0,33	0,67	2,7	1,3	1,78	3,54	2,35	0,88
P6	0,8	0,8	1,72	0	0	3,8	3,58	0,59

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Os meses de janeiro/2023 e fevereiro/2023 resultaram em maiores valores de vazão em todas as sessões de medição, enquanto nos meses de setembro/2022, novembro/2022 e dezembro/2022 algumas das sessões de medição não tiveram vazão. Realidade que evidencia a influência dos períodos chuvosos e secos na elevação da descarga líquida nos córregos estudados.

Também foi observado o uso do córrego Galinha para uso de abastecimento de caminhão pipa e com baixa precipitação, o ponto P4, por algum tempo, ficou com baixo nível d'água, conforme as figuras 8, 9 e 10.



**Figura 8** - P4 na campanha de monitoramento C1.  
Fonte: Autora, 2022.



**Figura 9** - P4 na campanha de monitoramento C3.  
Fonte: Autora, 2022.



**Figura 10** - P4 na campanha de monitoramento C6.  
Fonte: Autora, 2023.

Nos pontos P3 e P6 apresentaram vazão próximo a zero nas campanhas C4, foi observado que nos cinco dias antecedentes a campanha C4, houve 15,4mm de precipitação e nos cinco dias que antecederam a campanha C5, houve 18,2mm de precipitação, causando a impossibilidade de acesso ao ponto de monitoramento P3 e P6, a área ficou instável podendo causar acidentes.

Existe a tendência da vazão específica reduzir, com o aumento do tamanho da bacia (Tucci, 2004), pode ter ocorrido nos pontos P3 e P6 um aumento do nível do curso hídrico, por causa da presença de lixo urbano preso nos galhos das árvores do local, conforme as figuras 11 e 12.



**Figura 11** - P6 na campanha de monitoramento C4, observado a presença de lixos urbanos nos galhos das árvores.

Fonte: Elaborado pela autora, 2022.



**Figura 12** - P3 na campanha de monitoramento C4, observado o comportamento moroso do curso hídrico.

Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

### 5.3.1 Qualidade das águas superficiais

Os parâmetros de qualidade de água nas sub-bacias hidrográficas dos córregos Campestre e Galinha foram submetidos a estatística descritiva, estabelecendo a média, mediana, máximo, mínimo e desvio padrão (Tabela 7).

**Tabela 7** - Estatísticas descritiva das variáveis físicas, químicas e biológicas de três pontos ao longo da bacia dos córregos Campestre e Galinha.

	CT	pH	DBO	NT	FT	T	ST	OD	TB	
Total	$\bar{x}$	1.092,00	7,44	6,26	9,79	0,98	22,62	271,38	4,84	46,79
	$M_d$	1.600,00	7,27	3,96	9,33	0,92	23,00	140,95	5,00	35,50
	Máx	1.600,00	9,40	36,05	21,33	2,13	28,00	889,00	7,10	131,00
	Min	4,00	6,11	0,90	2,80	0,30	12,20	24,30	2,00	15,38
	S	706,41	0,79	6,57	4,35	0,43	2,82	221,29	1,04	31,27
P1	$\bar{x}$	1.191,00	8,96	15,11	14,30	1,44	22,87	732,80	4,19	70,06
	$M_d$	1.600,00	9,07	13,32	13,07	1,30	24,50	742,50	4,70	73,60
	Máx	1.600,00	9,40	36,05	21,33	2,13	28,00	889,00	6,73	91,10
	Min	60,00	8,13	5,17	7,00	0,70	12,20	557,10	2,00	47,60
	S	700,65	0,42	10,87	5,18	0,51	5,77	142,55	1,77	16,98
P2	$\bar{x}$	1.252,00	7,45	8,55	9,44	0,94	22,15	434,10	4,58	67,84
	$M_d$	1.600,00	7,49	7,71	8,86	0,87	22,00	412,50	4,75	56,70
	Máx	1.600,00	8,14	13,93	15,87	1,60	25,00	552,10	5,20	131,00

	Min	140,00	6,59	4,32	4,66	0,50	19,60	347,00	3,10	24,00
	S	644,53	0,51	3,90	4,12	0,41	73,41	73,41	0,96	42,31
P3	$\bar{x}$	1.401,00	7,36	7,96	9,33	0,96	23,05	387,60	5,07	62,26
	M <sub>d</sub>	1.600,00	7,33	6,02	10,26	1,00	23,50	372,50	5,00	71,00
	Máx	1.600,00	8,25	14,31	14,93	1,50	26,00	526,00	6,30	117,00
	Min	10,00	6,63	3,61	4,67	0,50	20,20	340,00	3,80	19,60
	S	562,14	0,46	3,98	3,73	0,39	2,12	59,34	0,72	35,38
P4	$\bar{x}$	854,90	6,69	2,36	8,80	0,86	22,75	71,74	4,96	30,99
	M <sub>d</sub>	940,00	6,66	2,31	7,93	0,77	23,00	70,89	5,17	28,20
	Máx	1.600,00	7,24	4,42	15,86	1,50	25,00	148,70	7,10	61,40
	Min	9,00	6,11	1,13	4,66	0,45	20,00	24,30	3,30	15,50
	S	800,32	0,35	1,09	3,89	0,37	2,05	35,31	1,24	14,89
P5	$\bar{x}$	866,90	7,24	2,31	8,55	0,85	22,61	107,56	5,20	30,77
	M <sub>d</sub>	975,00	7,25	2,45	8,40	0,82	22,50	135,10	5,40	21,57
	Máx	1.600,00	7,60	3,27	14,94	1,50	27,30	140,90	6,10	72,80
	Min	4,00	6,90	0,90	2,88	0,30	19,30	51,10	4,10	15,38
	S	790,99	0,29	0,79	3,69	0,36	2,63	42,65	0,76	20,83
P6	$\bar{x}$	986,10	7,08	1,79	8,73	0,85	22,31	104,25	4,98	30,04
	M <sub>d</sub>	1.600,00	7,17	1,95	9,33	0,90	23,00	133,50	5,00	19,90
	Máx	1.600,00	7,50	2,41	14,00	1,35	25,00	140,959	6,10	68,80
	Min	23,00	6,46	1,01	2,80	0,30	19,10	53,50	4,20	16,36
	S	769,48	0,36	0,51	4,05	0,38	2,38	43,32	0,66	20,82

$\bar{x}$ : média amostral; M<sub>d</sub>: mediana; Max: maior valor; Min: menor valor; S: desvio padrão; CT: coliformes termotolerantes; pH: potencial de hidrogênio iônico; DBO: demanda de oxigênio; NT: nitrogênio total; FT: fósforo total; T: temperatura; ST: sólidos totais; OD: oxigênio dissolvido; TB: turbidez.

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Os parâmetros de qualidade de água foram comparados ao padrão classe II, estabelecido pela Resolução n° 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 2005). A análise descritiva de todos os pontos agrupados (P1, P2, P3, P4, P5 e P6) identificou que as variáveis coliformes termotolerantes, pH, DBO<sub>5</sub><sup>20</sup>, fósforo total, nitrogênio total, turbidez e oxigênio dissolvido tiveram em algum momento valores críticos que ultrapassaram os limites da legislação.

Destaca-se que em P1, P2, P3 e P6 os resultados de coliformes termotolerantes tiveram valores médios acima do permitido (1.000 NMP.100 ml. <sup>-1</sup>) diferente de P4 e P5. Resultado semelhante encontrado por Santos et al. (2019) ao estudar a mesma bacia hidrográfica.

No P1, destaca-se os valores de máximo atribuídos à turbidez (91,10 NTU), pH (9,40) e ao sólidos totais (889 mg. <sup>-1</sup>) e ao valor mínimo atribuído ao oxigênio dissolvido (2 mg. <sup>-1</sup>), também os valores máximos de P2 de turbidez (131,00 NTU), pH (8,14) e sólidos totais (552,10 mg. <sup>-1</sup>) e ao valor mínimo de oxigênio dissolvido (3,10 mg. <sup>-1</sup>) e P3 com valores de máximos de turbidez (117 NTU), pH (8,25), sólidos totais (536 mg. <sup>-1</sup>) e

ao valor mínimo atribuído ao oxigênio dissolvido (3,80 mg.  $^{-1}$ ) quando comparados aos outros pontos (P4, P5 e P6) da sub-bacia hidrográfica do córrego Campestre. Os resultados em desconformidade desses parâmetros ocorreram possivelmente pela exposição de poluições pontuais, acredita-se que a principal fonte de poluição seja de esgoto doméstico nas proximidades do corpo hídrico estudado, seguida da indústria de grãos na região da sub-bacia hidrográfica do córrego Campestre.

A aplicação da Análise de Variância (ANOVA) com nível de significância de 5%, foi realizada para verificar se as médias dos pontos são diferentes entre si, posteriormente o teste de Scott-knott comparou todos os possíveis pares de média, em que existiam diferenças entre os pontos (Tabela 8).

**Tabela 8** - Parâmetros mensurados dos pontos da bacia dos córregos Campestre e Galinha.

Parâmetros	Pontos						CV	P-valor
	P1	P2	P3	P4	P5	P6		
Coliformes termotolerantes	1.191,42±270,46	1.252,50±252,99	1.401,25±252,99	854,87±252,99	866,87±252,99	986,14±270,46	65,51	0,57
<b>DBO</b>	<b>15,11±1,83a</b>	<b>8,55±1,71b</b>	<b>7,96±1,71b</b>	<b>2,36±1,71c</b>	<b>2,31±1,71c</b>	<b>1,79±1,33c</b>	<b>77,51</b>	<b>&lt; 0,01</b>
Fósforo total	1,44±0,15	0,94±0,14	0,96±0,14	0,86±0,14	0,85±0,14	0,85±0,15	41,63	0,07
Nitrogênio total	14,30±1,55	9,44±1,45	9,33±1,45	8,80±1,45	8,55±1,45	8,73±1,55	42,07	0,09
Oxigênio dissolvido	4,19±0,39	4,58±0,36	5,07±0,36	4,96±0,36	5,20±0,36	4,98±0,36	21,57	0,45
<b>pH</b>	<b>8,96±0,15a</b>	<b>7,45±0,14b</b>	<b>7,36±0,14b</b>	<b>6,69±0,14c</b>	<b>7,24±0,14b</b>	<b>7,08±0,15b</b>	<b>5,50</b>	<b>&lt; 0,01</b>
<b>Sólidos totais</b>	<b>732,77±32,47a</b>	<b>434,13±22,96b</b>	<b>387,62±22,96b</b>	<b>71,73±22,96c</b>	<b>107,55±22,96c</b>	<b>104,25±24,54c</b>	<b>23,93</b>	<b>&lt; 0,01</b>
Temperatura	22,86±1,21	22,15±1,05	23,05±1,05	22,75±1,05	22,61±1,05	22,31±1,12	13,20	0,99
<b>Turbidez</b>	<b>70,06±12,15a</b>	<b>67,84±10,27a</b>	<b>62,25±10,27a</b>	<b>30,99±9,61b</b>	<b>30,76±9,61b</b>	<b>30,03±10,27b</b>	<b>58,09</b>	<b>&lt; 0,01</b>

Média ± erro padrão da média; CV: coeficiente de variação; P-valor: análise de variância significativa quando  $P < 0,05$ ; médias seguidas de mesma letra entre colunas são iguais pelo teste de Scott-knott a 5% de probabilidade;  $n = 8$ .

Fonte: Elaborada pela autora, 2023.

Assim, observa-se diferenças significativas entre DBO, pH, sólidos totais e turbidez. As demais variáveis não apresentaram diferença significativa.

No DBO o P1 apresenta maior valor, os pontos P4, P5 e P6 apresentam valores menores e os pontos P2 e P3 valores intermediários.

A turbidez atingiu médias estatisticamente significativas em todos os pontos. O teste de Scott-knott assegurou o resultado apresentado pela análise descritiva, que mostrou valores maiores de turbidez nas proximidades da cabeceira do córrego Campestre, pelo tipo de atividades desenvolvidas a montante, como a indústria de grãos.

A correlação de *Pearson* aplicada aos parâmetros de qualidade de água das sub-bacias hidrográficas dos córregos Campestre e Galinha, para avaliar o grau de relação entre as variáveis, indicou algumas correlações fortes entre eles (Tabela 9).

**Tabela 9** - Correlação de Pearson entre as variáveis físicas, químicas e biológicas de três pontos ao longo dos córregos Campestre e Galinha.

	pH	DBO	NT	FT	T	ST	OD	TB
CT	0,18	<b>0,35*</b>	-0,08	-0,06	-0,14	<b>0,33*</b>	<b>-0,35*</b>	<b>0,44*</b>
pH			0,23	0,28	<b>-0,40*</b>	<b>0,61*</b>	0,04	<b>0,43*</b>
DBO			-0,03	0,01	<b>-0,48*</b>	<b>0,77*</b>	-0,01	<b>0,50*</b>
NT				<b>0,99*</b>	0,12	0,12	-0,01	0,26
FT					0,10	0,10	0,01	<b>0,32*</b>
T						-0,04	-0,11	-0,14
ST							-0,06	<b>0,49*</b>
OD								-0,17
TB								

CT: coliformes termotolerantes; pH: potencial de hidrogênio iônico; DBO: demanda de oxigênio; NT: nitrogênio total; FT: fósforo total; T: temperatura; ST: sólidos totais; OD: oxigênio dissolvido; TB: turbidez; Coeficientes de correlação de Pearson em negrito seguidos de \* são significativos a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborado pela autora 2023.

Analisando as variáveis relativas aos parâmetros físicos, químicos e biológicos dos seis pontos das sub-bacias, verificou-se um número significativo de correlações existentes.

A temperatura obteve intensidade de correlação moderada negativa para DBO ( $r=-0,40$ ;  $p<0,05$ ) e pH ( $r=-0,48$ ;  $p<0,05$ ), ou seja, em maiores valores de temperatura tem-se valores reduzidos de DBO e pH e vice-versa. A temperatura proporciona condições para as reações bioquímicas de remoção de poluentes e em condições elevadas aumenta a velocidade da reação, promovendo a redução da matéria orgânica (Von Sperling, 2014).

A correlação entre pH e sólidos totais ( $r=0,61$ ;  $p<0,05$ ) é tida como moderada positiva. De acordo Von Sperling (2014), a presença de sólidos dá início ao processo de decomposição da matéria orgânica e como subproduto ocorre aumento dos teores de gás carbônico que convertido a ácido carbônico pode provocar queda do pH.

O fósforo total obteve intensidade de correlação muito forte positiva para nitrogênio total ( $r=0,99$ ;  $p<0,05$ ), ou seja, em maiores valores de fósforo tem-se valores altos de nitrogênio.

### 5.3.2 Cálculo do Índice de Qualidade de Água – IQA

Por meios dos parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos estabeleceu o IQA para os córregos Campestre e Galinha (Tabela 10).

**Tabela 10** - Resultados do IQA para cada ponto de coleta ao longo dos córregos Campestre (P1, P2 e P3) e Galinha (P4, P5 e P6).

Campanha	Pontos					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
<b>C1</b>	31,57	48,42	52,26	55,53	53,65	55,21
<b>C2</b>	17,79	38,9	40,88	68,1	64,08	59,3
<b>C3</b>	32,1	34,31	36,43	44,04	49,37	48,33
<b>C4</b>	*	45,27	49,58	47,1	52,11	53,32
<b>C5</b>	47,06	50,46	49,83	51,53	58,12	*
<b>C6</b>	45,5	51,86	49,3	55,48	68,92	59,39
<b>C7</b>	29,15	36,62	44,68	54,95	47	48,75
<b>C8</b>	49,48	51,89	61,48	60,42	61,8	59,11
<b>Média</b>	<b>36,09</b>	<b>44,72</b>	<b>48,06</b>	<b>54,64</b>	<b>56,88</b>	<b>54,77</b>

Obs.:  $80<IQA<100$  – Ótima;  $52 <IQA<80$  – Boa;  $37<IQA<52$  – Aceitável;  $37<IQA<20$  – Ruim;  $20<IQA<0$  – Péssima; \* sem dados.

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

O maior valor do IQA encontrado foi no P5 na campanha C6 com valor de 68,92, indicando que nessa secção a qualidade da água durante o período de estudo foi “Boa”. Em P1 na campanha C2 encontraram o menor valor do IQA 17,79 indicando qualidade da água “Péssima” durante o período de estudo.

Em valores médios do IQA encontraram o P1(36,09) com o menor valor, indicando que na secção a qualidade da água é “Ruim” e em maior valor o P5(56,88) indicando que na secção a qualidade da água é “Boa”.

Em estudo realizado para avaliar a qualidade de água em 7 cidades que não possuíam Sistemas de Esgotamento Sanitário (SES) e 7 que possuíam, valores inferiores de IQA foram obtidos em pontos que havia presença de residências, lançamento de

efluentes domésticos e sanitários sem tratamento (PESSOA, ORRICO & LORDÊLO; 2018). Fato similar ocorreu com o IQA no P1, em que valores menores foram encontrados, que podem ser justificados pela presença de lançamento de efluentes domésticos e efluentes sanitários tratados.

O menor valor de IQA no P1 durante as campanhas, não corresponde a tendência observada por Menezes (2016), que pontos próximos das nascentes encontram maiores valores de IQA. A presença de descarte de efluentes no P1, conforme a Figura 13, podem ter aumentado os valores de turbidez, oxigênio dissolvido e DBO e conseqüentemente afetado a média do IQA. Observando a figura 14, percebe-se a alteração na turbidez da amostra do P1.



**Figura 13** - Presença de descarte de efluentes no P1.

Fonte: Autora, 2022.



**Figura 14** - Amostra do P1 na campanha de monitoramento C1.

Fonte: Autora, 2022.

O índice mais restritivo de qualidade nos corpos d'água monitorados ocorreu em julho, em resposta ao período de menor precipitação. Verificou-se significativo aumento da DBO e redução do OD, sendo que a precipitação influencia diretamente o aumento do escoamento superficial do solo, resultando em menores índices e pior classificação da qualidade da água (AMORIM *et al.*, 2017).

#### **5.4 Conclusões**

A determinação da vazão possibilitou determinar a variação da quantidade de água durante o período de estudo, os meses de julho/2022 e agosto/2022 foram os menores valores de vazão e janeiro/2023 e fevereiro/2023 que tiveram maiores valores. Entendimento que possibilitou realizar algumas discussões sobre o comportamento da qualidade de água.

Os resultados estatísticos evidenciaram que em algum momento todos os parâmetros avaliados tiveram os valores em desconformidade com a Conama 357/2005, mostrando a variabilidade dos valores ao longo dessa sub-bacia.

Percebeu-se que o local mais crítico, com menores valores de IQA, foi o P1 e que o córrego com menores valores de oxigênio dissolvido e elevados valores de sólidos totais e DBO foi o Córrego Campestre.

No Córrego Galinha foi evidenciado o uso inapropriado para abastecimento de caminhão pipa, fazendo o córrego alcançar níveis não perceptíveis de vazão e modificação do seu curso hídrico.

Por meio da realização da presente pesquisa verificou-se que no Córrego Campestre há lançamento de efluentes com elevadas concentrações de matéria orgânica, e, assim, não conseguir retornar às condições naturais, tendo sua capacidade de autodepuração reduzida.

## 5.5 Referências bibliográficas (Capítulo 2 – Artigo 2)

Alves, Wellmo dos Santos; Moraes, Wilker Alves. **Qualidade e estado trófico da água do córrego Barrinha localizado no município de Rio Verde, sudoeste de Goiás, Brasil.** Revista Eletrônica do Curso de Geografia - UFG/REJ, Jataí, GO, n. 26, p. 1-18, 23 mar. 2016.

Amorim, D. G., Cavalcante, P. R. S., Soares, L. S., & Amorim, P. E. C.. (2017). **Enquadramento e avaliação do índice de qualidade da água dos igarapés Rabo de Porco e Precuá, localizados na área da Refinaria Premium I, município de Bacabeira (MA).** *Engenharia Sanitaria E Ambiental*, 22(2), 251–259. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522016131212>

ANA – Agência Nacional Das Águas. Indicadores de qualidade - **Índice De Qualidade Das Águas (IQA)**. Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>. Acesso em: março de 2021.

Araújo, D. C. de; Da Silva, P. O.; Curi, W. F.; Cabral, J. J. da S. P. **Multicriteria analysis applied to the management of urban pluvial waters.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 22, 2017. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S231803312017000100217&lng=en&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S231803312017000100217&lng=en&nrm=iso&tlng=en). Acesso em: 22 jun. 2020.

Braga, B.; Hespanhol, I.; Conejo, J. G. L.; Mierzwa, J. C.; Barros, M. T. L. de; Spencer, M.; Porto, M.; Nucci, N.; Juliano, N.; Eiger, S. **Introdução à engenharia ambiental.** 2a ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

Costa, Fernando Barbosa; Ferreira, Vanderlei de Oliveira. **Análise de parâmetros que compõem o índice de qualidade das águas (IQA) na porção mineira da bacia do Rio Paranaíba.** Revista Eletrônica de Geografia, [s. l.], v. 7, ed. 18, p. 22-47, Set 2015. Disponível em: <http://www.observatorium.ig.ufu.br/pdfs/7edicao/n18/2.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2022.

Ferreira, Eric B. et al. **ExpDes: an R package for ANOVA and experimental designs**. Applied Mathematics, v. 5, n. 19, p. 2952, 2014.

Guedes, H. A. S. **Modelagem da qualidade da água e da capacidade de autodepuração do Rio Pomba**. 2009. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Viçosa, 2009.

Menezes, J.P.C, Bittencourt, R.P; Farias, M.S; Bello, I.P; Fia, R; Oliveira, L.F.C (2016) **Relação entre padrões de uso e ocupação do solo e qualidade da água em uma bacia hidrográfica urbana**. Revista Engenharia Ambiental e Sanitária, v. 21, n. 3, p. 519-534.

Molinari, B. S. **Modelagem espacial da qualidade de água na bacia do Rio Piabanha/RJ**. 2015. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Rio de Janeiro, 2015.

Pessoa, J.O.; Orrico, S.R.M.; Lordêlo, M.S. (2018) **Qualidade das águas de rios em cidades do Estado da Bahia**. Engenharia Sanitária Ambiental, v.23, n.4. julho de 2018. DOI: 10.1590/S1413-41522018166513

Santos, E. de O., & Medeiros, P. R. P.. (2023). **A Ação Antrópica e o Processo de Eutrofização no Rio Paraíba do Meio**. *Sociedade & Natureza*, 35, e66441. <https://doi.org/10.14393/SN-v35-2023-66441>

Soares, S. S. **Modelagem da qualidade da água em um trecho do Rio dos Bois, Goiás**. 2018. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária, Goiânia, 2018.

TUCCI, Carlos E. M.. Escoamento Superficial. In: TUCCI, Carlos E. M.. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 3. ed. Porto Alegre: UFRGS/ABRH, 2004. Cap. 15. p. 573-619.  
Von Sperling, M. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios**. 2a ed. Belo Horizonte: UFMG, 2014.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), por meio da Moção nº 57/2010, indica que as prioridades de investimento devem ser em ciência, tecnologia e inovação em recursos hídricos, por meio da divisão em oito grandes áreas, e ainda recomenda que sejam aprimorados os sistemas de monitoramento e de avaliação de resultados, e que estejam integrados aos sistemas utilizados como canais de informação, promovendo a acessibilidade aos que estão sendo desenvolvidos. Dentre as áreas sugeridas por essa moção estão a gestão dos recursos hídricos e qualidade da água, sendo essas abordadas por esta pesquisa.

De acordo com os resultados da pesquisa, faz-se necessário o desenvolvimento de um gerenciamento adequado dos recursos hídricos.

A evolução espaço-temporal da sub-bacia do São Tomás de Baixo, evidenciou a substituição da área florestal e de agricultura por área urbanizada, entre os anos de 1985 e 2021. Esse cenário interferiu diretamente no escoamento de água e ocasionou carreamento de sedimentos ao leito do curso hídrico, as áreas de preservação permanente sofreram redução e ainda contam atualmente com a pressão da área urbanizada, que aumentam consideravelmente valores de turbidez e sólidos totais.

O conhecimento do IQA traz à população de Rio Verde melhor entendimento da situação dos córregos que desaguam no principal córrego que corta a cidade, pois a linguagem de fácil entendimento do índice facilita a assimilação da real condição do curso hídrico. De posse as essas informações a população poderá ter maior consciência ambiental.

Espera-se que os resultados obtidos possam auxiliar a realização da gestão hídrica no corpo d'água estudado, no município de Rio Verde, de maneira a buscar a preservação do corpo hídrico e proporcionar melhores padrões de qualidade para a sociedade e biota envolvida. Através deste estudo, almeja-se fornecer para a comunidade e órgãos públicos um conjunto de informações que sejam benéficas para a gestão e proteção da qualidade da água.

A interferência do uso e ocupação da terra na qualidade de água e não preservação da área de preservação permanente, portanto, mostrou-se presente nesse estudo.